

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

ВЕСТНИК
Волжской государственной академии
водного транспорта

Выпуск 50

Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Н. Новгород, 2017

УДК 004+1+3+15+33+34+37+39+42+53+62+65+68+81+86+93
В 38

В 38 Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 50. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – 302 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.
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.	Владимиров А.А.	д.ф.н. проф.
Волков И.А.	д.ф.-м.н., проф.	Воробьев А.В.	д.э.н., проф.
Вычужанин В.В.	д.т.н., проф.	Гирин 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.
Казаков Н.Н.	к.т.н., доц.	Клементьев А.Н.	д.т.н., проф.
Королев Г.Н.	д.ю.н., проф.	Королев Ю.Ю.	к.э.н., доц.
Костров В.Н.	д.э.н., проф.	Курников А.С.	д.т.н., проф.
Лаврентьева Е.А.	д.э.н., проф.	Мареев Е.А.	д.ф.-м.н., чл.-кор. РАН
Матвеев Ю.И.	д.т.н., проф.	Мигунова Т.Л.	д.ю.н., проф.
Мясников Е.Н.	д.ф.-м.н., проф.	Никущенко Д. В.	д.т.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.
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.	Шамов А.Н.	д.п.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, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I

Водные пути, порты и гидротехнические сооружения

Сазонов А.А., Воронина Ю.Е.

Результаты исследований возможности повышения пропускной способности крупнотоннажных судов на участке Чайковский шлюз – Камбарка за счет совершенствования регулирования речного стока каскада Воткинского и Камского гидроузлов 15

Ситнов А.Н., Кочкурова Н.В., Мильцын Д.А.

Обоснование параметров обеспеченности водохозяйственных балансов и режима работы водохранилища нижегородского низконапорного гидроузла 23

Раздел II

Информатика, системы управления, телекоммуникации и радиолокация

Бычик А.В., Егоров О.М., Жилина С.Б.

Разработка алгоритма построения универсального постпроцессора, генерирующего управляющую программу под аналогичные СЧПУ 35

Кочеганов В.М., Зорин А.В.

Достаточное условие существования стационарного режима низкоприоритетной очереди в тандеме систем массового обслуживания 47

Малов А.С., Плющев В.И., Спицина Ю.В.

Экспериментальная проверка возможности использования разнесенных спутниковых навигационных приемников для определения параметров движения судна 56

Митрошина А.С., Пудов А.С., Федосенко Ю.С.

Синтез стратегий обслуживания потока объектов в системе с накопительно-расходным элементом 62

Неймарк Е.А.

Улучшение качества начальной популяции эволюционно-генетического алгоритма для задачи коммивояжера 69

Пройдакова Е.В.

Система с фиксированным ритмом и непостоянной интенсивностью обслуживания 73

Трухина М.А.

Синтез расписаний обслуживания потока пакетов идентичных объектов 79

Раздел III

Надежность и ресурс в транспортном машиностроении

Яблоков А.С., Черепкова Е.А., Зозуля Е.Я., Смольков А.Ю.

Расчет консоли для проведения испытаний судовой станции очистки сточных вод 91

Раздел IV

Судостроение, судоремонт и экологическая безопасность судна

Галочкин Д.А.

Роль классификационного общества при подготовке производства на отечественных верфях 101

Гирин С.Н., Фролов А.М.

Учет влияния волновой вибрации судов внутреннего плавания при вычислении дополнительного волнового изгибающего момента 107

Зяблов О.К., Кочнев Ю.А.

Разработка типовых обобщенных моделей технологии ремонта судов 113

Карпов П.П., Китаев М.В., Суров О.Э.

Методы уменьшения волновых изгибающих моментов при перераспределении нагрузки судна 119

Любимов В.И.

Особенности конструкции экранопланов А.Н. Панченкова 125

Чебан Е.Ю.

Особенности организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти на бассейновом уровне 131

Раздел V

Финансовые и учетно-аналитические проблемы современной экономики

Крайнова В.В., Казакова Е.С.

Совершенствование внутреннего контроля расходования товарно-материальных ценностей на судах 141

Салмин П.С., Салмина Н.А.

Методика анализа производительности труда преподавателей высшей школы 145

Телегус А.В.

Понятие «налоговый резидент российской федерации» для лиц, плавающих на судах под государственным флагом Российской Федерации 153

Раздел VI

Экономика, логистика и управление на транспорте

Дворникова Е.Н.

Сравнительный анализ лицензирования отдельных видов деятельности на водном транспорте в США и РФ..... 159

Жендарева Е.С.

Речные предприятия Западной Сибири как производственно-транспортные комплексы 163

Кожухарь В.В., Сергеева Т.С., Волкова Н.И., Паничев А.В.

Постановка проблем транспортного обслуживания регионов Дальнего Востока..... 170

Корьев В.Ю.

Формализация эмпирического подхода к выбору назначений судам при оперативном регулировании работы танкерного флота 173

Кузьмичев И.К., Корнев А.Б., Малышкин А.Г.

Задачи научных исследований в области пассажирских перевозок на речном транспорте 182

Кузьмичев С.В., Мордовченков Н.В., Сироткин А.А.

Формирование и развитие компетентности кадров железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли 190

Мордовченков Н.В., Новикова Т.Е.

Конвергенция мировой и региональной экономики в условиях рынка: инфраструктурный аспект 200

Никитин А.А., Костров В.Н., Костров С.В.

Моделирование организационно-экономического взаимодействия элементов портовой инфраструктуры комбинированных перевозок 206

Ничипорук А.О.

Опыт и проблемы построения транспортно-логистических систем доставки грузов 212

Пахомова Е.А.

Влияние теневой экономики и квазирыночных институтов на развитие постсоветского социума 219

Раздел VII

Эксплуатация водного транспорта, судовождение и безопасность судоходства

Лобанов В.А.

Тормозные качества комплекса «гребной винт-руль» во льдах..... 225

Пузанков Р.А., Клементьев А.Н.

Винторулевые колонки как средство улучшения поворотливости судов 235

Токарев П.Н.

Метод определения гидродинамических усилий на движительно-рулевом комплексе судна 240

Раздел VIII
Эксплуатация судового энергетического
оборудования

Коробко Г.И., Лебедев В.В., Ахлестин П.В. Моделирование судовой электроэнергетической системы с активным компенсатором нелинейных искажений напряжения	253
Соловьев А.В., Бажан П.И., Голубев И.В. Энергетическая эффективность судов	260
Шураев О.П., Бевза Д.И., Валиулин С.Н. Результаты численного моделирования движения газа в каналах компактного котла-утилизатора.....	268

Раздел IX
Философия. Общество. Культура

Богданов Д.В. Историческое становление и развитие социальных сетей	279
Владимиров А.А. Основные парадигмы человеческой истории.....	285
Зеленов Л.А. Проблемы модернизации философии	288
Тиховодова А.В. Критерий общественного прогресса в условиях глобальных проблем	293

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

BULLETIN
of the Volga State Academy
of Water Transport

Issue 50

VSUWT publishing house
N. Novgorod, 2017

Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport (VSAWT). Iss. 50. – N. Novgorod: VSUWT publishing house, 2017. – 302 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	Vladimirov A.A.	D.Sc.(Phil.), Professor
Volkov I.A.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.	Vorobjov A.V.	Ph.D.(Econ.), Professor
Vychuzhanin V.V.	D.Sc.(Tech.), 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
Korolev G.N.	D.Sc.(Jur.), Professor	Korolev Y.Y.	Ph.D. Associate Professor
Kostrov V.N.	D.Sc.(Econ.), Professor	Kurnikov A.S.	D.Sc.(Tech.), Professor
Lavrentieva E.A.	Ph.D.(Econ.), Professor	Mareev E.A.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.
Matveev Y.I.	D.Sc.(Tech.), Professor	Migunova T.L.	D.Sc.(Jur.), Professor
Myasnikov E.N.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.	Nikushenko D.V.	D.Sc.(Tech.), 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
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	Shamov A.N.	D.Sc.(Ped.), 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, Ph.D.
Shatalov V.V. – General Director of CB «Vympel», Professor

© VSUWT, 2017

CONTENTS

Section I

Waterways, ports and hydraulic engineering constructions

Sazonov A.A., Voronina J.E.

The research results of large ships carrying capacity increase possibilities at a section of Tchaikovsky canal-lock – Kambarka by improving river flow cascade regulation on Votkinsk and Kamsk hydroelectric power plants 15

Sitnov A.N., Kochkurova N.V., Miltsin D.A.

Justification of water balances parameters provision and of Nizhny Novgorod low-pressure hydroelectric power plant reservoir operation mode 23

Section II

Informatics, management systems, telecommunications and radiolocation

Bichik A.V., Egorov O.M., Zhylina S.B.

Development of structure algorithm for versatile postprocessor to create control program for analogous numerical control systems 35

Kochegarov V.M., Zorin A.V.

Sufficient condition of low-priority queue stationary distribution existence in a tandem of queuing systems 47

Malov A.S., Pluyshchaev V.I., Spitsina Yu.V.

Experimental verification of the split satellite navigation receivers usage possibility for determining of the ship traffic parameters 56

Mitroshina A.S., Pudov A.S., Fedosenko Yu.S.

The synthesis of service policies of objects flow in the system with refillable storage element 62

Neumark E.A.

Improving the quality of genetic algorithm initial population for the traveling salesman problem 69

Proidakova E.V.

The system with a fixed rhythm and inconstant intensity of service 73

Trukhina M.A.

Service schedule synthesis for the packet stream of identical objects 79

Section III

Reliability and resource in transport engineering

Yablokov A.S., Cherepkova E.A., Zozulya E.Y., Smallnov A.Yu.

Calculation console for testing of ship wastewater treatment 91

Section IV
Shipbuilding, ship repair, and ecological safety of the ship

<i>Galochkin D.A.</i> The role of the classification society in pre-production in russian shipyards	101
<i>Girin S.N., Frolov A.M.</i> Taking into account the influence of the wave vibration inland navigation vessels in the calculation of the additional wave bending moment	107
<i>Zyablov O.K., Kochnev Y.A.</i> The development of typical engineering models of the ships' repairing technology	113
<i>Karpov P.P., Kitaev M.V., Surov O.E.</i> Methods for reducing the wave bending moments in the redistribution of ship loading	119
<i>Lyubimov V.I.</i> The design features of the airplanes by A.N. Panchenkov.....	125
<i>Cheban E.Yu.</i> The Particulars of organization of work for preventing and elimination of oil spill on river's basin level organization.....	131

Section V
Financial and accounting-analytical problems of the modern economy

<i>Kraynova V.V., Kazakova E.S.</i> The improving of internal control over the expenditure of material assets on fleet.....	141
<i>Salmin P.S., Salmina N.A.</i> The method of analysis of productivity of high school teachers.....	145
<i>Telegus A.V.</i> The concept of «tax resident of the Russian Federation» for the persons sailing under the state flag of Russian Federation	153

Section VI
Economics, logistics and transport management

<i>Dvornikova E.N.</i> A comparative analysis of licensing certain types of activities in water transport in the United States and the Russian Federation	159
<i>Zhendareva E.S.</i> River companies of Western Siberia as production and transport complexes	163
<i>Kozhukhar' V.V., Sergeeva T.S., Volkova N.I., Panichev A.V.</i> Formulation of problems with transport service in the Far East regions	170
<i>Koryev V.J.</i> Formalization of empirical approach to tanker destinations selection under operative regulation of fleet work.....	173

<i>Kuzmichev I.K., Kornev A.B., Malyshkin A.G.</i> The tasks of scientific researches in the field of passenger transportations on river transport	182
<i>Kuzmichev S.V., Mordovchenkov N.V., Sirotkin A.A.</i> Formation and development of the personnel competence in the railway segment of the forwarding industry	190
<i>Mordovchenkov N.V., Novikova T.E.</i> Convergence of global and regional economy in the conditions of market: infrastructural aspect	200
<i>Nikitin A.A., Kostrov V.N., Kostrov S.V.</i> Modeling of organizational and economic interaction of the elements of port infrastructure in combined transportation	206
<i>Nichiporouk A.O.</i> Experience and problems of creation of transport and logistic systems of cargo delivery	212
<i>Pakhomova E.A.</i> The influence of the shadow economy and quasi-market institutions on the development of the post-soviet society	219

Section VII

Operation of water transport, navigation and safety of navigation

<i>Lobanov V.A.</i> Braking characteristics of the propulsion complex «propeller-wheel» when in ice	225
<i>Puzankov R.A., Klement'ev A.N.</i> Azimuth thruster device as a mean of increasing ship's manoeuvrability	235
<i>Tokarev P.N.</i> Method of determining hydrodynamic efforts on the ship's propulsion complex	240

Section VIII

Operation of ship power equipment

<i>Korobko G.I., Lebedev V.V., Ahlestin P.V.</i> Simulation of ship's electric power system with active compensator harmonic distortion	253
<i>Soloviev A.V., Bazhan P.I., Golubev I.V.</i> Energy efficiency of ships	260
<i>Shurayev O.P., Bevza D.I., Valiulin S.N.</i> The results of numerical modeling of gas dynamics in the ducts of a compact exhaust boiler	268

Section IX
Philosophy. Society. Culture

Bogdanov D.V.	
Historical formation and evolution of social networks	279
Vladimirov A.A.	
The basic paradigms of the human history	285
Zelenov L.A.	
The problems of philosophy modernization	288
Tikhovodova A.V.	
The criteria of social progress in the context of global problems	293

Раздел I

*Водные пути, порты
и гидротехнические сооружения*



Section I

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



УДК 627.815.4

*А.А. Сазонов, к.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Ю.Е. Воронина, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗМОЖНОСТИ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДОВ НА УЧАСТКЕ
ЧАЙКОВСКИЙ ШЛЮЗ – КАМБАРКА
ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ
РЕЧНОГО СТОКА КАСКАДА
ВОТКИНСКОГО И КАМСКОГО ГИДРОУЗЛОВ**

Ключевые слова: *регулирование стока, каскад водохранилищ, нижний бьеф, Воткинская ГЭС.*

В статье приводится анализ современного состояния участка Чайковский шлюз – Камбарка и результаты исследований по повышению его пропускной способности путем корректировки регулирования стока через каскад Камского и Воткинского водохранилищ. В общем виде приведены другие возможные варианты решений данного вопроса.

Ввод в эксплуатацию Камского и Воткинского гидроузлов (1954–1956 гг.) коренным образом изменил режим речного стока верхней Камы. И тем самым повлиял на габариты судового хода. Схема этого участка приведена на рис. 1.

Особо проблемным для судоходства стал участок нижнего бьефа Воткинской ГЭС от Чайковского шлюза до порта Камбарка, протяженностью 98 км, находящегося в безподпорном естественном состоянии, на котором имеется целый ряд затруднительных для судоходства перекатов, требующих производства дноуглубительных работ [1].

Кроме того, в результате естественных русловых процессов, свойственных для нижних бьефов гидроузлов, находящихся в безподпорном состоянии, за время эксплуатации Воткинского гидроузла произошло врезание дна (посадка уровня воды) примерно на 0,8–1,0 м. Все это требовало проводить большой объем дноуглубительных работ для поддержания заданных габаритов судового хода.

Так в период постепенного наполнения Воткинского водохранилища до отметки НПУ (1962–1965 гг.) на рассматриваемом участке нормируемая глубина судового хода постепенно увеличивается с 260 до 310 см, что потребовало большего объема дноуглубительных работ, в том числе в нижнем подходном канале к шлюзу, который в 1965 г. составил 4,4 млн. м³.

После наполнения Воткинского водохранилища до НПУ и ввода в 1966 г. гидроузла в постоянную эксплуатацию объем дноуглубительных работ резко уменьшился, который в 1966 году составлял 2,65 млн. м³. С 1966 по 1970 гг. с увеличением судоходной глубины с 320 до 330 см, объем дноуглубительных работ вновь вырос и в 1970 г. составил 3,9 млн. м³. По мере стабилизации русловых процессов к 1977 г. объем дноуглубительных работ снизился до 2,5 млн. м³ в год [2].

В 1982 г. нормируемая судоходная глубина на всем участке Чайковский шлюз – Камбарка была установлена равной 330 см, которая сохраняется до современного периода. А на участке Сарапул – Камбарка, протяженностью 28 км, нормируемая судоходная глубина составляла 400 см.



Рис. 1. Схема расположения Камского и Воткинского гидроузлов и водохранилищ на реке Кама

В период с 1978 по 1995 гг. объем дноуглубительных работ снизился до 1,0 тыс.м³. Однако в маловодные годы он вновь растет и достигает 350–500 тыс.м³. Вместе с тем падает и судоходная глубина. В маловодные 2010–2013 гг. судоходная глубина упала до 260 см, это привело к тому, что крупнотоннажные суда и составы могли эксплуатироваться только на 50–60% своей регистражной осадки. В результате произошли значительные потери провозной способности флота.

При этом необходимо отметить, что в начальный период эксплуатации Воткинского гидроузла поддержание проектного уровня 66,0 м.БС, при которой обеспечивается проектная глубина судового хода на участке Чайковский шлюз – Камбарка и на пороге Чайковского шлюза, было достаточным при расходе воды в створе Воткинской ГЭС 850–900 м³/с, то к началу 1990-х годов проектный уровень воды мог обеспечиваться только при расходе 1200–1250 м³/с.

В настоящее время для поддержания гарантированной глубины судового хода 3,3 м и глубины на нижнем пороге камеры Чайковского шлюза 3,5 м требуется уже расход воды в створе Воткинского гидроузла не менее 1300–1400 м³/с [3].

Проведенные нами исследования показали, что обеспечение гарантированных габаритов судового хода на участке Чайковский шлюз – Камбарка зависит от режимов работы тандема Камского и Воткинского водохранилищ [4].

Воткинское водохранилище не имеет достаточной полезной емкости для обеспечения потребных судоходных попусков в нижний бьеф Воткинского гидроузла. Поэтому основным регулятором, обеспечивающим потребные судоходные попуски, является Камское водохранилище.

Уровненный режим, а следовательно, и судоходные условия в нижнем бьефе Воткинского гидроузла, находящегося в бесподпорном состоянии, зависят от режима по-

пусков воды через Воткинскую ГЭС. Однако режим попусков в нижний бьеф зависит не только от сбросов воды из самого Воткинского водохранилища, но и определяется режимом регулирования вышележащим Камским водохранилищем [5].

Для рассмотрения вопроса возможности увеличения расхода воды в створе Воткинского гидроузла нами проведен анализ режимов наполнения и опорожнения Камского и Воткинского водохранилищ.

Анализ совмещенных режимов весеннего наполнения и преднавигационной сработки показал общее увеличение объема воды на конец навигации выше УМО (100,0 м.БС и 84,0 м.БС соответственно для Камского и Воткинского водохранилищ). Причем в Камском водохранилище тенденция более ускорена (за последние 50 лет осредненный уровень воды предполоводной сработки повысился на 1,0 м, а в Воткинском – на 0,5 м). Однако в обоих водохранилищах уровни преднавигационной сработки не достигают УМО и превышают его на 1,5 м.

Из совмещенных графиков колебаний уровня воды по гидропостам верхний бьеф Камской и Воткинской ГЭС за маловодные годы прослеживается достаточная возможность повышения уровня воды в период наполнения, что позволяет предположить реальную возможность наполнения водохранилища до НПУ согласно «Правилам...» [6]. В течение навигации прослеживается достаточно большой разброс в отметках уровня воды, что не может быть объяснено какими-либо закономерностями использования водных ресурсов в течение навигации. Это говорит о нерациональном использовании водных ресурсов и необходимости упорядочения регулирования стока.

За период с 1965 по 2014 гг. по отчетным данным построены осредненные графики наполнения-опорожнения Камского и Воткинского водохранилищ (рис. 2, 3). Верхняя огибающая кривая соответствует максимальным уровням воды, а нижняя – минимальным.

Анализ этих графиков показывает относительно большой разброс в уровнях воды Камского водохранилища в осенний период. Ситуация с Воткинским водохранилищем более стабильна по границам колебаний уровня, что характеризует достаточно сильную зависимость нижнего водохранилища от верхнего. Разброс уровней воды в Камском водохранилище на конец навигации составляет 3,5 м, тогда как в Воткинском – 3,0 м. Максимальная амплитуда колебаний уровня воды по Камскому водохранилищу составляет 8,5 м, а по Воткинскому – 4,2 м. При практически одинаковых напорах Камское водохранилище использует воду более активно на нужды энергетики, что ярко видно из значительных амплитуд колебания уровней воды.

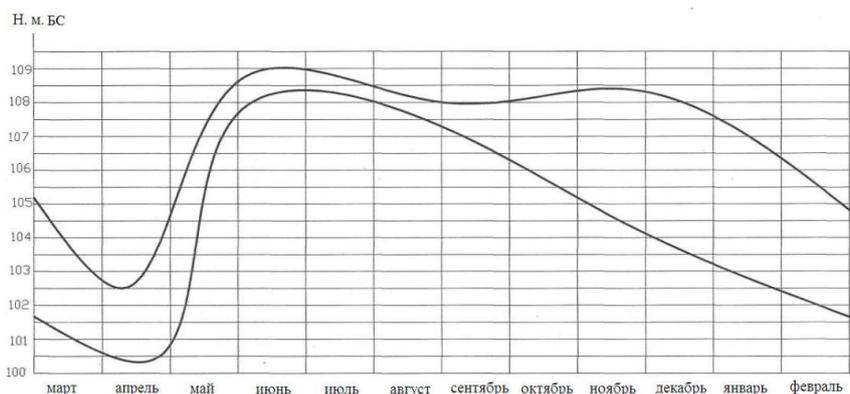


Рис. 2. Диспетчерский график наполнения-опорожнения Камского водохранилища (верхняя и нижняя огибающие кривые)

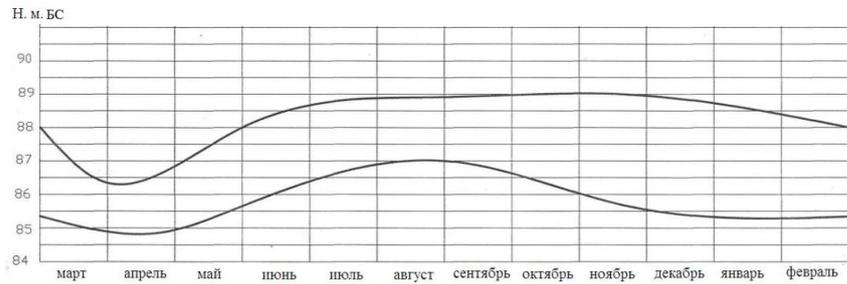


Рис. 3. Диспетчерский график наполнения-опорожнения Воткинского водохранилища (верхняя и нижняя огибающие кривые)

Представляет интерес в изыскании резервов воды в Камском водохранилище с целью их использования в Воткинском [7].

Прямая связь между реальными запасами воды в водохранилищах для регулирования стока в навигационный период и степени недосработки водохранилищ до отметок УМО за период 1995–2014 года прослеживается на рис. 4 (для Камского водохранилища) и на рис. 5 (для Воткинского).

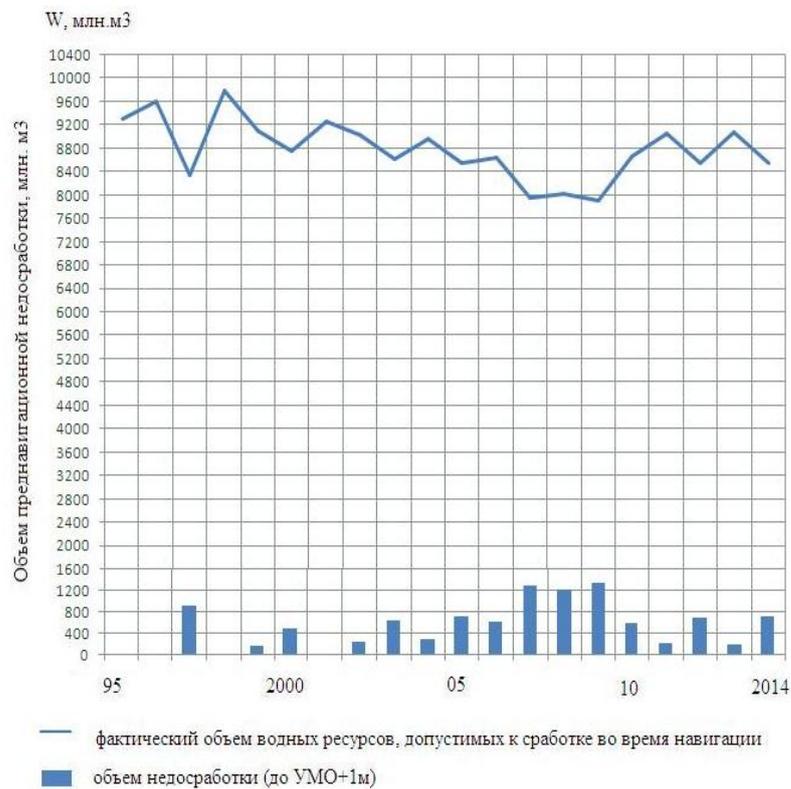


Рис. 4. Дополнительный объем водных ресурсов Камского водохранилища, допустимых к использованию во время навигации

Начиная с 2002 года Камское водохранилище постоянно имеет объем недосработ-

ки до указанной отметки УМО на 1,0 м. Однако Воткинское водохранилище этот показатель выдерживает на протяжении всего рассмотренного периода лет. Максимальная недоработка Камского водохранилища приходится на период 2005–2009 года, после чего показатели выравниваются. Ситуация с Воткинским водохранилищем – относительно стабильна и соответствует 200–400 км³ с небольшим уменьшением запасов воды. При этом практически во всех случаях, из-за недоработки обоих водохранилищ до указанной отметки, их регулирующая способность в полной мере не используется.

При сбросе дополнительного объема воды в течение навигации уровень воды в водохранилище будет уменьшаться, что повлечет за собой уменьшение отметки поверхности воды ниже минимальной навигационной сработки для конкретного водохранилища. Однако назначенные и действующие на данный момент значения отметок МНУ целесообразно изменить без дополнительных затрат и отрицательных последствий.



Рис 5. Дополнительный объем водных ресурсов Воткинского водохранилища, допустимых к использованию во время навигации

На основании выполненных исследований разработан типовой диспетчерский график регулирования стока Воткинского водохранилища с предлагаемой измененной отметкой МНУ=86,5 м.БС, который представлен на рис. 6.

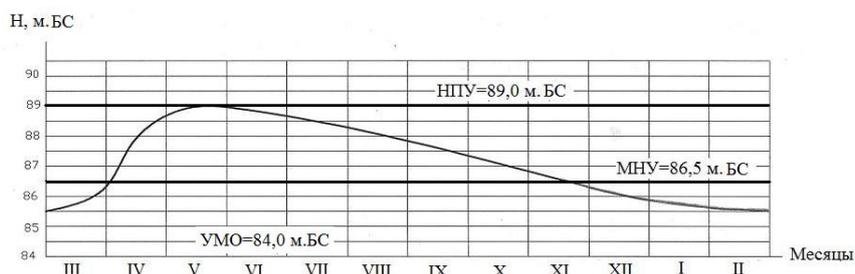


Рис. 6. Типовой диспетчерский график регулирования стока Воткинской ГЭС

Регулирование стока по данному графику повышает стабильность выдерживания необходимых судоходных глубин в нижнем бьефе Воткинского гидроузла.

Таким образом, на основании проведенных исследований каскада Камского-Воткинского водохранилищ целесообразно решение следующих вопросов по увеличению их регулирующей способности.

– Предложить сработку Воткинского водохранилища в период навигации с учетом дополнительного среднесуточного расхода воды в подготовительный период до отметки 86,5 м.БС, что позволит увеличить регулируемую емкость водохранилища.

– Увеличить проектный навигационный расход воды через створ Камского гидроузла до 1200 м³/с при 95% обеспеченности данных сбросов с учетом дополнительного среднесуточного расхода в подготовительный период.

– Увеличить проектный навигационный расход воды через створ Воткинского гидроузла до 1300 м³/с при 95% обеспеченности данных сбросов за счет использования недосрабатываемого расхода воды из Камского водохранилища и с учетом дополнительного среднесуточного расхода в подготовительный период.

– Скорректировать внутрigoдовое распределение забора воды из Камского и Воткинского водохранилищ на посленавигационный период с учетом транспортной составляющей.

Однако это частичное решение проблемы судоходства на участке Чайковский шлюз – Камбарка, так как существующие в настоящее время габариты судового хода и глубина на пороге Чайковского шлюза не позволяют эксплуатацию крупнотоннажных судов и составов на полную осадку.

Для решения этого вопроса требуется увеличение судоходных глубин на всем участке от Чайковска до Камбарки и увеличение глубины на пороге Чайковского шлюза.

Как известно, увеличение судоходной глубины возможно только до каких-то пределов, определяемых гидравлически допустимой глубиной на конкретном рассматриваемом участке водного пути с учетом его характеристик.

Проведенные нами расчеты гидравлически допустимой глубины на участке Чайковский шлюз – Камбарка тремя существующими в настоящее время различными методами показали, что при наихудшем варианте она может составлять 4,6 м [8]. Это говорит о том, что на участке нижнего бьефа Воткинской ГЭС до Камбарки комплексом путевых работ на отдельных проблемных участках можно без особых сложностей добиться глубины судового хода 4,0 м. Однако проблема эксплуатации крупнотоннажных судов на этом участке полностью не решается ввиду невозможности их прохождения через нижние пороги Чайковского шлюза, глубина на которых составляет 3,5 м.

Чайковский судоходный шлюз входит в состав Воткинского гидроузла и имеет следующие характеристики.

Шлюз однокамерный, с двумя параллельными нитками, расположен у левого берега. Полезная длина каждой камеры 285,2 м, ширина 29,85 м; глубины на верхних порогах составляет 5,0 м при проектном уровне воды верхнего бьефа 87,0 м.БС; на нижних порогах – 3,5 м при проектном уровне 66,0 м.БС нижнего бьефа гидроузла. Для подхода к шлюзу с нижнего бьефа имеется подходной канал длиной 3900 м и шириной 80 м. Внешний вид этого шлюза приведен на рис. 7.

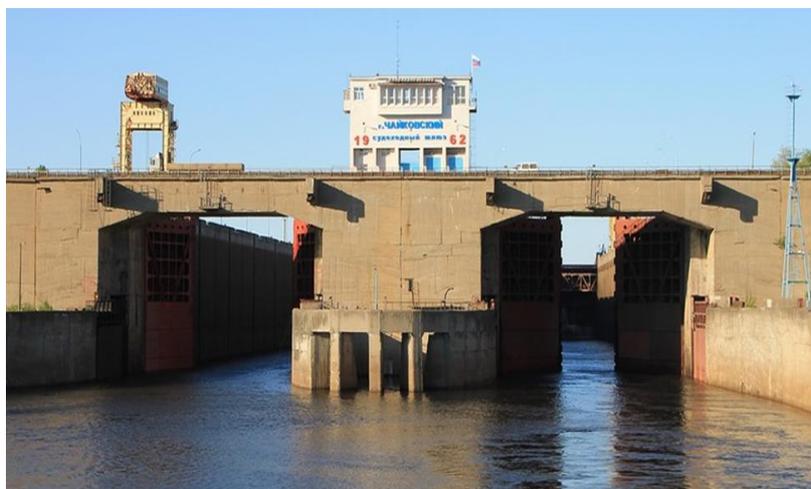


Рис. 7. Вид Чайковского шлюза с нижнего бьефа

Вопрос возможности пропуска через Чайковский шлюз крупнотоннажных судов и составов может быть решен, по нашему мнению, следующими путями:

– строительством однониточного или двухниточного низконапорного полушлюза в нижнем подходном канале, который примыкает к нижней голове существующей камеры с понижением отметки нижнего порога полушлюза при увеличении судоходной глубины в подходном канале (рис. 8, 9);

– строительством двухниточного низконапорного шлюза в нижней уширенной части подходного канала Чайковского шлюза также с понижением отметки заложения нижнего порога шлюза (рис. 10).

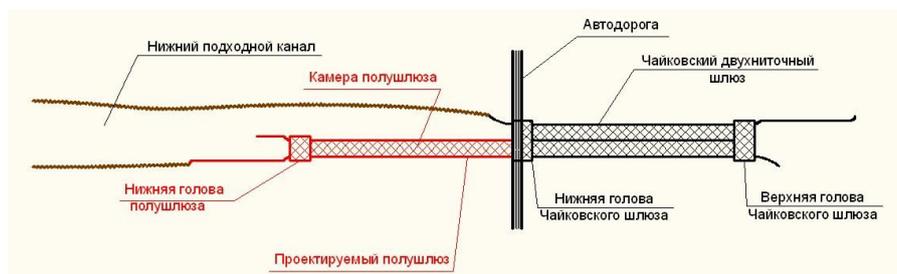


Рис. 8. Схема компоновки однониточного полушлюза

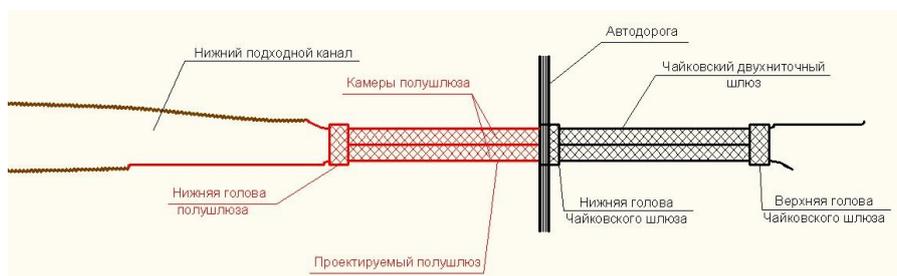


Рис. 9. Схема компоновки двухниточного полушлюза

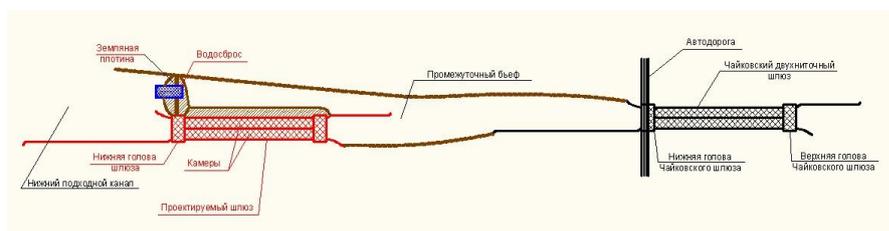


Рис. 10. Компоновка основных сооружений проектируемого судоходного шлюза

Поскольку объем сливной призмы существующего Чайковского шлюза значительно больше объема сливной призмы нового низконапорного судоходного шлюза, то предусмотрена возможность сброса излишков воды из промежуточного бьефа между шлюзами в нижний бьеф предполагаемого низконапорного шлюза. Для этих целей используется водосброс автоматического действия.

Водосброс запроектирован в виде водослива практического профиля автоматического действия с отметкой порога, равной нормальной отметке межшлюзового бьефа – 69,0 м.БС. В составе водосброса предусмотрены водобой и рисберма для гашения энергии потока и предотвращения размыва дна нижнего бьефа [9].

Водосброс располагается в нижней части напорного фронта промежуточного бьефа в створе нижней головы проектируемого шлюза.

Реализация любого из предложенных выше вариантов позволяет решить проблему судоходства крупнотоннажных судов на всем участке от Чайковского шлюза до Камбарки и их пропуска через судоходный шлюз с загрузкой на полную осадку.

Проблему повышения пропускной способности участка р. Кама Чайковский шлюз – Камбарка можно осуществить и другими путями:

- повышением отметки НПУ Нижнекамского водохранилища до 68,0 м.БС;
- строительством низконапорного гидроузла примерно на 70 км ниже створа Воткинского гидроузла.

Однако, как показали предварительные расчеты, строительство низконапорного гидроузла встанет дороже как минимум в 5–8 раз.

Список литературы:

- [1] Сазонов А.А. Характеристика судоходного состояния водных путей ЕГС европейской части России / А.А. Сазонов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – № 29. – Н.Новгород: ВГАВТ, 2011. – 80–86 с.
- [2] Сазонов А.А. Особенности руслового режима зоны переменного подпора камского водохранилища / А.А. Сазонов, В.К. Калужный // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – № 29. – Н.Новгород: ВГАВТ, 2011. – 93–98 с.
- [3] Шестова М.В. Исследование трансформации попусков в нижних бьефах гЭС и их влияние на объемы дноуглубительных работ / М.В. Шестова, Ю.Е. Воронина, А.Н. Ситнов, И.В. Липатов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – № 1. – Новосибирск, 2012. – 188–191 с.
- [4] Шестова М.В. Гидрологический режим нижних бьефов ГЭС и его влияние на условия судоходства: диссертация ... кандидата технических наук / М.В. Шестова. – Н. Новгород, 2006.
- [5] Шестова М.В. Прогноз интенсивности русловых переформирований в нижних бьефах ГЭС / М.В. Шестова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – № 18. – Н.Новгород: ВГАВТ, 2006. – 76–81 с.
- [6] «Основные положения правил использования водных ресурсов Камского (Пермского) и Воткинского водохранилищ на р. Каме». – Москва, 1965.
- [7] Фролов Р.Д. Гидравлический режим нижнего бьефа нижегородской ГЭС на Волге и организация судоходства // Р.Д. Фролов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – № 8. – Н. Новгород: ВГАВТ, 2004. – 83–89 с.

- [8] Руководство по методам расчета планирования и оценке эффективности путевых работ на свободных реках. – М.: Транспорт, 1978.
[9] СНиП 12-07-86. Судоходные гидротехнические сооружения. – М.: Издательство стандартов, 1986.

**THE RESEARCH RESULTS OF LARGE SHIPS CARRYING
CAPACITY INCREASE POSSIBILITIES AT A SECTION
OF TCHAIKOVSKY CANAL-LOCK – KAMBARKA
BY IMPROVING RIVER FLOW CASCADE REGULATION
ON VOTKINSK AND KAMSK HYDROELECTRIC
POWER PLANTS**

A.A. Sazonov, J.E. Voronina

Keywords: *flow regulation, reservoirs cascade, downstream pool, Votkinsk hydroelectric power station.*

The authors analyze current state of the site Tchaikovsky canal-lock – Kambarka and provide the results of research dealt with improving its carrying capacity by the regulation of the flow through a cascade of Kamsk and Votkinsk reservoirs. Other possible solutions to this issue are also listed in the article.

Статья поступила в редакцию 06.07.2016 г.

УДК 627.81.556.55

*А.Н. Ситнов, д.т.н., проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Н.В. Кочкурова, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Д.А. Мильцын, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ И РЕЖИМА
РАБОТЫ ВОДОХРАНИЛИЩА НИЖЕГОРОДСКОГО
НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОУЗЛА**

Ключевые слова: *режим работы водохранилища, показатели водохозяйственных расчетов.*

В статье приводятся результаты расчетов обеспеченности основных водохозяйственных показателей по зоне водохранилища Нижегородского низконапорного гидроузла в текущем состоянии и на перспективу, а также диспетчерские графики работы водохранилища при различных условиях водности.

Согласно «Стратегии развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года» в качестве одного из основных мероприятий планируется реализация проектов строительства новых гидротехнических сооружений для ликвидации «узких мест» на Единой глубоководной системе Европейской части России. Одним из таких проблемных для судоходства мест является участок реки Волга

от г. Городец до г. Нижний Новгород, где в настоящее время принято решение о строительстве низконапорного гидроузла.

Водоохранилище Нижегородского низконапорного гидроузла (ННГУ) на реке Волге предназначено для подъема уровня воды на участке Городец – Нижний Новгород и на порогах судоходных шлюзов Городецкого района гидросооружений до проектной отметки 68,00 м БС с целью обеспечения бесперебойного судоходства в навигационный период.

При производстве водохозяйственных расчетов по зоне водоохранилища Нижегородского низконапорного гидроузла до строительства и на перспективу в рамках проектирования объекта «Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла» производился расчет водохозяйственных балансов [1] и их анализ по следующим критериям:

1. Обеспеченность по числу бесперебойных лет $P_{\text{чбл}}$ диапазона значений объемов водопотребления, вычисляемая в процентах по формуле:

$$P_{\text{чбл}} = \frac{N - m}{N + 1} \cdot 100,$$

где N – продолжительность многолетнего расчетного ряда, в годах;

m – число бесперебойных лет (число лет, когда потребности в воде со стороны водопользователя не выдержаны в полном объеме), в годах.

Обеспеченность по числу бесперебойных лет показывает вероятность того, что потребности в воде со стороны водопользователей будут выдержаны в полном объеме в $P_{\text{чбл}}$ лет из 100.

Рекомендуются критериальные значения: при водохозяйственном проектировании величина расчетной обеспеченности по числу бесперебойных лет принимается для хозяйственно-питьевого водоснабжения 95–97%; промышленности 95%; водного транспорта и рыбного хозяйства (экологический попуск) – 75–90%; санитарного пуска – 95–97%.

2. Максимальная глубина перебоев G_{max} .

При допущении дефицита водных ресурсов рассчитывается масштаб и глубина перебоев G за пределами расчетной обеспеченности, то есть в оставшихся $(100 - P_{\text{чбл}})$ годах.

Расчет показателя и соответствие его критерию определяется:

$$G = \frac{W_{\text{сниж}}}{W_{\text{пл}}} \cdot 100 \leq G_{\text{max}}, \quad (2)$$

где $W_{\text{сниж}}$ – размер снижения объемов подачи воды (или расхода) отдельным водопользователям;

$W_{\text{пл}}$ – объем (расход) заявленных потребностей водопользователями.

При высоких значениях коэффициента вариации и сезонного стока глубина перебоев может достигать более 50% полезной водоотдачи. Критериальные значения глубины перебоев предъявляются для городского водоснабжения и промышленности – здесь максимальная глубина перебоев не должна превышать 10%. При определении показателей в расчетах принимается не диапазон значений водопотребления, а их конкретные значения (как и при расчетах водохозяйственного баланса).

В связи с тем, что при дефиците в размере 1% обеспеченность покрытия увеличивается на 5–10% (т.е. указывается диапазон обеспеченности) в расчетах принимается минимальная обеспеченность из рекомендуемых. Поэтому допускать дефицит по какому-либо виду водоотдачи можно в таком размере, чтобы обеспеченность покрытия по возможности не опустилась ниже минимальной.

- водный транспорт на РВХУ – 100%, в нижнем бьефе – 75%;
- рыбное хозяйство (экологический попуск) – 75%;
- санитарный попуск – 95%;
- водопотребители участка – 95%.

Устранение дефицита за счет снижения комплексного попуска $W_{кп}$ производится по максимальной величине составляющих его попусков в те или иные месяцы, но в целом по возможности с соблюдением ограничений по обеспеченности $P_{чбл}$.

Расчет обеспеченностей показателей производится по предложенной нами методике:

а) По водохозяйственным балансам при наличии большого числа назначенных вариантов обеспеченностей стока определяется граничное значение обеспеченности, начиная с которого при ухудшении водности наступают перебойные годы. В рассматриваемом случае расчет водохозяйственных балансов был произведен при ограниченном числе стандартных квантилей обеспеченности, при этом были построены на основе водохозяйственных балансов графики изменений объемов стока приходной и расходной частей плановых и перспективных балансов от обеспеченности стока по лимитирующему и другим месяцам года, в которых имелся дефицит стока. По этим графикам определены граничные значения обеспеченностей $P_{гр}$, разделяющие шкалу обеспеченностей на две части: $P=0 \div P_{гр}$ (бесперебойные годы) и $P=P_{гр} \div 100$ (перебойные годы). Для нахождения числа перебойных лет по таблице ординат кривой аналитического распределения вероятностей превышения расходов годового стока в створе Нижегородского гидроузла определяются для $P_{гр}$ соответствующие им значения граничных расходов $Q_{гр}$, а по таблице эмпирического распределения подсчитывается число лет, попавших в область перебойных лет, когда среднегодовой расход $Q < Q_{гр}$. Полученное число перебойных лет m используется при расчете $P_{чбл}$ (формула 1).

б) В перебойных годах имеется дефицит баланса и его устранение производится за счет снижения отдачи воды на те или иные цели, что, в свою очередь, используется при расчете глубины перебоев (формула (2)). Оба показателя рассчитываются в годовом разрезе. Расчет производится по составляющим комплексного попуска (санитарному, экологическому, транспортному, хозяйственному попускам), а также водопотребителям на расчетном водохозяйственном участке (РВХУ).

в) Вместе с тем, обеспеченность по числу бесперебойных лет по водному транспорту для нижнего бьефа ННГУ является низкой в силу жесткости самого показателя, поскольку наличие даже одного перебойного месяца в навигацию относит год той или иной водности в целом к перебойному. В связи с этим рекомендуется для водного транспорта использовать показатели обеспеченности по сумме бесперебойных месяцев многолетнего расчетного периода, что позволяет оценить относительную продолжительность бесперебойных интервалов времени.

Расчет обеспеченности по сумме бесперебойных месяцев производится по формуле:

$$P_{сбм} = \frac{M}{N \cdot n} \cdot 100, \quad (3)$$

где M – суммарная продолжительность бесперебойных периодов времени в расчетном ряду, мес.;

n – продолжительность навигационного периода в году, мес. Принимается с апреля по ноябрь ($n=8$).

Последовательность нахождения бесперебойных месяцев при разной обеспеченности стока аналогична указанной выше для определения числа бесперебойных лет, при которой также находятся граничные значения годовых обеспеченностей стока, соответствующие им расходы и число бесперебойных месяцев.

По результатам балансовых расчетов при устранении дефицита воды в годы разной обеспеченности стока за счет снижения отдачи воды по составляющим комплексного попуска или уменьшения водопотребления на участке также произведен расчет глубины перебоев по месяцам и году в целом.

Рассчитаны параметры глубины перебоев составляющих комплексного попуска при стандартных квантилях обеспеченности стока. Вместе с тем, для расчета обеспеченности водохозяйственных показателей по числу бесперебойных лет и сумме бесперебойных месяцев требуется знание граничных значений обеспеченностей стока $P_{гр}$, с которых начинаются перебойные годы (месяцы). Они определены построением графиков изменений приходной и расходной частей баланса по месяцам года в точках пересечения ветвей графиков.

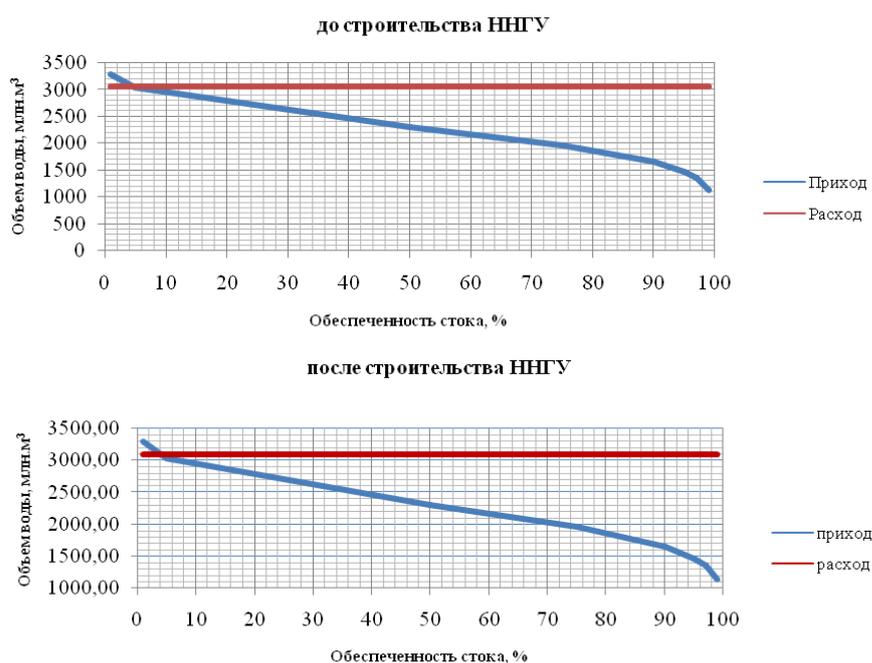


Рис. 1. Графики изменения приходной и расходной частей баланса по августу

При этом перебойные годы начинаются с граничных значений обеспеченностей стока в лимитирующем месяце (в нашем случае в августе до строительства ННГУ при $P_{гр}=4,6\%$, после строительства ННГУ при $P_{гр}=4,2\%$). С использованием полученных значений $P_{гр}$ и глубины перебоев при стандартных квантилях обеспеченностей построены графики глубины перебоев транспортного, хозяйственного и санитарного попусков по месяцам года до и после строительства ННГУ. Экологический попуск, а также водопотребление на РВХУ дефицитами воды в годовом и месячном разрезах не затронуты.

Расчет обеспеченностей по числу бесперебойных лет и сумме бесперебойных месяцев произведен с использованием графиков соотношений требуемых и расчетных значений попусков по месяцам года. В качестве примера на рисунке 2 приведен такой график для транспортного попуска на период до строительства ННГУ.

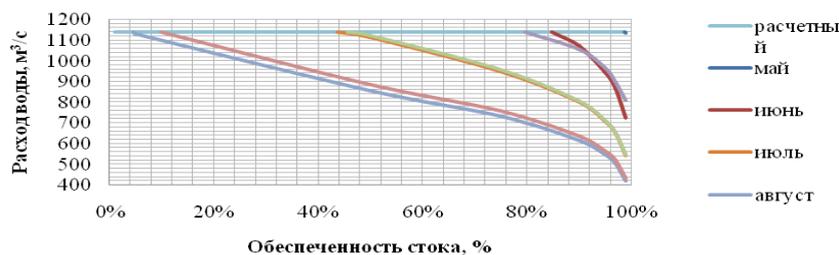


Рис. 2. Соотношение требуемого и расчетных значений транспортного попуска по месяцам (до строительства ННГУ)

По данным рисунка 2 перебои с обеспеченностью транспортного попуска наступают с уменьшением водности, захватывая увеличивающийся период навигации. Так, начиная с обеспеченности стока $P_{гр}=4,6\%$, перебои наступают в августе, с $P_{гр}=9,9\%$ в сентябре, с $P_{гр}=43,7\%$ в июле и т.д.

Графики изменения глубины перебоев по месяцам для транспортного попуска приведены на рис. 3.

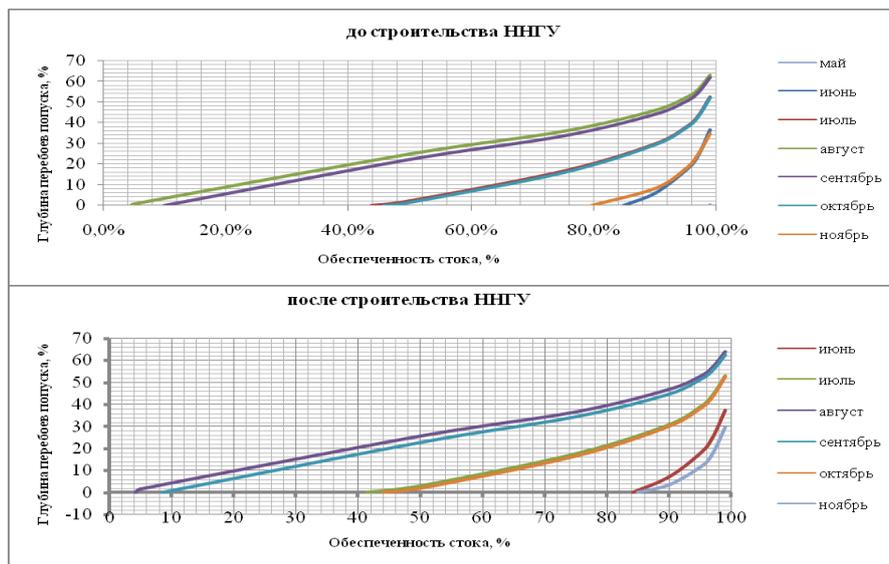


Рис. 3. Глубина перебоев транспортного попуска по месяцам

Значение $P_{гр}$ в лимитирующем месяце (августе) дает возможность определить число перебойных лет n в гидрологическом ряду, $P_{гр}$ во всех месяцах – сумму бесперебойных месяцев M . Обобщенные значения рассматриваемых выше показателей приведены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что из составляющих комплексного стока наиболее необеспеченным является транспортный попуск в нижний бьеф ННГУ, обеспеченность которого понижается практически на всем интервале водности. Хозяйственный и санитарный попуски затрагиваются лишь при малой водности (обеспеченности 95% и выше). Аналогичный характер проявления дефицитов воды отражается в показателе глубины перебоев – основные перебои наблюдаются по транспортному попуску почти на всем интервале обеспеченностей стока, возрастая по глубине

перебоев в целом по навигации до 36–37% при малой водности (в отдельные месяцы выше) и частично по санитарному и хозяйственному попускам до незначительных величин.

Таблица 1

Обеспеченность водохозяйственных показателей

Вид попуска	Обеспеченность по числу бесперебойных лет $P_{чбл}$, %		Обеспеченность по сумме бесперебойных месяцев, $P_{сбм}$, %		Глубина перебоев, %	
	до строительства ННГУ	после строительства ННГУ	до строительства ННГУ	после строительства ННГУ	до строительства ННГУ	после строительства ННГУ
Транспортный	3,5	3,5	58,04	57,81	0,11-36,93	0,21-36,90
Хозяйственный	91,2	91,2	-	-	0,05-7,60	0,19-8,13
Санитарный	96,5	96,5	-	-	до 3,87	до 4,17
Экологический	98,2	98,2	-	-	-	-
Комплексный	3,5	3,5	-	-	0,04-26,99	0,08-27,03

Поскольку проектируемое водохранилище будет работать в транзитном режиме и предназначено для поддержки уровня воды на расчётном водохозяйственном участке, то сбросы воды через ННГУ зависят от водности года: в маловодные годы неизбежно возникает уменьшение отдачи и, как следствие, ограничение водопотребления в нижнем бьефе низконапорного гидроузла; в многоводные годы излишки воды, сверх необходимых для поддержания заданной отметки уровня воды на участке, сбрасываются в нижний бьеф, увеличивая его водообеспеченность.

Порядок использования водных ресурсов водохранилища в условиях неравномерного стока устанавливается диспетчерским графиком, основной задачей которого является: поддержание гарантированной отдачи с гарантированным обеспечением благоприятных условий для судоходства в верхнем и нижнем бьефах низконапорного гидроузла, смягчение перебоев водоотдачи в маловодные годы, сокращение холостых сбросов в многоводные годы.

Основной метод для разработки диспетчерских графиков являются водохозяйственные балансы по объёму годового стока на РВХУ «Створ Нижегородского гидроузла – створ ННГУ» различной обеспеченности, учитывающие приходную, расходную часть баланса и расчетные параметры наполнения и сработки водохранилища в соответствии с методикой [2].

За расчетные интервалы при составлении водохозяйственных балансов принимается месячный интервал с разбивкой на декады в половодье (апрель – июнь) и в ноябре. Это связано не только со значимой внутримесячной неравномерностью стока в половодье, но и особенностями водного режима создаваемого водохранилищем на участке.

Необходимые условия для судоходства, связанные с установлением судоходных глубин на участке при отметке 68,0 мБС, должны быть обеспечены к открытию навигации (как правило, к третьей декаде апреля). Сработка водохранилища до бытовых уровней производится после окончания навигации (как правило, с третьей декады ноября). Поэтому для установления режима работы создаваемого водохранилища необходимо знание водообеспеченности участка в указанные периоды с большей детализацией.

Диспетчерский график включает 4 основных зоны: зону гарантированной отдачи, зону ограничения отдачи, зону избытков стока и зону зимней межени и представляет собой зависимость уровня воды в водохранилище от времени $z=f(t)$.

Согласно принятым проектным решениям, эксплуатация водохранилища ННГУ будет осуществляться в двух режимах: заполненное водохранилище до проектной

отметки 68,00 мБС в навигационный период и опорожненное до бытовых уровней реки в межнавигационный период (зимняя межень). В силу специфики режима работы водохранилища ННГУ диспетчерский график будет представлять противоперебойную линию, являющуюся верхней границей зоны гарантированной отдачи. Эта линия включает: ветвь поддержания проектной отметки 68,00 мБС в водохранилище ННГУ, сработку водохранилища после завершения периода навигации до бытовых уровней в реке, ветвь наполнения, обеспечивающую аккумуляцию запаса воды, необходимую для поддержания проектной отметки в водохранилище.

Методика построения диспетчерских графиков работы водохранилища ННГУ принята в следующей последовательности:

1. Определяется дата начала периода навигации (ориентировочно начало третьей декады апреля), когда уровень воды в водохранилище гарантированно поддерживается на отметке не ниже отметки НПУ = 68,00 мБС.

2. Обратным ходом от даты начала навигационного периода строится ветвь наполнения водохранилища согласно водохозяйственному балансу за расчетные интервалы (декады за апрель). При этом уровни воды за расчетные интервалы времени определяются по данным балансов согласно графику зависимости расхода и уровня воды в нижнем бьефе ННГУ $Q=f(z)$, представленному на рисунке 4. График $Q=f(z)$ получен по результатам инженерных изысканий. В маловодные года во время половодья при уровнях воды в реке менее 68,00 мБС, затворами перекрывают водосливные пролеты бетонной плотины, заполняя чашу водохранилища ННГУ транзитным стоком за расчетные интервалы (декады за апрель). Количество перекрываемых водосливных пролетов бетонной плотины при наполнении водохранилища, в этом случае, определяется графиками маневрирования затворами в зависимости расчетного расхода. В многоводный период как такового наполнения водохранилища не будет, т.к. расходы, проходящие через створ гидроузла, соответствуют уровням воды более 68,00 мБС. Все затворы водосливных пролетов бетонной плотины полностью открыты. Задача регулирования в данном случае сводится к своевременному перекрытию затворами водопропускных отверстий на водосливной плотине ННГУ при снижении расхода в реке в мае – июне.

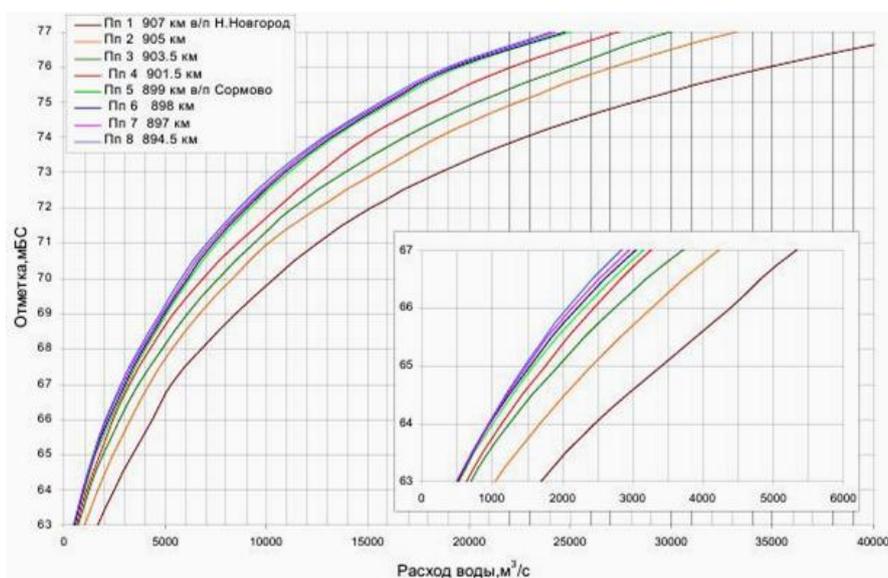


Рис. 4. Графики зависимости расхода и уровня воды в нижнем бьефе ННГУ

3. После установления в водохранилище гарантированной отметки НПУ = 68,00 мБС, оно будет работать в транзитном режиме до конца навигации.

4. Определяется дата окончания периода навигации (ориентировочно начало третьей декады ноября).

5. Прямым ходом от даты окончания навигационного периода строится ветвь опорожнения водохранилища, ограниченная снизу уровнями воды в реке за расчетные интервалы времени (третья декада ноября – декабрь). Построение ветви опорожнения выполняется расчетом с соблюдением допустимой скорости понижения уровня воды в водохранилище ННГУ не более 0,5 м/сутки, суммируя объем транзита стока за расчетные интервалы времени (третья декада ноября – декабрь) с объемом опорожняемой чаши водохранилища.

6. По точкам пересечения ветвей наполнения и уровней воды в реке (начальных уровнях воды в водохранилище) определяются даты начала и продолжительности периодов наполнения водохранилищ.

7. По точкам пересечения ветви опорожнения с уровнями воды в реке определяются даты окончания и продолжительности периодов опорожнения водохранилища.

Согласно представленной методике построены диспетчерские графики работы водохранилища ННГУ при обеспеченностях стока 1, 50, 75, 99 %, которые представлены на рисунке 5.

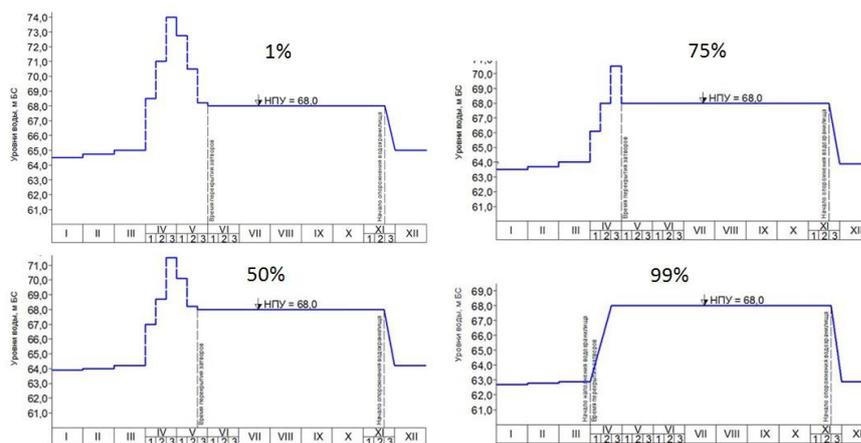


Рис. 5. Диспетчерские графики работы водохранилища ННГУ по 1%, 50%, 75%, 99% обеспеченности годового стока

Результаты проведенных водохозяйственных расчетов и их анализ позволяют сделать следующие выводы:

1. Обеспеченность водохозяйственных показателей в вариантах до строительства низконапорного гидроузла и после строительства отличаются незначительно. Обеспеченности по числу бесперебойных лет до и после строительства ННГУ по всем видам попусков совпадают, по сумме бесперебойных месяцев (для транспортного попуска) после строительства на 0,2% ниже, по глубине перебоев по году на доли процента выше. Это говорит о незначительном влиянии наполняемого на навигацию водохранилища на обеспеченность водохозяйственных показателей.

2. Анализ диспетчерских графиков работы водохранилища ННГУ показывает, что при обеспеченности стока 1, 50, 75% как таковое наполнение водохранилища отсутствует, поскольку расходы, проходящие через створ ННГУ, соответствуют уровням воды выше 68,00 мБС и на диспетчерских графиках показаны временные отрезки по

перекрытию затворами водопропускных отверстий на водосливной плотине при снижении расхода. Ветвь наполнения ложа водохранилища присутствует только при 99% обеспеченности годового стока и составляет 20 дней.

3. Расчеты режимов работы водохранилища ННГУ при различных обеспеченностях годового стока показывают, что максимальная продолжительность периода опорожнения составляет 10,5 дней при 99% обеспеченности годового стока, а минимальная – 4,6 дней при 1% обеспеченности годового стока.

Список литературы:

- [1] Ситнов А.Н., Гоголев А.Е., Матюгин М.А. Методологические особенности расчета водохозяйственных балансов и их результаты по зоне водохранилища Нижегородского низконапорного гидроузла // Вестник ВГАВТ. Вып. 48. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – С. 34–44.
- [2] Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов, Утв. Приказом МПР РФ от 30.11.2007 – № 314.

**JUSTIFICATION OF WATER BALANCES PARAMETERS
PROVISION AND OF NIZHNY NOVGOROD LOW-PRESSURE
HYDROELECTRIC POWER PLANT
RESERVOIR OPERATION MODE**

A.N. Sitnov, N.V. Kochkurova, D.A. Miltsin

Keywords: the mode of reservoir operation, indicators of water management calculations.

The article presents the results of basic water-related indicators availability calculations in the area of Nizhny Novgorod low-pressure hydroelectric power plant reservoir in its current state and future prospects, as well as dispatching schedules of reservoir operation under different conditions of water availability.

Статья поступила в редакцию 10.10.2016 г.

А.Н. Ситнов, Н.В. Кочкурова, Д.А. Мильцын
Обоснование параметров обеспеченности водохозяйственных балансов и режима работы ...

Раздел II

***Информатика, системы управления,
телекоммуникации и радиолокация***



Section II

***Informatics, management systems, tele-
communications and radiolocation***



УДК 004.9:629.7.05

А.В. Бычик, инженер, ИТ ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА»

О.М. Егоров, ведущий инженер, ИТ ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА»

С.Б. Жилина, начальник отдела ИТ ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА»

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПОСТПРОЦЕССОРА, ГЕНЕРИРУЮЩЕГО УПРАВЛЯЮЩУЮ ПРОГРАММУ ПОД АНАЛОГИЧНЫЕ СЧПУ

Ключевые слова: универсальный, постпроцессор, Fanuc, iTHC530, CAM, СЧПУ.

В статье рассмотрена проблема использования оригинальных функций при генерации управляющих программ для различных систем численного программного управления (СЧПУ) в механообработке, поставлена задача по унификации постпроцессора, рассмотрены подходы к унификации, выдвинуты требования к универсальному постпроцессору. На предмет выполнения поставленных условий проведен обзор существующих решений и предложен алгоритм создания универсального постпроцессора, позволяющего использовать единый проект механообработки для станков, оборудованных различными системами ЧПУ. Реализация описанных алгоритмов произведена в среде VC++ путем разработки постпроцессора, позволяющего на основе одного проекта механообработки генерировать корректные управляющие программы для различных стоек Fanuc 0/16/18/32, Agimatik, iTHC530 с поддержкой оригинального функционала.

Введение

Потребность замены устаревших постпроцессоров – проблема, с которой сталкиваются, главным образом, большие компании. Такие постпроцессоры, созданные для ЭВМ, выпущенных много лет назад, практически невозможно использовать на современных вычислительных платформах, поэтому приходится разрабатывать или покупать новые постпроцессоры. Трудность состоит в том, что новый постпроцессор, как правило, не будет поддерживать существующие САМ-данные, то есть придется создать новую управляющую программу (УП).

Разработчики САМ признают существование вышеназванной проблемы и частично совершенствуют свои продукты, но никто не может сказать, сколько времени потребуется для их разрешения.

Более эффективный путь – использование одного из нескольких универсальных постпроцессоров, существующих сегодня на рынке. Эти программы совместимы с наиболее популярными САМ-системами и созданы компаниями, которые специализируются в данной области. Универсальные постпроцессоры имеют достаточно инструментов для получения управляющих программ на разнообразные сложные станки и поддерживают специальные функции систем ЧПУ [2].

Возможным решением проблемы использования постпроцессоров было бы принятие станкостроительной промышленностью современного и более жесткого стандарта для NC программирования. Такой стандарт позволил бы программу, разработанную для некоего станка, использовать для любой комбинации «станок – система ЧПУ», независимо от изготовителя. Это фактически устранило бы потребность в разработке постпроцессоров для новых станков, которые соответствуют стандарту.

Как ни странно, такой стандарт уже существует примерно с середины 70-х годов. Известный как BCL, он был создан по инициативе военных ведомств США с тем, чтобы преодолеть проблему несовместимости NC программ со станками в проектах по перемещению производства критических компонентов с одного завода на другой.

Почему BCL стандарт не используется сегодня? Соответствие станков такому стандарту потребовало бы дополнительных затрат, но основная причина – невозможность сотрудничества лидеров станкостроительной промышленности в силу конкурентного характера данной отрасли. Все же несколько производителей станков предлагают в качестве опции соответствие своего оборудования стандарту BCL, но большинство САМ систем не способны генерировать BCL файл [1].

Постановка задачи и методы ее решения

Рассмотрим постановку задачи на примере предприятия ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА», хотя все нижеописанное можно обобщить на любое предприятие, используемое СЧПУ разных типов. Для разработки управляющих программ ЧПУ на предприятии используется САМ-система легкого уровня T-Flex ЧПУ 2.5D/3D, под которую за время использования разработано большое количество шаблонов, макросов и пользовательских циклов. Эти наработки позволяют генерировать компактные и гибкие управляющие программы для решения задач связанных с 2.5D, 3D и 3+2D обработкой на обрабатывающих центрах фрезерной и токарной групп.

На предприятии долгое время использовались станки с СЧПУ типа Fanuc, однако, в ходе расширения производства станочный парк пополнился станками с аналогичным функционалом, но имеющими СЧПУ iTNC530 (язык программирования открытым текстом – heidenhain), поэтому возникла необходимость обеспечить как можно более полную совместимость проектов механообработки для станков с различными системами типа Fanuc, iTNC530 и др.

Помимо этого, в архиве предприятия существует множество проектов механообработки, уже реализованных под СЧПУ Fanuc. Эти проекты необходимо в максимально сжатые сроки адаптировать к новой системе ЧПУ для равномерного распределения производственной нагрузки на весь станочный парк. Таким образом, постпроцессор должен учитывать уже сложившийся подход к программированию станков ЧПУ при генерации управляющих программ.

Оригинальные функции СЧПУ позволяют значительно сократить время разработки и повысить качество УП, за счет встроенных циклов обработок, а также повысить читаемость и удобство их редактирования программистом или наладчиком непосредственно на стойке, что является огромным преимуществом при возникновении критических ситуаций на производстве, например, запуск производства детали после проведения незначительных конструктивных изменений [4].

Однако, помимо перечисленных выше плюсов, реализация оригинальных функций (присущих только одному типу СЧПУ) приводит к утрате универсальности программ и, как следствие, к снижению совместимости со станками с различными СЧПУ, что представлено на рисунке 1 в виде схемы.

В ходе анализа данной задачи выделено два решения:

– унификация со стороны УП, т.е. отказ от всего специфического функционала обработок присущего любой СЧПУ, и программирование с использованием G-кодов, в соответствии со стандартами DIN 66025/ISO 6983/ГОСТ 20999 [9]. Полученная таким образом программа пригодна к использованию на любых станках-аналогах поддерживающих указанный стандарт;

– унификация со стороны постпроцессора, т.е. реализация функционала аналогичного встроенному при постпроцессировании. Полученная таким образом УП не будет универсальной, однако, на основе одного и того же проекта механообработки можно генерировать управляющую программу как для СЧПУ, для которой программа разрабатывалась, так и ей аналогичной без потери информации.



Рис. 1. Потеря универсальности УП при использовании оригинальных функций

Поскольку сложившийся на предприятиях подход к программированию ЧПУ предполагает использование встроенного функционала, второй вариант является наиболее предпочтительным.

Таким образом, унификация со стороны постпроцессора обусловливается его возможностью генерировать управляющие программы для станков-аналогов без потери преимуществ достигнутых использованием встроенного функционала, на рисунке 2 это пояснено выделением общей части.

Исходя из вышесказанного, можно обозначить следующие требования к постпроцессору:

- возможность дополнения постпроцессора УП новыми функциями, переменными, расчетными блоками;
- динамические правила формирования кадра, то есть возможность переключения между синтаксисами различных СЧПУ средствами САМ-системы;
- единая среда формирования УП, то есть доступ к любому месту УП во время всего процесса ее создания, что необходимо для размещения номерных ссылок на подпрограммы, отслеживания модальных параметров, а также расчета макро-траекторий (трохоидальное фрезерование) [8].



Рис. 2. Алгоритм формирования УП универсальным постпроцессором

Обзор существующих решений по унификации постпроцессора

Идея унификации постпроцессора в различных ее вариантах существует немногим меньше, чем сами постпроцессоры. На данный момент имеются несколько актуальных направлений унификации, в частности:

- обобщенный постпроцессор;
- универсальный постпроцессор;
- инвариантный постпроцессор.

Рассмотрим особенности каждого подхода.

Обобщенный постпроцессор.

Развитие подхода к унификации со стороны управляющей программы привело к появлению обобщенных постпроцессоров. Если что-либо выходит за пределы ГОСТ 20999–83 [10], то это всегда можно аппроксимировать. УП станет намного длиннее, но в наше время дефицит дискового пространства на станках с ЧПУ – скорее исключение, чем правило.

Примером обобщенного постпроцессора в современных САМ-системах может являться внутренний постпроцессор ПМО T-Flex ЧПУ, в котором имеется базовый набор кадров, используя которые можно с некоторой точностью аппроксимировать любой контур или поверхность.

Однако производители станков в погоне за прибылью внедряют в ЧПУ следующие очень полезные возможности: измерительные циклы, циклы обработки, «умные»

режимы резания, встроенные HSM траектории и прочее, что при использовании обобщенного постпроцессора обычно остается за бортом [6].

Универсальный постпроцессор.

Следующим этапом в унификации со стороны постпроцессора явилось появление универсального постпроцессора (генератора постпроцессоров). Произошло разделение статичного модуля чтения CLData файла и редактируемого свода правил формирования кадров, реализованного в виде UX интерфейса, позволяющего настроить правила преобразования каждого элемента CLData в кадр управляющей программы. В результате имеем интерпретатор с настраиваемой лексикой, который не являясь универсальным «as is», тем не менее обеспечивает быструю доработку (переработку) постпроцессора под новое оборудование (новый синтаксис) [5].

Инвариантный постпроцессор.

Дальнейшее развитие идеи универсального постпроцессора привело к тому, что связь «элементCLD→кадрУП» в своде правил формирования кадра дополнилась идентификатором станка (СЧПУ), превратившись, таким образом, в инвариант вида «элементCLD→модель станка→кадрУП», в результате чего стало возможным для каждого станка, для которого заполнен свод правил, формировать свой вариант управляющей программы при помощи одного и того же постпроцессора [7].

Однако, несмотря на все более расширяющиеся возможности адаптации к станочному парку, инвариантный постпроцессор остался интерпретатором, что означает как покадровую запись (пусть даже кадры эти состоят из нескольких строк), так и невозможность делегирования постпроцессору расчетных блоков необходимых для формирования макро-аналогов функций, неподдерживаемых САМ-системой, например, расчет траекторий высокопроизводительной и высокоскоростной обработки для легкого САМ. Данная ситуация возникает, поскольку настройка инвариантного постпроцессора ограничивается форматированием кадра УП, не предполагая доступа к математическому ядру и не предоставляя единой среды формирования УП [5].

Таким образом, ни одно из существующих решений не обладает достаточным функционалом, в полной мере удовлетворяющим поставленной задаче, поэтому предложено следующее решение, позволяющее использовать единый проект механообработки для станков, оборудованных различными системами ЧПУ.

Алгоритм построения универсального постпроцессора и используемый инструментарий

Несмотря на то, что индивидуальные постпроцессоры постепенно вытесняются с рынка своими более универсальными аналогами, их исходный код, тем не менее, представляет максимальный набор инструментов для разработки и доводки.

Исходным кодом для универсального постпроцессора, описываемого в работе, послужил воркпейс для разработки индивидуальных постпроцессоров, «custom postprocessor» написанный под VC++ 6.0. Данный конструктор уже содержит библиотеку чтения CLD файла и базовый пакет функций формирования и вывода кадров. Инструментарий Visual Studio обеспечивает возможность программирования процесса формирования управляющей программы на любом уровне.

Решение данной задачи сводится к решению двух подзадач:

- обеспечения формирования синтаксиса с учетом специфики станка-аналога;
- внедрения аналогов оригинальных функций.

Обеспечение формирования синтаксиса с учетом специфики станка-аналога достигается отказом от построчного формирования УП (интерпретации CLD файла, что представлено схематично на рисунке 3), в пользу сборки ее в конце процесса компиляции путем введения соответствующих буферов и шаблонов в соответствии с рисунком 4. Это обеспечит возможность полного контроля всего текста управляющей про-

граммы на протяжении всего процесса формирования, что позволит внедрять в программу как номерные ссылки на подпрограммы, так и метки вида GOTO.

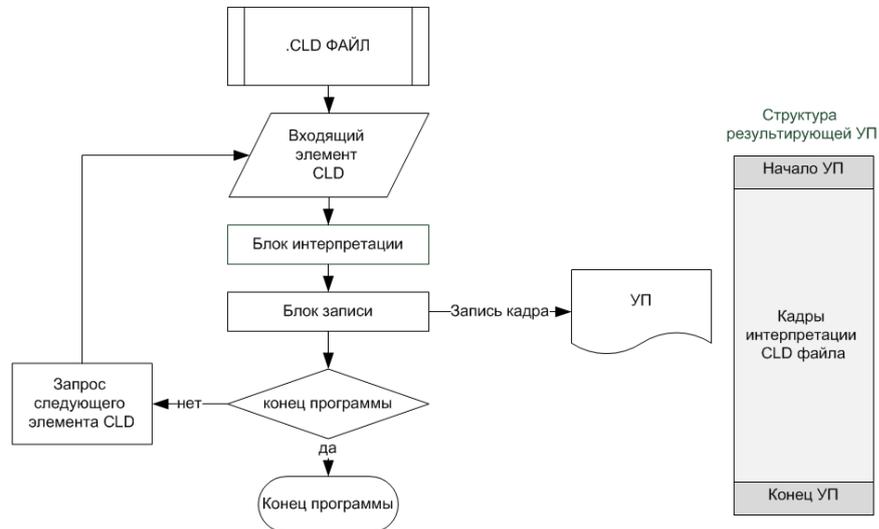
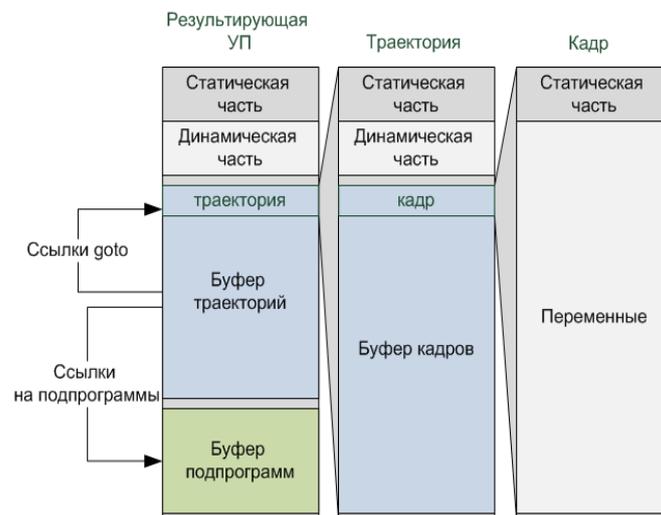


Рис. 3. Алгоритм процесса формирования УП методом интерпретации CLD-файла и структура результирующей УП

Для решения второй подзадачи предлагается разработать макро-аналоги автоциклов (оригинальных циклов обработки) и реализовать блоки приведения оригинальных функций станка не требующих подпрограмм – умные режимы резания, функции навигации со стойки, и пр.



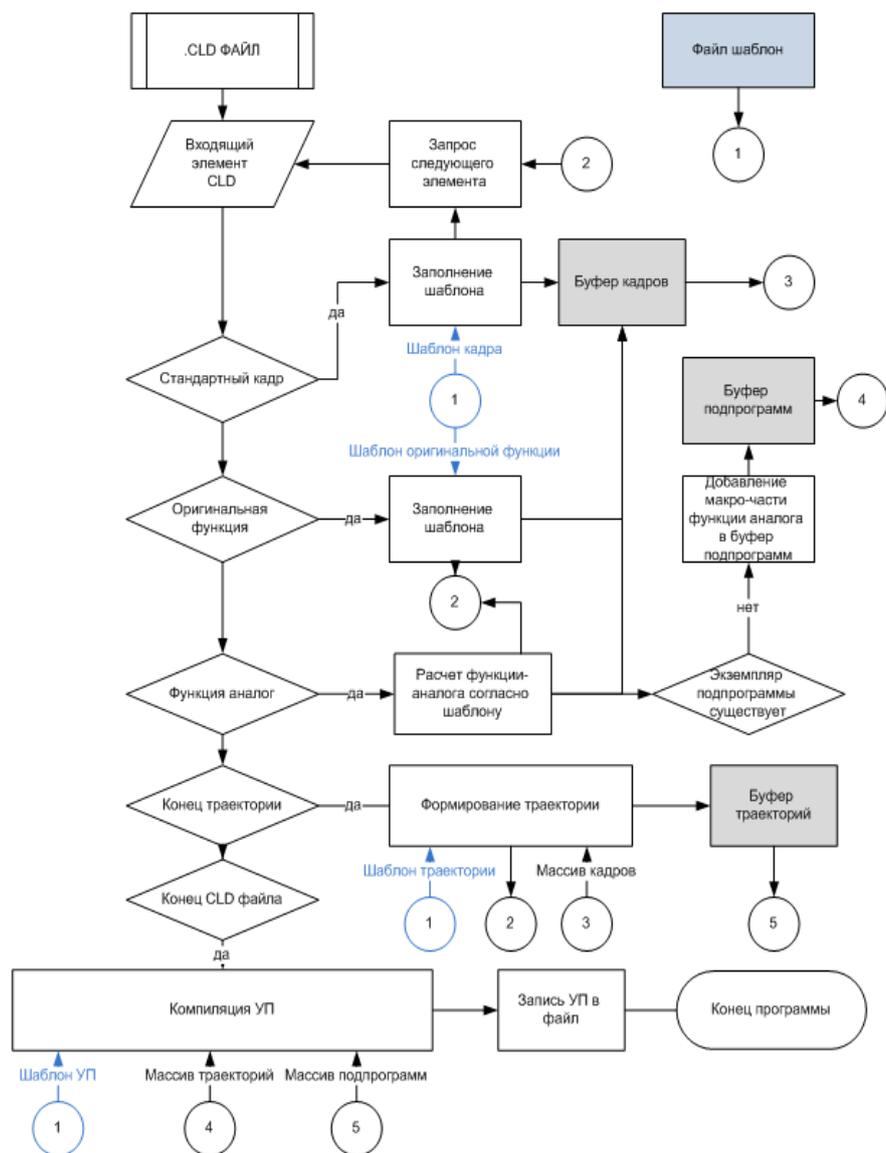


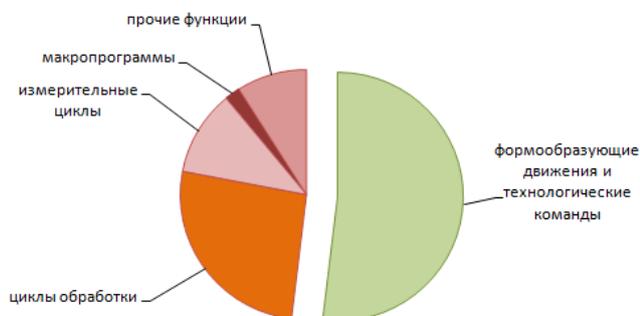
Рис. 4. Алгоритм процесса формирования УП методом компиляции и структура результирующей УП

В ходе сравнительного анализа проектов механообработки выявлены следующие применяемые оригинальные функции:

- 1) задание частоты вращения шпинделя через скорость резания;
- 2) автоциклы (измерительные, фрезерные, сверлильные, а также SL цикл трохондального фрезерования);
- 3) применение прямого кодирования в виде блоков G-Code в САМ-проекте.

Диаграммы использования различных функций в управляющих программах с учетом специфики производства представлены на рисунке 5.

структура управляющей программы iTNC530



структура управляющей программы FANUC



Рис. 5. Функциональное сравнение УП для разных СЧПУ

Каждая из этих оригинальных функций более подробно рассмотрена ниже.

1. Задание частоты вращения шпинделя через скорость резания

В СЧПУ iTNC530 имеется встроенная функция задания частоты вращения шпинделя (ЧВШ) через скорость резания (и связанные с ней функции подачи на зуб и на-оборот), что дает возможность использовать в обработке инструмент с диаметром отличным от заданного без коррекции режимов резания [3].

В СЧПУ Fanuc данная возможность отсутствует, в результате чего в УП выдаются на порядок заниженные значения частоты вращения шпинделя.

Предлагается рассчитывать эти параметры в обычной форме (обороты в минуту) с учетом параметров заданного инструмента. Результирующая частота является эквивалентной назначенной при формировании проекта iTNC530. Для реализации функции пересчета был разработан блок обратного перерасчета режимов резания. Исходными данными для расчета режимов резания в iTNC530 является проект механообработки и файл таблицы инструментов.

Если проект механообработки экспортируется из iTNC530, то в нем есть все исходные данные для пересчета. На рисунке 6 представлен алгоритм блока пересчета.

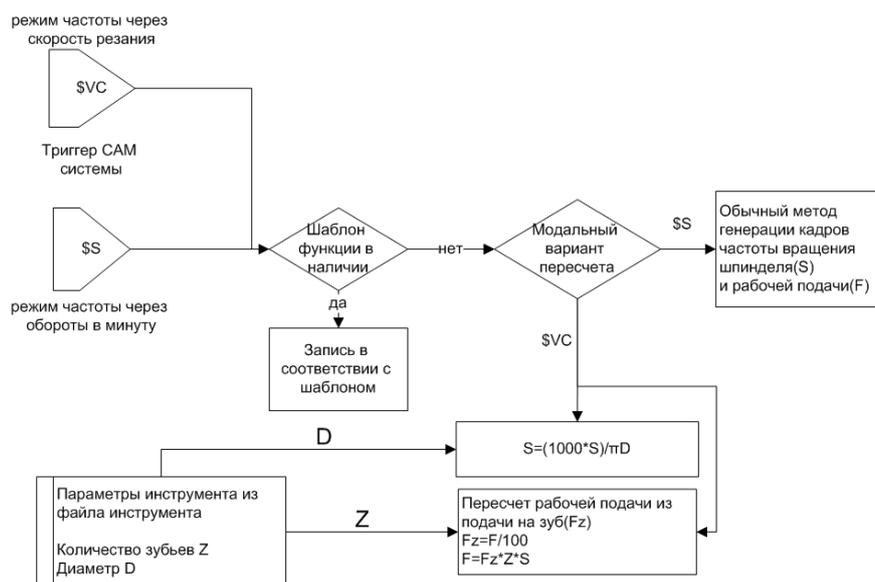


Рис. 6. Блок-схема модуля пересчета частоты вращения шпинделя и рабочей подачи

2. Автоциклы

Автоциклы (как циклы обработки, так и циклы измерения) представляют собой наиболее часто применяемые оригинальные функции стойки iTNC530, широко используемые в качестве инструментария для повышения как скорости разработки, отработки и редактирования управляющей программы, так и точности обработки, например, измерительных циклов [4], реализация которых на станке-аналоге требует написания подпрограмм на макроязыке (Макро В).

Создание макропрограммы-аналога, рассмотрено на примере цикла обработки паза, с представленной на рисунке 7 блок-схемой обработки паза с отдельно вынесенной на рисунок 8 блок-схемой обработки слоя, и ниже – алгоритмом обработки паза.

Алгоритм обработки паза:

1. Инструмент позиционируется в центр.
2. Подходит на первую безопасную высоту.
3. Врезается (маятниковое вертикальное винтовое).
4. Обрабатывает слой.
5. Отводится на первую безопасную высоту.
6. Если нужная глубина не достигнута, GOTO2.
7. Отводится на вторую безопасную высоту.
8. Инструмент позиционируется в центр.
9. Подходит на первую безопасную высоту.
10. Если указан припуск на стенку, то обрабатывается стенка.
11. Если указан припуск на дно, то обрабатывается дно.
12. Отводится на вторую безопасную высоту.

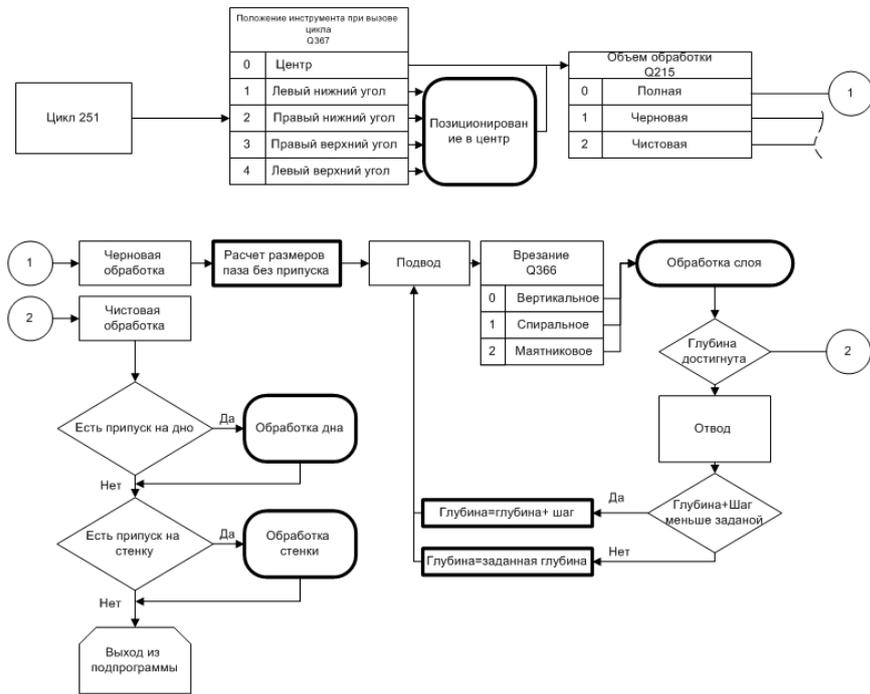


Рис. 7. Блок-схема обработки паза

Блок-схема обработки слоя вынесена отдельно и представлена на рисунке 8.

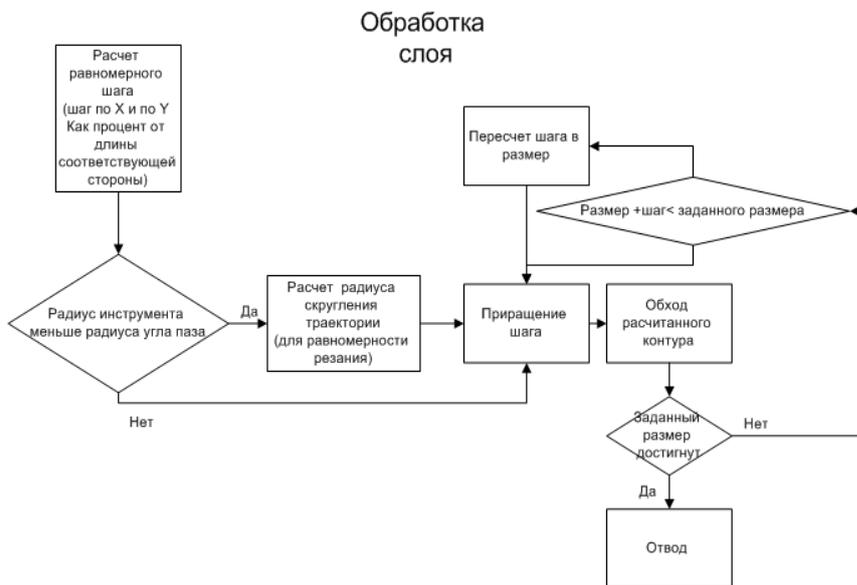


Рис. 8. Блок-схема обработки слоя

В результате при разработке макропрограммы все расчетные блоки вынесены в макрос, постпроцессор считывает и назначает только переменные, сохраняя, таким образом, структуру цикла iTHC530. Заголовок цикла формируется из массива переменных, тело цикла, состоящее из параметрического описания формообразующих движений, однократно записывается постпроцессором в конец УП.

3. Применение прямого G-кода в САМ-проекте (разработка обработчика G-кодов)

Сложность передачи из Fanuc в iTHC530 заключается в том, что некоторые функции делятся на несколько технологических траекторий, поэтому обработчик G-кодов должен обладать буфером и набором шаблонов, чтобы выдавать результат в том виде и в той последовательности, которая применяется при написании родных для него программ. Например, поворот плоскости, формируемый одним кадром в iTHC530, занимает три кадра в Fanuc. Алгоритм написания обработчика G-кодов представлен на рисунке 9.

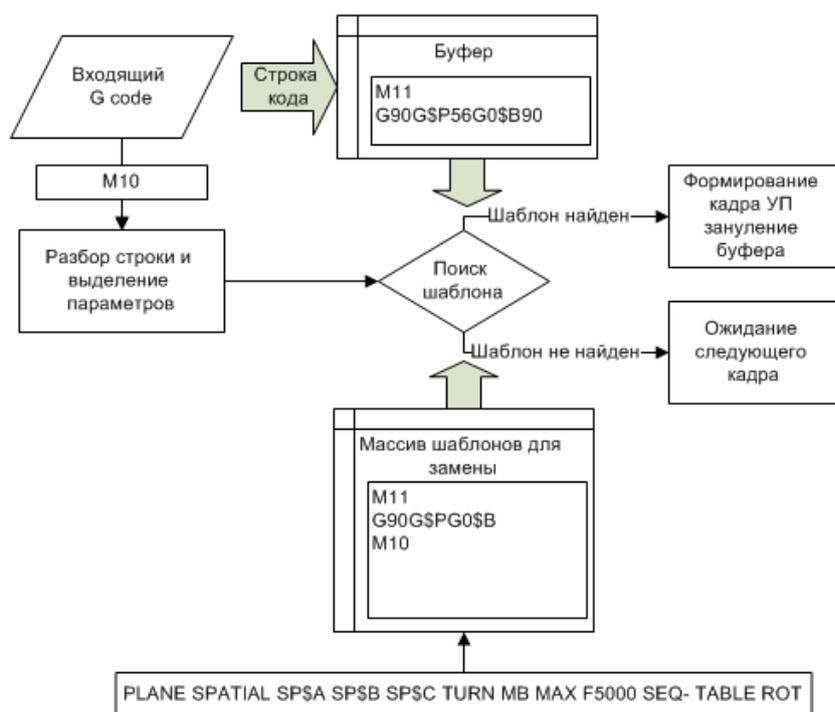


Рис. 9. Алгоритм написания обработчика G-кодов

Заключение

1. Поставлена и решена задача обеспечения совместимости проектов механообработки для станков с различными системами типа Fanuc, iTHC530.
2. Разработаны алгоритмы обработки проектов механообработки с реализацией недостающих функций за счет ввода подсистем анализа САМ-проекта и реализации шаблонов вывода управляющей программы в проекте постпроцессора;

3. На основе предложенных алгоритмов разработан универсальный постпроцессор на языке VC++, позволяющий использовать один САМ-проект для механообработки на различных СЧПУ Fanuc 0/16/18/32, Arumatik, iTNC530 с поддержкой оригинального функционала, что позволяет имеющиеся САМ-проекты в максимально сжатые сроки переводить на iTNC530 без потери качества.

Список литературы:

- [1] BCL-industrial CNC standart, F. Mahieddine, D. C. Webb, Computer-Aided Engineering Journal. Volume 7 Issue 2. Institution of Electrical Engineers Stevenage. UK. Apr. 1990. – Pages 54–56.
- [2] David F. Schultz «What's Wrong With Postprocessors?». Numerical Control Computer Sciences. Irvine. California. USA. – 4(1)1998.
- [3] Руководство по программированию. Обрабатывающий центр Mucenter – HX400iH. Kitamura Machinery Co. LTD. 2012. – Japan 350 с.
- [4] Dr. Johannes Heidenhain Руководство пользователя Программирование открытым текстом Heidenhain iTNC530. Heidenhain GmbH. 2009. Germany.
- [5] Сергеев О.С. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением // Известия Самарского научного центра РАН, – 2012. т. 14. – №4(2).
- [6] Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – Москва: ДМК, 2012. – 279 с.
- [7] Филиппович К.В. Идеология постпроцессирования в современных CAD/CAM-системах. – Пермь, ООО «Евразия Лимитед», 2000. – 60 с.
- [8] Sinha, S. K.CNC Programming using Fanuc Custom Macro V. McGrawHill Companies 2010. – USA – 288 с.
- [9] Аверченков В.И., Жолобов А.А., Мрочек Ж.А., Аверченков А.В., Шкаберин В.А., Терехов М.В., Левкина Л.Б. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ учеб.пособие для вузов. – Брянск. БГТУ, 2010. – Ч.2. – 216 с.
- [10] ГОСТ 0300 20999-83. Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ. – Москва: Изд-во стандартов, 1983. – 29 с.

**DEVELOPMENT OF STRUCTURE ALGORITHM
FOR VERSATILE POSTPROCESSOR
TO CREATE CONTROL PROGRAM FOR ANALOGOUS
NUMERICAL CONTROL SYSTEMS**

A.V. Bichik, O.M. Egorov, S.B. Zhylina

Key words: *versatile, postprocessor, Fanuc, iTNC530, CAM, CNC system*

The article considers the problem of using original features in generating control programs for different numerical control systems (CNC) in machining, presents the algorithm of versatile post-processor and considers approaches to versatility. To verify the implementation of assigned conditions, analysis of the existing solutions is presented. Algorithm of generating versatile post-processor, allowing to apply the unified project for machining process on different CNC-machines is proposed. Implementation of described algorithms is performed in VC++ by development of post-processor on the basis of a project for machining process to generate proper control programs for different frames Fanuc 0/16/18/32, Arumatik, iTNC530, supporting original functional.

Статья поступила в редакцию 10.10.2016 г.

УДК 519.21

В.М. Кочеганов, аспирант ИИТММ, ННГУ им. Н.И. Лобачевского
А.В. Зорин, к.ф.-м.н., доцент, ИИТММ, ННГУ им. Н.И. Лобачевского
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

ДОСТАТОЧНОЕ УСЛОВИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ СТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА НИЗКОПРИОРИТЕТНОЙ ОЧЕРЕДИ В ТАНДЕМЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ¹

Ключевые слова: *стационарное распределение, управляющая система, массовое обслуживание, циклический алгоритм с продлением, конфликтные потоки, многомерная счетная марковская цепь.*

В статье рассматривается математическая модель тандема систем массового обслуживания в виде многомерной счетной марковской цепи. Каждая система обслуживания имеет по два конфликтных входных потока. Обслуживание в первой системе осуществляется по циклическому алгоритму. Обслуженные требования первой системы не мгновенно направляются во вторую систему и обладают высоким приоритетом. Обслуживание во второй системе осуществляется по циклическому алгоритму с продлением: низкоприоритетные требования обслуживаются только в случае, если их количество превышает заданный порог. В работе найдено достаточное условие существования стационарного режима низкоприоритетной очереди второй системы.

Введение

К настоящему времени проведено множество исследований, связанных с задачей управления конфликтными потоками на перекрестках. В существующей литературе по теории массового обслуживания можно найти следующие основные типы алгоритмов управления: циклический алгоритм с фиксированной длительностью, циклический алгоритм с петлей, циклический алгоритм со сменой режимов и т.д. [1–9]. Однако в реальных ситуациях на дорогах машины преодолевают не один, а несколько последовательных перекрестков на своем пути. Другими словами, выходной поток машин первого перекрестка формирует входной поток машин следующего перекрестка. Следовательно, второй входной поток уже не имеет априорно известной вероятностной структуры (например, неординарный пуассоновский поток) и для анализа первого выходного потока необходимо учитывать специфику алгоритма обслуживания.

На данный момент существует несколько работ, посвященных тандемам систем массового обслуживания. В работе [7] приведена система моделирования смежных перекрестков с использованием компьютера. В работе [8] исследована модель тандема перекрестков, управляемой циклическим алгоритмом, а также были найдены условия существования стационарного режима системы. В этой работе предполагается, что управление первым перекрестком осуществляется в классе циклических алгоритмов, в то время как управление вторым перекрестком осуществляется циклическим

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке госбюджетной темы «Математическое моделирование и анализ стохастических эволюционных и процессов принятия решений» (госрегистрация № 01201456585) и государственной программы «Поддержка ведущих университетов РФ в целях повышения их конкурентной способности среди ведущих мировых научно-образовательных центров».

алгоритмом с продлением. Низкоприоритетная очередь на втором перекрестке и достаточное условие существования ее стационарного распределения занимают центральное место в данной статье. Статья продолжает исследования из работы [10].

Постановка задачи на содержательном уровне

Рассмотрим систему массового обслуживания следующего вида (рис. 1).

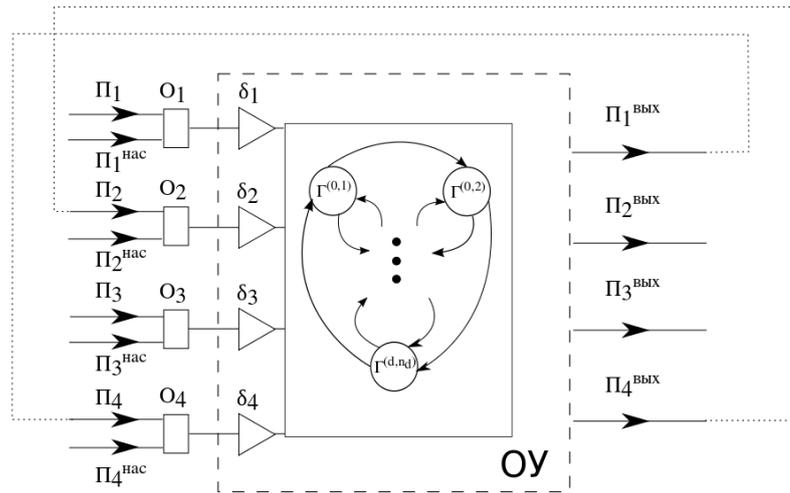


Рис. 1. Структурная схема системы обслуживания

Четыре входных потока требований Π_1, Π_2, Π_3 и Π_4 поступают в систему с одним обслуживающим устройством. Требования потока Π_j поступают в очередь O_j неограниченной вместимости, $j \in \{1, 2, 3, 4\}$. Дисциплина очереди $O_j, j \in \{1, 2, 3\}$, имеет тип FIFO (First In First Out). Детальное описание очереди O_4 будет приведено далее. Внешняя среда, которая имеет всего одно состояние, формирует входные потоки Π_1 и Π_3 . Другими словами, в процессе обслуживания вероятностные свойства потоков не изменяются. Потоки Π_1 и Π_3 предполагаются неординарными пуассоновскими и независимыми между собой потоками. Обозначим их интенсивности λ_1 и λ_3 соответственно. Производящая функция числа заявок в группе по потоку Π_j имеет следующий вид:

$$f_j(z) = \sum_{v=1}^{\infty} p_v^{(j)} z^v. \tag{1}$$

Будем предполагать, что функция $f_j(z)$ сходится при любом $|z| < (1 + \epsilon)$ для заданного $\epsilon > 0$. Здесь величина $p_v^{(j)}$ есть вероятность формирования v требований в группе по потоку $\Pi_j, j \in \{1, 3\}$. После своего обслуживания требования потока Π_1 поступают на обслуживание в качестве требований потока Π_4 . Потоки Π_2 и Π_3 являются конфликтными [15] в том смысле, что требования этих потоков не могут обслуживаться одновременно, и поэтому свести исследование системы к задаче с меньшим числом потоков нельзя.

Для описания функционирования обслуживающего устройства зафиксируем положительные целые числа d, n_0, n_1, \dots, n_d и введем конечное множество $\Gamma = \{\Gamma^{(k,r)}: k = 0, 1, \dots, d; r = 1, 2, \dots, n_k\}$, элементами которого являются все возможные состояния обслуживающего устройства. Время нахождения обслуживающего

устройства в состоянии $\Gamma^{(k,r)}$ есть постоянная $T^{(k,r)}$. Введем непересекающиеся подмножества $\Gamma^I, \Gamma^{II}, \Gamma^{III}$ и Γ^{IV} из Γ . Требования очередей O_1, O_2 и O_4 обслуживаются в состоянии $\gamma \in \Gamma^I$. Требования очередей O_2 и O_4 обслуживаются в состоянии $\gamma \in \Gamma^{II}$. Требования очередей O_1, O_3 и O_4 обслуживаются в состоянии $\gamma \in \Gamma^{III}$. Требования очередей O_3 и O_4 обслуживаются в состоянии $\gamma \in \Gamma^{IV}$. Таким образом, имеет место следующее разложение множества Γ на непересекающиеся подмножества $\Gamma = \Gamma^I \cup \Gamma^{II} \cup \Gamma^{III} \cup \Gamma^{IV}$.

Опишем закон изменения состояния обслуживающего устройства. Множество $C_k = \{\Gamma^{(k,r)} : r = 1, 2, \dots, n_k\}$ состояний будем называть k -м циклом, $k = 1, 2, \dots, d$. При $k = 0$ состояние вида $\Gamma^{(0,r)}$ будем называть состоянием продления, $r = 0, 1, \dots, n_0$. Положим $r \oplus 1 = r + 1$ для $r < n_k$ и $r \oplus 1 = 1$ при $r = n_k, k = 0, 1, \dots, d$. В цикле C_k выделим подмножество C_k^I входных состояний, подмножество C_k^O выходных состояний, и подмножество $C_k^N = C_k \setminus (C_k^O \cup C_k^I)$ нейтральных состояний. Тогда после состояния $\Gamma^{(k,r)} \in C_k \setminus C_k^O$ обслуживающее устройство переходит в состояние $\Gamma^{(k,r \oplus 1)}$ того же цикла C_k . При состоянии $\Gamma^{(k,r)}$, принадлежащем множеству C_k^O , прибор переходит в состояние $\Gamma^{(k,r \oplus 1)}$, если число требований в очереди O_3 в момент переключения больше заданного порога L . Если число требований в очереди O_3 не превосходит L , новое состояние прибора будет состоянием продления $\Gamma^{(0,r_1)}$, где $r_1 = h_1(\Gamma^{(k,r)})$ и $h_1(\cdot)$ – заданное отображение множества $\cup_{k=1}^d C_k^O$ во множество $\{1, 2, \dots, n_0\}$. После состояния $\Gamma^{(0,r)}$ выбирается состояние того же вида $\Gamma^{(0,r_2)}$, если число требований в очереди O_3 меньше или равно L , где $r_2 = h_2(r)$ и $h_2(\cdot)$ – заданное отображение множества $\{1, 2, \dots, n_0\}$ на себя; в противном случае, включается входное состояние $\Gamma^{(k,r_3)} \in C_k^I$, где $\Gamma^{(k,r_3)} = h_3(r)$ и $h_3(\cdot)$ – заданное отображение множества $\{1, 2, \dots, n_0\}$ на множество $\cup_{k=1}^d C_k^I$. Считается, что все состояния продления $\Gamma^{(0,r)}$ принадлежат множеству ${}^2\Gamma$, а также верны соотношения $C_k^O \subseteq {}^2\Gamma$ и $C_k^I \subseteq {}^3\Gamma$. Собирая все воедино, приведем аналитический вид правила смены состояний обслуживающего устройства:

$$h(\Gamma^{(k,r)}, x) = \begin{cases} \Gamma^{(k,r \oplus 1)}, & \text{если } \Gamma^{(k,r)} \in C_k \setminus C_k^O; \\ \Gamma^{(k,r \oplus 1)}, & \text{если } \Gamma^{(k,r)} \in C_k^O \text{ и } x > L; \\ \Gamma^{(k,h_1(\Gamma^{(k,r)}))}, & \text{если } \Gamma^{(k,r)} \in C_k^O \text{ и } x \leq L; \\ \Gamma^{(0,h_2(r))}, & \text{если } k = 0 \text{ и } x \leq L; \\ h_3(r), & \text{если } k = 0 \text{ и } x > L. \end{cases} \quad (2)$$

В реальных автотранспортных системах, длительности обслуживания различных требований могут иметь различные законы распределения и могут быть зависимыми. Поэтому для описания процесса обслуживания будут использоваться потоки насыщения, а не функции распределения длительностей обслуживания конкретных требований. Поток насыщения [16] $\Pi_j^{\text{нас}}, j \in \{1, 2, 3, 4\}$, есть виртуальный выходной поток при условии максимального использования ресурсов обслуживающего устройства, а для $j \in \{1, 2, 3\}$ еще и при условии максимальной загрузки соответствующих очередей. Поток $\Pi_j^{\text{нас}}, j \in \{1, 2, 3\}$ содержит фиксированное число $\ell_{k,r,j}$ требований, которые были обслужены устройством в состоянии $\Gamma^{(k,r)} \in {}^j\Gamma$, в течение времени $T^{(k,r)}$. Обозначим множество целых неотрицательных чисел через Z_+ . Тогда предполагая $x \in Z_+$ требований в очереди O_4 , поток насыщения $\Pi_4^{\text{нас}}$ определим как поток, содержащий все x требований.

Наконец, если обслуживающее устройство находится в состоянии $\Gamma^{(k,r)}$, то с вероятностью $p_{k,r}$ требование очереди O_4 независимо от других завершает обслуживание и перенаправляется в очередь O_2 потока Π_2 . С противоположной вероятностью $1 - p_{k,r}$ это требование остается в очереди O_4 до следующего такта. На следующих тактах процесс повторяется.

Наглядным примером описанной выше системы массового обслуживания является тандем перекрестков (рис. 2).

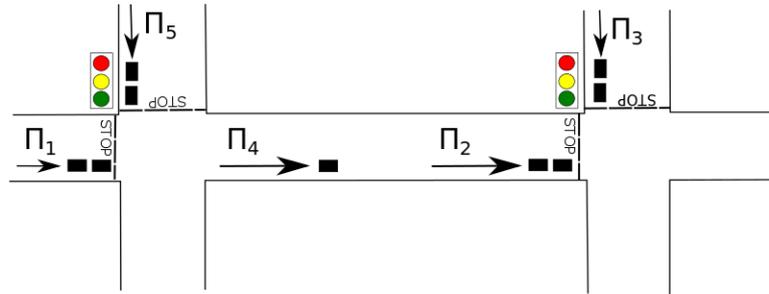


Рис. 2. Тандем перекрестков

Входными потоками здесь являются потоки автомобилей. Потоки Π_1 и Π_5 на первом перекрестке являются конфликтными; потоки Π_2 и Π_3 на втором перекрестке также являются конфликтными. Каждый автомобиль потока Π_1 после прохождения перекрестка попадает в очередь потока Π_4 . Затем через случайный интервал времени автомобиль попадает на второй перекресток, где светофор работает по циклическому алгоритму с продлением.

Математическая модель

Рассматриваемая система массового обслуживания может быть представлена как кибернетическая управляющая система обслуживания, что существенно поможет в построении полной математической модели (см. [17, 18]). На рисунке (рис. 1) выше уже была приведена структура управляющей системы. На схеме присутствуют следующие блоки: 1) внешняя среда с одним состоянием; 2) входные полюса первого типа (входные потоки $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$); 3) входные полюса второго типа (потоки насыщения $\Pi_1^{нас}, \Pi_2^{нас}, \Pi_3^{нас}, \Pi_4^{нас}$); 4) внешняя память (очереди O_1, O_2, O_3, O_4); 5) устройство по переработке информации внешней памяти (устройства по поддержанию дисциплины очереди $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$); 6) внутренняя память обслуживающего устройства (обслуживающее устройство, ОУ); 7) устройство по переработке информации во внутренней памяти (граф смены состояний); 8) выходные полюса $\Pi_1^{вых}, \Pi_2^{вых}, \Pi_3^{вых}, \Pi_4^{вых}$. Координатой блока является номер этого блока на схеме.

Введем следующие случайные величины и случайные элементы. Чтобы зафиксировать дискретную временную шкалу выберем последовательность $\tau_0 = 0, \tau_1, \tau_2, \dots$ моментов, когда обслуживающее устройство меняет свое состояние. Пусть $\Gamma_i \in \Gamma$ есть состояние обслуживающего устройства на промежутке $(\tau_{i-1}; \tau_i]$, а $\kappa_{j,i} \in Z_+$ есть количество требований в очереди O_j в момент времени τ_i . Пусть также $\eta_{j,i} \in Z_+$ есть количество требований, поступивших в очередь O_j по потоку Π_j на промежутке $(\tau_i; \tau_{i+1}]$, $\xi_{j,i} \in Z_+$ есть количество требований по потоку насыщения $\Pi_j^{нас}$ на промежутке

$(\tau_i; \tau_{i+1}]$, и $\bar{\xi}_{j,i} \in Z_+$ есть количество реально обслуженных требований по потоку Π_j на промежутке $(\tau_i; \tau_{i+1}]$, $j \in \{1, 2, 3, 4\}$.

Обслуживающее устройство меняет свое состояние в соответствии со следующим законом

$$\Gamma_{i+1} = h(\Gamma_i, \kappa_{3,i}), \quad (3)$$

где отображение $h(\cdot, \cdot)$ определено уравнением (2).

Определим значения функций $\varphi_1(\cdot, \cdot)$, $\varphi_3(\cdot, \cdot)$ с помощью разложений

$$\sum_{x=0}^{\infty} z^x \varphi_j(x, t) = \exp(\lambda_j t (f_j(z) - 1)),$$

где функции $f_j(z)$ определены в (1), $j \in \{1, 3\}$. По своему смыслу число $\varphi_j(x, t)$ есть вероятность поступления $x = 0, 1, \dots$ требований за время $t \geq 0$ по потоку Π_j . Если $x < 0$, то значение функции $\varphi_j(x, t)$ положим равным нулю.

Низкоприоритетная очередь

Здесь мы сосредоточим свое внимание на стохастической последовательности $\{(\Gamma_i, \kappa_{3,i}); i = 0, 1, \dots\}$, которая включает в себя состояние $\kappa_{3,i}$ низкоприоритетной очереди O_3 в момент τ_i . Приведем ниже несколько результатов, касающихся этой последовательности. Более детально математическая модель рассмотрена в работе [13].

Теорема 1. Пусть $\Gamma_0 = \Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$ и $\kappa_{3,0} = x_3 \in Z_+$ фиксированы. Тогда стохастическая последовательность $\{(\Gamma_i, \kappa_{3,i}); i \geq 0\}$ является однородной счетной цепью Маркова.

Обозначим для $\gamma \in \Gamma$ и $x_3 \in Z_+$ $Q_{3,i}(\gamma, x_3) = P(\Gamma_i = \gamma, \kappa_{3,i} = x_3)$. Введем частичные производящие функции $M^{(3,i)}(k, r, v) = \sum_{w=0}^{\infty} Q_{3,i}(\Gamma^{(k,r)}, w) v^w$, а также вспомога-

тельные функции $q_{k,r}(v) = v^{-\ell(k,r,3)} \sum_{w=0}^{\infty} \varphi_3(w, T^{(k,r)}) v^w$ для $\Gamma(k,r) \in \Gamma$. Пусть $\bar{r} - \frac{1}{k} = \bar{r} - 1$ для $\bar{r} = 2, \dots, n_k$ и $\bar{r} - \frac{1}{k} = n_k$ для $\bar{r} = 1$.

Теорема 2. Пусть $\bar{\gamma} = \Gamma^{(\bar{k}, \bar{r})} \in \Gamma$. Тогда имеют место следующие рекуррентные по $i \geq 0$ соотношения для производящих функций марковской цепи $\{(\Gamma_i, \kappa_{3,i}); i \geq 0\}$:

- 1) для $\Gamma^{(0, \bar{r})} \in \Gamma$, $\bar{r} = 1, 2, \dots, n_0$;

$$M^{(3,i+1)}(0, \bar{r}, v) = \alpha_i(0, \bar{r}, v);$$

- 2) для $\Gamma^{(\bar{k}, \bar{r})} \in \Gamma$, $\bar{k} = 1, 2, \dots, d$, $\bar{r} = 1, 2, \dots, n_{\bar{k}}$

$$M^{(3,i+1)}(\bar{k}, \bar{r}, v) = q_{\bar{k}, \bar{r}}(v) \cdot M^{(3,i)}(\bar{k}, \bar{r} - \frac{1}{\bar{k}}, v) + \alpha_i(\bar{k}, \bar{r}, v)$$

Явный вид величин $\alpha_i(\bar{k}, \bar{r}, v)$ приведен в работе [19]. Величины $\alpha_i(\bar{k}, \bar{r}, v)$ таковы, что их можно ограничить величинами $M(\bar{k}, \bar{r})$, не зависящими от i и v , то есть $|\alpha_i(\bar{k}, \bar{r}, v)| \leq M(\bar{k}, \bar{r})$.

Основным результатом данного исследования является следующая теорема.

Теорема 3. Для того, чтобы марковская цепь $\{(\Gamma_i, \kappa_{3,i}); i \geq 0\}$ имела стационарное распределение, достаточно выполнения неравенства:

$$\min_{k=1,d} \left(\sum_{r=1}^{n_k} \ell(k, r, 3) / \lambda_3 f_3'(1) \sum_{r=1}^{n_k} T^{(k,r)} \right) > 1.$$

Доказательство. Предположим обратное, а именно, что при выполнении условия теоремы, марковская цепь $\{(\Gamma_i, \kappa_{3,i}); i \geq 0\}$ не имеет стационарного распределения. Тогда для любого состояния $(\gamma, x) \in \Gamma \times Z_+$ и независимо от начального распределения $P(\Gamma_0 = \gamma, \kappa_{3,0} = x)$, $(\Gamma^{(k,r)}, x) \in \Gamma \times Z_+$, имеют место предельные равенства

$$\lim_{i \rightarrow \infty} P(\Gamma_i = \gamma, \kappa_{3,i} = x) = 0, \quad (\gamma, x) \in \Gamma \times Z_+. \quad (4)$$

Для доказательства этого факта достаточно рассмотреть все возможные случаи. Предположим сначала апериодичность рассматриваемой цепи (см. [14, гл. 8, §3-4]):

1) если все состояния цепи $\{(\Gamma_i, \kappa_{3,i}); i \geq 0\}$ невозвратные, тогда предельные соотношения выполняются в силу [14, с. 541, лемма 2];

2) если существует хотя бы одно возвратное состояние, тогда все состояния возвратные (поскольку все состояния сообщающиеся); и пусть все состояния нулевые, тогда предельное соотношение также выполняется (см. [14, с. 541, лемма 3]);

3) если все состояния возвратные и существует хотя бы одно положительное, тогда все состояния положительные и пределы $\lim_{i \rightarrow \infty} P(\Gamma_i = \gamma, \kappa_{3,i} = x) > 0$ образуют стационарное распределение (см. [14, с. 549, теорема 1]), что противоречит предположению.

Для периодической цепи достаточно применить пункты 1) – 3) для циклических подклассов.

Выберем распределение вектора $(\Gamma_0, \kappa_{3,0})$ так, что при некотором $v_0 > 1$ будет выполнено неравенство $M^{(3,i)}(k, r, v_0) < \infty$ для всех $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$. Это ограничение, в силу теоремы 2, обеспечивает при любом конечном $i \geq 0$ существование функций

$$M^{(3,i)}(k, r, v), \quad \frac{d}{dv} [M^{(3,i)}(k, r, v)], \quad \Gamma^{(k,r)} \in \Gamma.$$

По крайней мере в некоторой окрестности точки $v = 1$.

В силу равенств (4) для любого натурального N найдется некоторое число I , что для всех $i > I$ будет $1 > (1+N) \sum_{x=0}^N \sum_{\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma} P(\Gamma_i = \Gamma^{(k,r)}, \kappa_{3,i} = x)$ и значит, $1 > (1+N) \sum_{x=0}^N P(\kappa_{3,i} = x)$.

Тогда

$$E[\kappa_{3,i}] = \sum_{x=0}^{\infty} x P(\kappa_{3,i} = x) = \sum_{x=0}^N x P(\kappa_{3,i} = x) + \sum_{x=N+1}^{\infty} x P(\kappa_{3,i} = x) \geq \sum_{x=N+1}^{\infty} x P(\kappa_{3,i} = x) \geq \sum_{x=N+1}^{\infty} (N+1) \times P(\kappa_{3,i} = x) = (N+1) \sum_{x=N+1}^{\infty} P(\kappa_{3,i} = x) = (N+1) \left(1 - \sum_{x=0}^N P(\kappa_{3,i} = x) \right) \geq (N+1) \left(1 - \frac{1}{N+1} \right).$$

Следовательно, $E[\kappa_{3,i}]$ неограниченно возрастает при $i \rightarrow \infty$.

Другое рассуждение, однако, приводит к противоположному результату. Действительно, при

$$\min_{k=1,d} \left(\sum_{r=1}^{n_k} \ell(k, r, 3) / \lambda_3 f_3'(1) \sum_{r=1}^{n_k} T^{(k,r)} \right) > 1$$

имеем для $k = \overline{1, d}$:

$$\begin{aligned} \left(\prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v) \right) \Big|_{v=1} &= \left(\prod_{r=1}^{n_k} v^{-\ell(k,r,3)} \sum_{w=0}^{\infty} \varphi_3(w, T^{(k,r)}) v^w \right) \Big|_{v=1} = \\ &= \left(\prod_{r=1}^{n_k} v^{-\ell(k,r,3)} \exp(\lambda_3 T^{(k,r)} (f_3(v) - 1)) \right) \Big|_{v=1} = \left(v^{-\sum_{r=1}^{n_k} \ell(k,r,3)} \left(\exp(\lambda_3 (f_3(v) - 1) \sum_{r=1}^{n_k} T^{(k,r)}) \right) \right) \Big|_{v=1} = (5) \\ &= \lambda_3 f_3'(1) \sum_{r=1}^{n_k} T^{(k,r)} - \sum_{r=1}^{n_k} \ell(k,r,3) < 0 \end{aligned}$$

Пусть $M_+^{(3,0)}(k, r, v) = M^{(3,0)}(k, r, v)$. В некоторой окрестности точки $v = 1$ последовательности $\{M_+^{(3,i)}(k, r, v), i \geq 0\}$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, рекуррентного отображения

1) для $\Gamma^{(0,r)} \in \Gamma$, $r = \overline{1, n_0}$

$$M_+^{(3,i+1)}(0, r, v) = M(0, r); \quad (6)$$

2) для $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, $k = \overline{1, d}$, $r = \overline{1, n_k}$

$$M_+^{(3,i+1)}(k, r, v) = q_{k,r}(v) \cdot M^{(3,i)}(k, r - k - 1, v) + M(k, r),$$

будут мажорантными соответственно для последовательностей $\{M^{(3,i)}(k, r, v), i \geq 0\}$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, рекуррентного отображения из теоремы 2. Другими словами, будут выполняться неравенства $|M^{(3,i)}(k, r, v)| \leq M_+^{(3,i+1)}(k, r, v)$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$.

Из рекуррентного отображения (6) для мажорантной последовательности видно, что компонента $M_+^{(3,i+1)}(k, r, v)$ зависит только от величины $M^{(3,i)}(k, r - k - 1, v)$ того же цикла C_k , $k = \overline{1, d}$, и не зависит от величин других циклов. И поскольку числа $M(k, r)$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, конечны и не зависят от v и i , для сходимости всего мажорантного отображения $\{M_+^{(3,i)}(k, r, v), i \geq 0\}$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, достаточно сходимости для каждого $k = \overline{1, d}$ подблока $\{M_+^{(3,i)}(k, r, v), i \geq 0\}$, $r = \overline{1, n_k}$.

Пусть $k = \overline{1, d}$ фиксировано. В матричном виде рекуррентное отображение для блока $\{M_+^{(3,i)}(k, r, v) : i \geq 0\}$, $r = \overline{1, n_k}$, будет иметь вид:

$$\begin{bmatrix} M_+^{(3,i+1)}(k, 1, v) \\ M_+^{(3,i+1)}(k, 2, v) \\ M_+^{(3,i+1)}(k, 3, v) \\ \dots \\ M_+^{(3,i+1)}(k, n_k, v) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & q_{k,1} \\ q_{k,2} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & q_{k,3} & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & q_{k,n_k} & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} M_+^{(3,i)}(k, 1, v) \\ M_+^{(3,i)}(k, 2, v) \\ M_+^{(3,i)}(k, 3, v) \\ \dots \\ M_+^{(3,i)}(k, n_k, v) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} M(k, 1) \\ M(k, 2) \\ M(k, 3) \\ \dots \\ M(k, n_k) \end{bmatrix}.$$

Тогда характеристический многочлен для этого отображения легко подсчитывается и имеет вид $x^{n_k} - \prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v)$.

Приравнявая его к нулю, находим, что модули всех собственных чисел одинаковы и равны $\left(\prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v) \right)^{1/n_k}$. В точке $v = 1$ модули собственных чисел

$\left(\prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v)\right)^{n_k}$ равны 1, а их производная

$$\left(\frac{1}{n_k} \left(\prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v)\right)^{n_k-1} \times \left(\prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v)\right)'\right)_{v=1} = \frac{1}{n_k} \left(\lambda_{3,3} f_3'(1) \sum_{r=1}^{n_k} T^{(k,r)} - \sum_{r=1}^{n_k} \ell(k, r, 3)\right)$$

в соответствии с условием (5) отрицательна.

Следовательно, в некоторой правой окрестности $v \in [1, 1 + \varepsilon_1)$, $\varepsilon_1 > 0$, точки $v = 1$ модуль всех собственных чисел $\left(\prod_{r=1}^{n_k} q_{k,r}(v)\right)^{n_k}$, $k = \overline{1, d}$, будет меньше 1 и значит, мажорантная последовательность сходится. Этот факт, в свою очередь, влечет сходимость исходной последовательности $\{M^{(3,i)}(k, r, v) : i \geq 0\}$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, для $v \in [1, 1 + \varepsilon_1)$. Последовательности $\{M_+^{(3,i)}(k, r, v_1), i \geq 0\}$, $\Gamma^{(k,r)} \in \Gamma$, сходятся при $v_1 \in [1, 1 + \varepsilon_1)$ и следовательно, их сумма $\sum_{k,r} M_+^{(3,i)}(k, r, v_1)$ при любом $i \geq 0$ является аналитической, ограниченной функцией. И поскольку

$$\sum_{k,r} M_+^{(3,i)}(k, r, v_1) = \sum_{k,r} \sum_{w=0}^{\infty} Q_{3,i}(\Gamma^{(k,r)}, w) v_1^w = \sum_{w=0}^{\infty} P(\kappa_{3,i} = w) v_1^w,$$

теперь получаем, что числовая последовательность

$$\sum_{k,r} \frac{d}{dv} \left(M^{(3,i)}(k, r, v)\right)_{v=1} = E[\kappa_{3,i}], i \geq 0,$$

в силу интегральной формулы Коши, равномерно по i ограничена некоторой постоянной величиной. Поэтому принятое предположение не будет справедливым. Доказательство этим завершается.

Заключение

В рамках исследования была построена математическая модель тандема систем массового обслуживания в виде многомерной счетной марковской цепи. Был проведен анализ низкоприоритетной очереди, доказана ее марковость. Было найдено достаточное условие, при котором марковская цепь, соответствующая низкоприоритетной очереди, имеет стационарный режим.

Работа выполнена при финансовой поддержке госбюджетной темы «Математическое моделирование и анализ стохастических эволюционных и процессов принятия решений» (госрегистрация № 01201456585) и государственной программы «Поддержка ведущих университетов РФ в целях повышения их конкурентной способности среди ведущих мировых научно-образовательных центров».

Список литературы:

[1] Haight F.A., *Mathematical Theories of Traffic Flow*. – New York: Academic, 1963.
 [2] Inose H., Hamada T. *Road Traffic Control*. – Tokyo: Univ. of Tokyo Press, 1975.
 [3] Drew D.R. *Traffic Stream Theory and Control*. – New York: McGraw-Hill, 1968.
 [4] Неймарк Ю.И., Преображенская А.М., Федоткин М.А. Работа автомата с обратной связью, управляющего уличным движением на перекрестке // Изв. АН СССР, Техническая кибернетика, 1968. – № 5. – С. 129–141.
 [5] Fedotkin M.A. On a class of stable algorithms for control of conflicting flows or arriving airplanes // *Problems of control and information theory*, 1977. – V. 6, No. 1. – P. 13–22
 [6] Fedotkin M.A. Construction of a model and investigation of nonlinear algorithms for control of intense conflict flows in a system with variable structure of servicing demands // *Lithuanian mathematical journal*, 1977. – V. 7, No. 1. – P. 129–137

- [7] Litvak N.V., Fedotkin M.A. A probabilistic model for the adaptive control of conflict flows // Automation and Remote Control, 2000. – V. 61, No. 5. – P. 777–784.
- [8] Proidakova E.V., Fedotkin M.A. Control of output flows in the system with cyclic servicing and readjustments // Automation and Remote Control, 2008. – V. 69, No. 6. – P. 993–1002.
- [9] Афанасьева Л.Г., Булинская Е.В. Математические модели транспортных систем, основанные на теории очередей // Труды Московского физико-технического института (государственного университета), 2010. – Т. 2, № 4. – С.6–21.
- [10] Yamada K., Lam T.N. Simulation analysis of two adjacent traffic signals // Proceedings of the 17th winter simulation conference. ACM, New York, 1985. – P. 454–464.
- [11] Zorine A.V. Stability of a tandem of queueing systems with Bernoulli noninstantaneous transfer of customers // Theory of Probability and Mathematical Statistics, 2012. – V. 84. – P. 173–188.
- [12] Кочеганов В.М., Зорин А.В. Вероятностная модель тандема систем массового обслуживания с циклическим управлением с продлением // Теория вероятностей, случайные процессы, математическая статистика и приложения: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию проф. д-ра физ.-мат. наук Г.А. Медведева, Минск, 23-26 февр. 2015. – С.94–99.
- [13] Kocheghanov V.M., Zorine A.V. Low-Priority Queue Fluctuations in Tandem of Queueing Systems Under Cyclic Control with Prolongations // Distributed Computer and Communication Networks. Ser. Communications in Computer and Information Science, 2016. – V. 601. – P. 268–279.
- [14] Ширяев А.Н. Вероятность: в 2-х кн. Кн. 1. – М.: Наука, 2007. – 552 с.
- [15] Федоткин М.А. Теория дискретных систем с переменной структурой обслуживания квазирегенерирующих потоков: Диссертация на соискание степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.05 – теория вероятностей и математическая статистика. – Горький, 1980. – 330 с.
- [16] Федоткин М.А. Оптимальное управление конфликтными потоками и маркированные точечные процессы с выделенной дискретной компонентой, I // Литовский математический сборник, 1988. – Т. 28, № 4. – С. 784–794.
- [17] Федоткин М.А. Процессы обслуживания и управляющие системы // Математические вопросы кибернетики. Вып. 6: Сборник статей, Под ред. С. В. Яблонского. – М.: Наука. Физматлит, 1996. – С. 51–70.
- [18] Федоткин М.А. Нелокальный способ задания управляемых случайных процессов / Математические вопросы кибернетики. Вып. 7: Сборник статей, Под ред. С.В. Яблонского. – М.: Наука; Физматлит, 1998. – С. 333–344.
- [19] Kocheghanov V.M., Zorine A.V. Low-priority queue and server's steady-state existence in a tandem under prolongable cyclic service // Distributed Computer and Communication Networks. Ser. Communications in Computer and Information Science, в печати.

SUFFICIENT CONDITION OF LOW-PRIORITY QUEUE STATIONARY DISTRIBUTION EXISTENCE IN A TANDEM OF QUEUING SYSTEMS

V.M. Kocheghanov, A.V. Zorin

Keywords: *stationary distribution, control systems, cyclic algorithm with prolongations, conflicting flows, multidimensional denumerable Markov chain*

The article considers the mathematical model of the tandem queueing systems in the form of a denumerable multidimensional Markov chain. Each service system has two conflicting input flows. In the first system, the customers are serviced in the class of cyclic algorithms. The serviced customers of the first system not instantaneously are transferred to the second system and have high priority. In the second system customers are serviced in the class of cyclic algorithms with prolongations: low-priority customers are serviced when their number exceeds a threshold. In this paper we found sufficient condition of low-priority queue stationary distribution existence.

Статья поступила в редакцию 11.10.2016 г.

УДК 629.5.061.11

А.С. Малов, студент 5 курса ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.И. Плющев, заведующий кафедрой, доктор техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Ю.В. Спицина, студентка 5 курса ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЕСЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ СУДНА

Ключевые слова: спутниковая навигация, курс судна, погрешность местоопределения.

Приведены результаты экспериментальных исследований погрешностей определения координат с помощью судовых навигационных приемников в условиях искусственного «затенения» части небосвода, встречающихся при прохождении под мостами, шлюзовании, движении вдоль высокого берега и т.п. Произведена оценка погрешности определения курса при использовании двух спутниковых навигационных приемников установленных в диаметральной плоскости судна.

Точность определения координат в спутниковых системах позиционирования зависит от многих факторов, в том числе от конфигурации рабочего созвездия спутника (характеризуется параметром HDOP). Влияние на этот параметр могут оказывать естественные преграды и условия плавания – прохождение под мостами и линиями электропередач, вдоль крутого высокого берега и т.п. Под воздействием указанных факторов конфигурация рабочего созвездия спутников может существенно меняться [1].

Практический интерес представляет экспериментальная проверка погрешности определения координат при искусственном «затенении» части небосвода. Эксперимент проводился с тремя судовыми навигационными приемниками (СНП) двух типов. Использовались два СНП типа J-NAV500 (далее СНП1 и СНП2) и картплоттер Explorer MK-2 PLUS (далее СНП3) при «затенении» половины небосвода. На рис. 1 представлены созвездия спутников с интервалом в 1 час 10 мин («затененная» часть небосвода заштрихована).

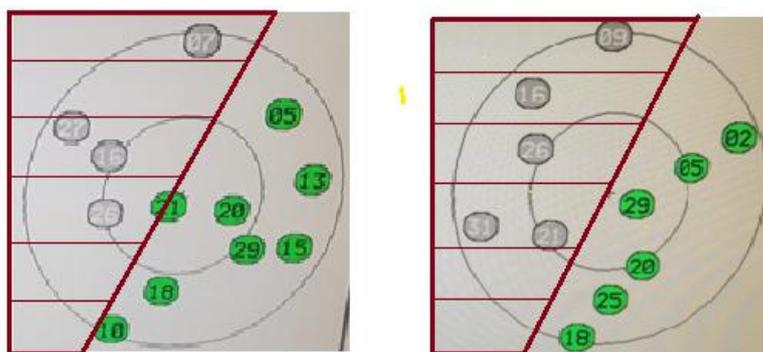


Рис. 1. Зоны видимости спутников для СНП

Антенны СНП располагались на одном кронштейне в пределах 0,5 м друг от друга. Измерения проводились в течение двух часов (около 300 значений для каждого прибора).

По результатам измерений были вычислены средние значения координат антенн для каждого прибора, отклонение измеренных координат от средних значений, затем произведён пересчёт отклонений измеренных координат от соответствующего каждому прибору среднего значения в метры, а также вычислены среднеквадратичные отклонения. Результаты расчётов приведены в таблице 1 и на рис. 2.

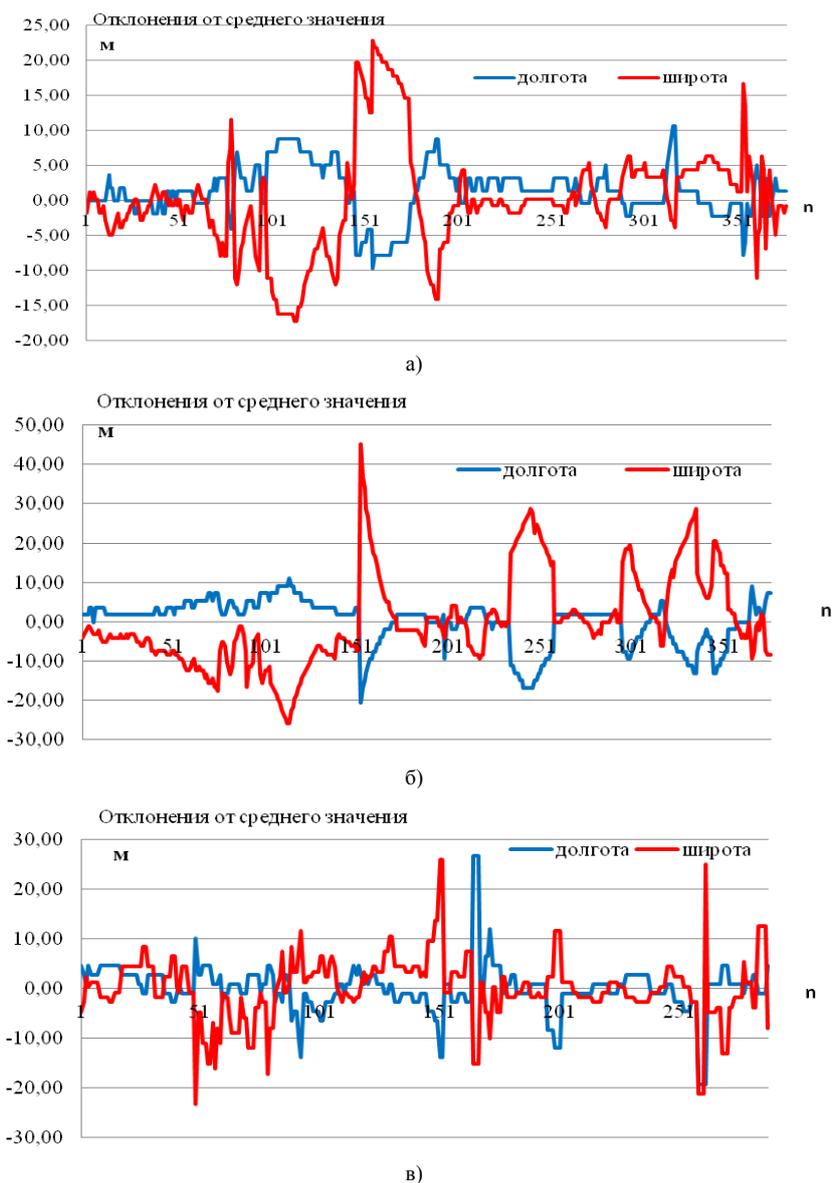


Рис. 2 Отклонение от среднего значения для СНП 1 (а), СНП2 (б) и СНП3 (в)

Таблица 1

	Параметры	Среднее значение	Максимум	Минимум	Максимальное отклонение от среднего значения	Среднеквадратичное отклонение
СНП1	Широта; град.мин	59.19,635	56.19,64	56.19,629	0.0,0049	
	Долгота ;град.мин	44.1,026	44.1,049	44.1,01	0.0,0222	
	Отклонение по широте, м	1,27	10,64	-9,71	9,37	7,44
	Отклонение по долготе, м	0,00	22,87	-17,27	22,87	3,84
СНП2	Широта; град.мин	55.19,635	56.19,641	56.19,624	0.0,0059	
	Долгота; град.мин	44.1,029	44.1,073	44.1,004	0.0,0439	
	Отклонение по широте, м	0,00	10,96	-20,49	10,96	11,51
	Отклонение по долготе, м	0,00	45,23	-25,78	45,23	5,83
СНП3	Широта; град.мин	59.19,634	56.19,649	56.19,624	0.0,0145	
	Долгота; град.мин	44.1,025	44.1,051	44.1,003	0.0,0252	
	Отклонение по широте, м	0,00	26,79	-19,46	26,79	6,51
	Отклонение по долготе, м	0,00	25,98	-23,42	25,97	4,96

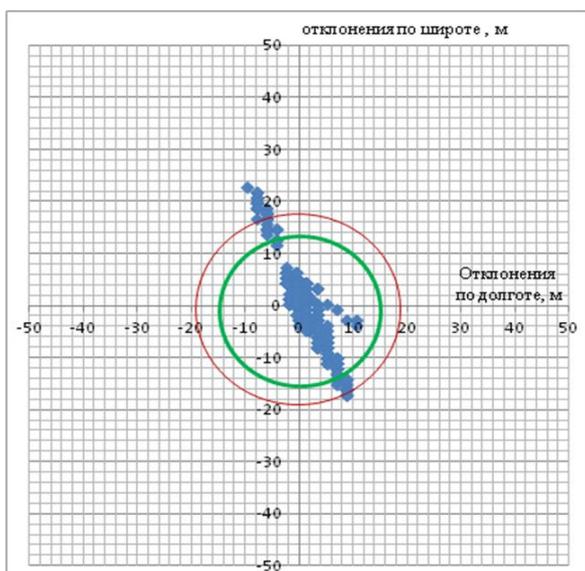
Как следует из таблицы 1, наблюдаются значительные отклонения измеренных координат от среднего значения – по долготе до 26,79 м., по широте – до 45,23 м. В то же время, по данным за сентябрь 2016 года информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения Центрального научно-исследовательского института машиностроения среднеквадратичные отклонения компонентов местоопределения в системе GPS [2], составили по широте – 2,05 м, по долготе – 1,44 м, что существенно меньше полученных в эксперименте значений (см. табл. 1). Очевидно, столь высокая погрешность местоопределения обусловлена неудовлетворительной конфигурацией рабочего созвездия спутников при экранировании части небосвода. Отклонения от среднего значения (в метрах) при определении координат для СНП1- СНП3 на плоскости широта-долгота представлены на рис. 3.

На рисунках кругами обозначены зоны, соответствующие 90% и 95% «попаданию» измеренных отклонений координат от среднего значения в эти зоны. Сводные данные приведены в табл. 2.

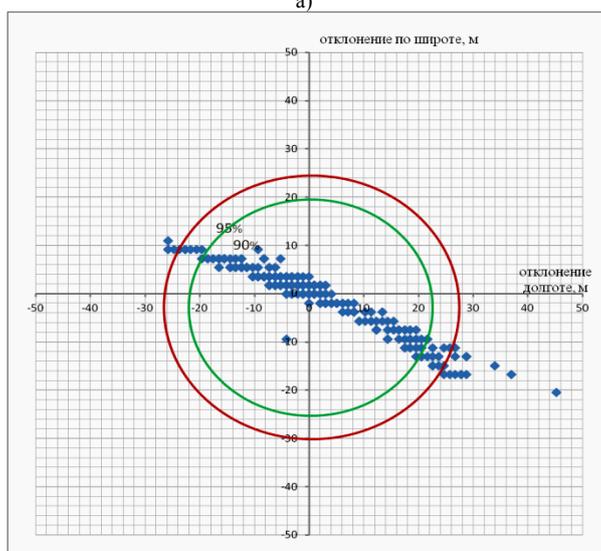
Таблица 2

Вероятность	Погрешность местоопределения, м.		
	СНП1	СНП2	СНП3
90%	15,8	22,5	12
95%	18,5	27,22	16

Таким образом, в сложных условиях плавания (проход под мостами, шлюзование, плавание вдоль высокого берега и т.д.), погрешность местоопределения с помощью судовых навигационных приёмников может возрастать до неприемлемых значений.



а)



б)

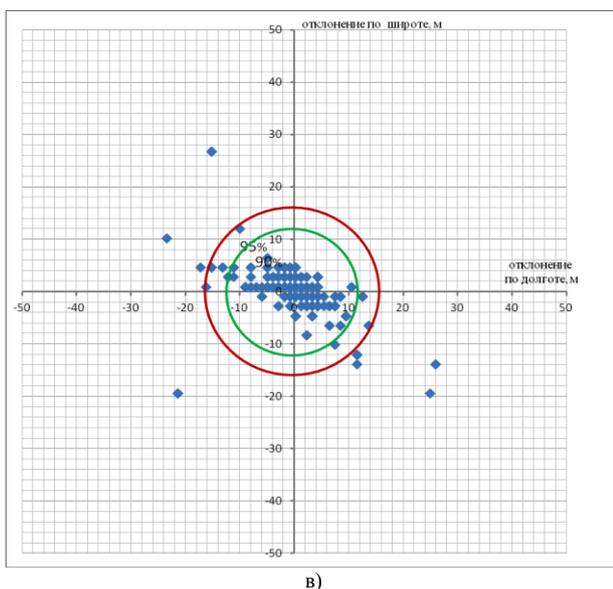


Рис. 3. Ошибка местоопределения для СНП 1 (а), СНП2 (б) и СНП3 (в) в плоскости широта-долгота

Два СНП, размещённых в диаметральной плоскости судна на некотором расстоянии, могут быть использованы для определения курса судна:

$$\alpha = \arctg((x_2 - x_1) / (y_2 - y_1)).$$

Координаты СНП1 и СНП2 измеряются с некоторой погрешностью, которая, в случае уменьшения видимости спутников, может принимать весьма существенные значения (см. рис. 3). На рисунке 4 окружности с радиусом R_1 и R_2 определяют зоны возможных значений координат, измеряемых приемниками СНП1 и СНП2, установленных на расстоянии L друг от друга в диаметральной плоскости судна.

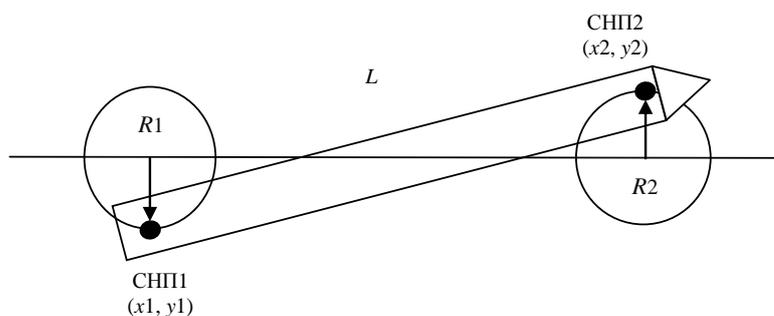


Рис. 4. Определение курса судна

Максимальную ошибку определения курса судна можно определить (при $R_1 = R_2 = R$) как

$$\alpha_{\max} = \arctg(2 / (\sqrt{(L/R)^2 - 4})).$$

На рис. 5 приведены зависимости погрешностей определения курса судна от погрешности определения координат и длины судна.

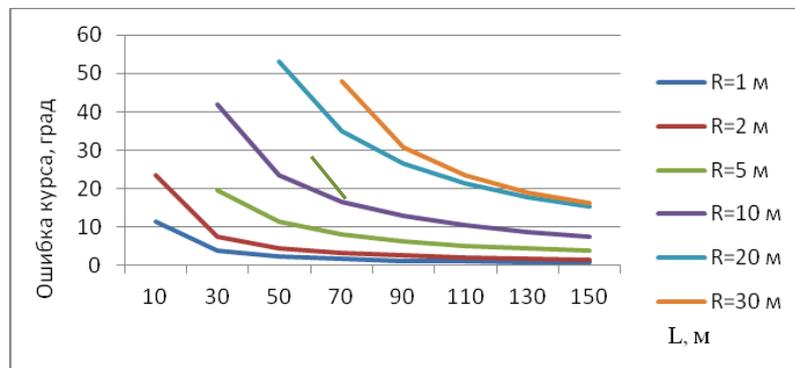


Рис. 5. Зависимость максимальной ошибки определения истинного курса от длины судна

Приемлемая погрешность определения курса судна (порядка ± 1 град) достижима только для длинных судов ($L > 100$ м) при использовании СНП с погрешностью местоопределения в 1 м. Такие значения могут быть получены лишь при использовании дифференциальных систем и нормальной видимости созвездия спутников.

Таким образом, способ определения курса по двум навигационным приемникам, установленных в ДП судна, не может быть рекомендован для практического применения.

Список литературы:

- [1] Богданов М.Р. Применение GPS/ГЛОНАСС: учебное пособие / М.Р. Богданов. – Долгопрудный: ИД Интеллект, 2012. – 136 с.
 [2] <ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/BULLETIN/>

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE SPLIT SATELLITE NAVIGATION RECEIVERS USAGE POSSIBILITY FOR DETERMINING OF THE SHIP TRAFFIC PARAMETERS

A.S. Malov, V.I. Pluyshchaev, Yu.V. Spitsina

Key words: *satellite navigation, the ship's course, positioning errors.*

In this article we demonstrate the results of experimental research of errors in the ship coordinates determining, made by navigation receivers under the conditions of artificial sky «shadowing» while passing under bridges, locking, moving along the high bank, etc. We have estimated the course determining error of two satellite navigation receivers installed in the vessel center line.

Статья поступила в редакцию 27.10.2016 г.

УДК 519.6/.85+65.012.122

А.С. Митрошина, к.т.н., старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

А.С. Пудов, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Ю.С. Федосенко, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СИНТЕЗ СТРАТЕГИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТОКА ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ С НАКОПИТЕЛЬНО-РАСХОДНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ¹

Ключевые слова: динамическое программирование, многокритериальная оптимизация, теория расписаний, NP-трудность, парето-оптимальные стратегии.

Рассматривается задача, возникшая при создании информационной системы поддержки управления массовой доставкой водным транспортом дизельного топлива потребителям в условиях Арктического региона. Математическая модель логистической схемы построена в форме однопроцессорной системы с накопительно-расходным элементом, осуществляющей одностадийное обслуживание конечного детерминированного потока объектов. Сформулирована оптимизационная задача диспетчеризации, в которой стратегии обслуживания оцениваются по двум независимым минимизируемым критериям. Построен алгоритм синтеза парето-оптимальных стратегий обслуживания, реализующий бикритериальную схему динамического программирования. Выполнение алгоритма демонстрируется на примере. Приводятся результаты массовых вычислительных экспериментов.

Введение. Основным энергетическим ресурсом, используемым для обеспечения жизнедеятельности и производственной инфраструктуры в континентальных арктических регионах, является дизельное топливо. Его массовая доставка в районы дислокации потребителей осуществляется водным транспортом в течение непродолжительного навигационного периода. С учетом специфики судоходства в арктических регионах типовая логистическая схема доставки нефтепродуктов выглядит следующим образом.

Танкерами грузоподъемностью от 3 до 5 тысяч тонн дизельное топливо по внутренним водным путям доставляется в базовый нефтеналивной порт, где оно перекачивается в систему взаимосвязанных береговых резервуаров для промежуточного хранения. Из этих береговых резервуаров дизельное топливо загружается в мелкосидящие танкеры ледового класса грузоподъемностью от 600 до 800 тонн и по малым рекам прилегающего арктического региона доставляется в пункты потребления. Выгрузка и погрузка танкеров дизельным топливом осуществляется на специализированном терминале нефтеналивного порта.

В описанной логистической схеме задействованы танкеры, характеризующиеся различными техническими и экономическими параметрами. Проблема диспетчеризации рассматриваемых процессов заключается в выработке эффективной стратегии управления очередностью грузовой обработки поступающих единиц флота на специализированном терминале нефтяного порта. Эффективная стратегия, как правило, должна обеспечивать:

а) минимизацию суммарных издержек, обусловленных непроизводительными простоями танкеров;

б) сокращение продолжительностей таких простоев сверх установленных нормативов. Вместе с тем, в зависимости от региональной специфики и складывающейся

¹ Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 15-07-03141.

эксплуатационной обстановки, на горизонте оперативного управления значимыми могут оказаться и другие критерии оценки эффективности стратегий управления.

Вне зависимости от формы используемых критериев оценки число возможных стратегий находится в экспоненциальной зависимости от количества судов на горизонте планирования [1, 2]. Это означает, что даже при относительно небольшом их количестве синтез наиболее эффективной стратегии в оперативном режиме гарантированно можно осуществлять лишь с использованием информационной системы, оснащенной специализированными и достаточно быстрыми по условиям применения решающими алгоритмами. В весенне-летний период массового завоза нефтепродуктов в арктические регионы между моментом, когда полностью определилась информация о поступающих единицах флота и моментом, когда следует начинать грузовую обработку первого по плану судна, проходит относительно небольшой промежуток времени; в известных приложениях этот временной промежуток обычно не превышает 20–30 минут. Поэтому основная задача диспетчера базового нефтеналивного порта заключается в формировании (а затем и последующей реализации) эффективной стратегии грузовой обработки танкеров.

Целью данной работы является разработка алгоритма, обеспечивающего за практически приемлемый промежуток времени синтез стратегий, эффективных в вышеотмеченном смысле (a&b). Для достижения этой цели ниже выполняется:

- построение адекватной вышеописанной логистической схеме математической модели в форме однопроцессорной системы обслуживания с накопительно-расходным элементом;
- постановка задачи синтеза оптимальной стратегии управления обслуживанием;
- конструирование на основе формализма дискретного динамического программирования [3] алгоритма, решающего задачу оптимального синтеза;
- численная реализация алгоритма на модельном примере и приводятся результаты массовых вычислительных экспериментов по оценке его быстродействия.

Математическая модель. Каждый объект конечного k -элементного потока O_k независимых объектов $o(1), o(2), \dots, o(k)$ подлежит однократному однофазному обслуживанию в стационарной однопроцессорной системе P с накопительно-расходным элементом. Поток O_k обладает свойством бинарности, т.е. состоит из двух подпотоков: входящим O^+ и исходящим O^- таких, что $O^+ \cup O^- = O_k$ и $O^+ \cap O^- = \emptyset$. Совокупность индексов объектов подпотоков O^+, O^- обозначаем соответственно Q^+ и Q^- .

Для каждого объекта $o(i), i = \overline{1, k}$ определены целочисленные параметры:

- t_i – момент поступления в очередь на обслуживание в системе P ,
- τ_i – норма длительности обслуживания,
- v_i – грузоподъемность,
- α_i – штраф за единицу времени пребывания объекта в системе P ,
- d_i – мягкий директивный срок завершения обслуживания ($d_i \geq \tau_i$),
- w_i – бинарный параметр, указывающий на принадлежность объекта тому или иному подпотоку, а именно $w_i = +1$, если $i \in Q^+$ и $w_i = -1$, если $i \in Q^-$.

Объекты пронумерованы в порядке поступления в P , т.е. $0 \leq t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_k$. Накопительно-расходный элемент системы обслуживания представляет собой резервуар грузоподъемностью V^* . В момент времени t величина его заполнения характеризуется значением переменной V_t , соответственно V_0 – величина заполнения в начальный момент времени $t = 0$. В результате обслуживания объекта из подпотока O^+ (O^-) заполнение резервуара увеличивается (уменьшается) на величину v_i .

Система P готова к обслуживанию объектов потока O_k в момент времени $t = 0$. На процесс обслуживания накладываются следующие ограничения:

- обслуживание каждого объекта осуществляется без прерываний;
- необслуженный объект не может покинуть очередь;
- одновременное обслуживание процессором двух и более объектов запрещено;
- непроизводительные простои процессора отсутствуют.

Стратегия S обслуживания объектов потока O_k представляет собой произвольную перестановку $S = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ совокупности индексов $N = \{1, 2, \dots, k\}$ [4]; при её реализации объект с индексом i_j обслуживается j -м по очереди ($j = \overline{1, k}$).

Как очевидно, обслуживание объекта $o(s)$ из подпотока O^+ ($s \in Q^+$), начиная с момента времени t , возможно только при наличии необходимого свободного объема в резервуаре, т.е. при выполнении условия $V_t + v_s \leq V^*$. Аналогично обслуживание объекта $o(s)$ из подпотока O^- ($s \in Q^-$) возможно лишь при выполнении условия $V_t - v_s \geq 0$. Назовем систему этих неравенств объёмными ограничениями и, если они выполняются для всех объектов $o(i_j)$, $j = \overline{1, k}$, стратегию S именуем допустимой. Совокупность допустимых стратегий обслуживания обозначим Ω .

Не ограничивая общности рассмотрения, ниже будем считать всегда выполняющимися следующие соотношения

$$2 \cdot v_i \leq V^* \quad (i = \overline{1, k}).$$

Тогда необходимое и достаточное условие непустоты множества допустимых стратегий Ω записывается как система неравенств вида

$$0 \leq V_0 + \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i \leq V^*.$$

Постановка оптимизационной задачи. Каждая допустимая стратегия обслуживания $S = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ однозначно определяет для произвольного объекта $o(i_j)$ моменты начала и завершения его обслуживания, которые далее будут обозначаться $t^*(i_j, S)$ и $\bar{t}(i_j, S)$, $j = \overline{1, k}$ соответственно.

При реализации стратегии S суммарный штраф за простои в ожидании обслуживания $K_1(S)$ по всем объектам подпотока O^+ вычисляется по формуле

$$\sum_{i_j \in Q^+} a_{i_j} (\bar{t}(i_j, S) - t_{i_j}),$$

$$\text{а критерий } K_2(S) = \max_{i_j \in Q^-} (\max(\bar{t}(i_j, S) - d_{i_j}, 0))$$

определяет максимальное по продолжительности нарушение директивного срока завершения обслуживания среди всех объектов подпотока O^- . Сформулируем следующую бикритериальную задачу.

Найти полную совокупность эффективных по Парето [5] оценок в проблеме минимизации суммы индивидуальных штрафов $K_1(S)$ по всем объектам входящего подпотока O^+ и максимального из индивидуальных штрафов $K_2(S)$ по всем объектам исходящего подпотока O^- :

$$\{\min_{S \in \Omega} (K_1(S)), \min_{S \in \Omega} (K_2(S))\}. \quad (1)$$

При таком подходе технология определения стратегии обслуживания предусматривает последовательное выполнение следующих трех этапов:

1) синтез полной совокупности эффективных оценок в бикритериальной задаче (1);

2) выбор лицом, принимающим решения, подлежащей реализации эффективной оценки по результатам выполнения первого этапа;

3) построение парето-оптимальной стратегии, порождающей выбранную на втором этапе эффективную оценку.

Опуская доказательство, отметим, что задача 1* является *NP*-трудной [6]. Алгоритм для её решения строится ниже.

Алгоритм бикритериального динамического программирования [7, 8]. Введём двуместную операцию \otimes между произвольным вектором $x = (x_1, x_2)$ и множеством Y векторов $y = (y_1, y_2)$ той же размерности: через $Y \otimes x$ обозначим совокупность всех векторов $v = (v_1, v_2)$, первая компонента которых представима в виде $v_1 = x_1 + y_1$, а вторая – определяется по правилу $v_2 = \max(x_2, y_2)$.

Будем говорить, что вектор (x'_1, x'_2) доминирует вектор (x_1, x_2) , если выполняются условия $x'_1 \leq x_1$ и $x'_2 \leq x_2$; причем, по меньшей мере, одно из этих неравенств выполняется как строгое. Для произвольного множества векторов-оценок X через $eff[X]$ обозначим подмножество всех принадлежащих X и недоминируемых в X элементов.

Пусть $F(t)$ определяемое исходными данными подмножество индексов объектов потока O_k , которые поступают в систему обслуживания в момент времени t . Совокупность индексов объектов, прибывающих в систему обслуживания на интервале времени $[t + 1, t + \Delta]$, $\Delta \geq 1$, обозначим через $D(t, \Delta)$. Очевидно, что

$$D(t, \Delta) = \bigcup_{g=1}^{\Delta} F(t + g).$$

В процессе обслуживания объектов потока O_k решения принимаются в те моменты времени, когда процессор свободен и необходимо выбрать следующий для обслуживания объект из входящего или исходящего подпотока; при этом необходимо учитывать текущее заполнение резервуара. Соответственно, тройка значений (t, Q, V_t) определяет текущее состояние системы в момент t принятия решения, где Q – множество индексов объектов потока O_k , ожидающих обслуживания в момент времени t .

Для любого состояния системы обслуживания (t, Q, V_t) при $t < t_k$ в множество не-обслуженных объектов Q всегда будем дополнительно включать фиктивный (нулевой) объект $o(0)$ с характеристиками $a_0 = 0$, $\tau_0 = 1$, $v_0 = 0$, $d_0 = 0$ и для определенности полагаем $w_0 = +1$. Обслуживание фиктивного объекта означает простой процессора в течение одного такта.

Простой процессора имеют место в случаях:

– все ранее поступившие объекты уже обслужены, а другие объекты потока пока не поступили;

– ни один из ранее поступивших и ожидающих обслуживания объектов в момент времени t не подлежит обслуживанию по причине отсутствия в резервуаре достаточного свободного (для объектов подпотока O^+) или заполненного (для объектов подпотока O^-) объема;

– целесообразно не занимать процессор с тем, чтобы обеспечить приоритетное, без ожидания, обслуживание некоторого пока не поступившего объекта с высоким значением штрафа за единицу времени.

Фиктивный объект исключается из множества Q при $t \geq t_k$, т.е. когда все объекты потока O_k поступили в систему и ожидают своего обслуживания.

Через $E(t, Q, V_t)$ обозначим совокупность эффективных двумерных оценок, полученную в результате обслуживания всех объектов с индексами из множества Q и объ-

ектов, которые поступят в систему позднее момента времени t . Тогда полная совокупность эффективных оценок исходной бикритериальной задачи будет представлять собой множество $E(0, F(0), V_0)$.

В текущем состоянии (t, Q, V_t) объект $o(s)$ $s \in Q$ допустим к обслуживанию только при выполнении условия $0 \leq V_t + w_s v_s \leq V^*$. Обозначим через Q^* множество индексов объектов, допустимых к обслуживанию в состоянии (t, Q, V_t) , $Q^* \subset Q$.

Очевидно, что для любого $\theta \geq 0$ и $Q = \{\alpha\}$, где α – индекс произвольного объекта, имеет место соотношение

$$E(t_k + \theta, \{\alpha\}, V_{t_k + \theta}) = \{a_\alpha(t_k + \theta + \tau_\alpha - t_\alpha), \max(\bar{t}(\alpha, S) - d_\alpha, 0)\}. \quad (2)$$

Если в состоянии (t, Q, V_t) в качестве обслуживаемого объекта выбран объект с индексом $\alpha \in Q^*$, то очередным моментом принятия решения будет $t + \tau_\alpha$, а выбор индекса следующего объекта для обслуживания будет осуществляться из множества $(Q \setminus \{\alpha\}) \cup D(t, \tau_\alpha)$. Характеристика заполнения накопительно-расходного компонента изменится и будет равна $V_t + w_\alpha v_\alpha$. Суммируя приведенные рассуждения, запишем

$$E(t, Q) = \text{eff} \left[\bigcup_{\alpha \in Q^*} [(a_\alpha(t + \tau_\alpha - t_\alpha), \max(\bar{t}(\alpha, S) - d_\alpha, 0))] \otimes E(t + \tau_\alpha, (Q \setminus \{\alpha\}) \cup D(t, \tau_\alpha)), V_t + w_\alpha v_\alpha] \right]. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) представляют собой рекуррентные соотношения динамического программирования для решения бикритериальной задачи (1).

Вычислительная сложность описанного алгоритма характеризуется величиной

$$O(L \cdot 2^n \cdot n \cdot \max_{i, \alpha \in Q} (\max(L - d_i, 0))), \text{ где } L = t_n + \sum_{i=1}^n \tau_i.$$

Проиллюстрируем реализацию сконструированного алгоритма следующим примером.

Требуется найти полную совокупность эффективных по Парето оценок и соответствующие этим оценкам парето-оптимальные стратегии обслуживания потока объектов O_4 . Максимальная вместимость резервуара $V^* = 19$, в начальный момент времени $t = 0$ заполнение $V_0 = 10$. Значения параметров модели приведены ниже.

Таблица 1

Значения параметров модели

№	t_i	τ_i	a_i	d_i	v_i	w_i
1	0	3	2	5	5	1
2	2	4	3	7	6	1
3	4	2	5	9	2	-1
4	5	4	6	9	7	-1

Полная совокупность эффективных оценок представляет собой множество $E(0, \{0, 1\}, 10)$. В множество Q считаем включенным индекс фиктивного объекта 0. Присвоим состоянию $(0, \{0, 1\}, 10)$ номер 0. По формуле (3) получаем

$$E(0, \{0, 1\}, 10) = \text{eff}[(0, 0) \otimes E(2, \{0, 1, 2\}, 10), (0, 0) \otimes E(3, \{0, 2\}, 15)].$$

Присвоим состояниям $(2, \{0, 1, 2\}, 10)$ и $(3, \{0, 2\}, 15)$ номера 1 и 2 соответственно. В процессе выполнения алгоритма каждое новое состояние системы будет получать следующий порядковый номер.

По формулам (2) и (3) найдем рекурсивно множества двумерных оценок $E(2, \{0, 1, 2\}, 10)$ и $E(3, \{0, 2\}, 15)$.

Для вычисления $E(2, \{0, 1, 2\}, 10)$ нет смысла в выборе фиктивного объекта, потому что обслуживание объекта с индексом 1 может завершиться до поступления объекта с индексом 3. Нецелесообразно также обслуживать объект с индексом 1, поскольку обслуживание можно начать раньше момента времени $t = 2$. Следовательно, $E(2, \{0, 1, 2\}, 10) = \text{eff}[3(2-2), \max(6-7, 0)] \otimes E(6, \{1, 3, 4\}, 16) = E(6, \{1, 3, 4\}, 16)$. Так как все объекты поступили в систему обслуживания в состоянии $(6, \{1, 3, 4\}, 16)$, то, начиная с этого шага, исключаем фиктивный объект из рассмотрения. Тогда по формуле (3) получаем

$$\begin{aligned} E(6, \{1, 3, 4\}, 16) &= \text{eff}[(2(6-0), \max(9-5, 0))] \otimes E(9, \{3, 4\}, 21); (5(6-4), \max(8-9, 0)) \otimes \\ &\otimes E(8, \{1, 4\}, 14); (6(6-5), \max(10-9, 0)) \otimes E(10, \{1, 3\}, 9) = \\ &= \text{eff}[(12, 4) \otimes E(9, \{3, 4\}, 21); (10, 0) \otimes E(8, \{1, 4\}, 14); (6, 1) \otimes E(10, \{1, 3\}, 9)]. \end{aligned}$$

Если в состоянии $E(6, \{1, 3, 4\}, 16)$ обслужить объект с индексом 1, то заполнение резервуара превысит максимально возможное $V^* = 19$. Таким образом, для нахождения совокупности $E(6, \{1, 3, 4\}, 16)$ необходимо найти $E(8, \{1, 4\}, 14)$ и $E(10, \{1, 3\}, 9)$.

$$E(8, \{1, 4\}, 14) = \text{eff}[(16, 6) \otimes E(11, \{4\}, 19); (18, 3) \otimes E(12, \{1\}, 7)].$$

Используя формулу (3), получаем $E(11, \{4\}, 19) = (36, 6)$, $E(12, \{1\}, 7) = (24, 10)$.

Аналогично получаем $E(10, \{1, 3\}, 9) = \{(65, 8), (54, 10)\}$ и переходим к вычислению $E(6, \{1, 3, 4\}, 16) = \{(62, 6), (52, 10)\}$. Поскольку $E(2, \{0, 1, 2\}, 10) = E(6, \{1, 3, 4\}, 16)$, то $E(2, \{0, 1, 2\}, 10) = \{(62, 6), (52, 10)\}$.

Рассуждая аналогичным образом, найдем $E(3, \{0, 2\}, 15) = \{(42, 5), (30, 7)\}$. В результате получаем полную совокупность эффективных оценок

$$\begin{aligned} E(0, \{0, 1\}, 10) &= \text{eff}[E(2, \{0, 1, 2\}, 10), E(3, \{0, 2\}, 15)] = \\ &= \text{eff}[(62, 6), (52, 10), (42, 5), (30, 7)] = \{(42, 5), (30, 7)\}. \end{aligned}$$

Пусть из данной совокупности принимающим решения лицом выбрана оценка $(42, 5)$. Легко получить, что ей соответствующая патеро-оптимальная стратегия обслуживания имеет вид $\{1, 3, 2, 4\}$.

Аналогично можно найти патеро-оптимальную стратегию обслуживания $\{1, 3, 4, 2\}$, соответствующую оценке $(30, 7)$.

Результаты вычислительных экспериментов. Сконструированный выше алгоритм динамического программирования был реализован программно в среде Microsoft Visual Studio на языке программирования C++. Вычисления выполнялись на компьютере с процессором Intel Core 2 Duo, 3.16 GHz и оперативной памятью 4 Gb.

Вычисления производились для значений параметров потока O_k из следующих диапазонов изменения:

$$t_{i-1} \leq t_i \leq t_{i-1} + 5, 1 \leq a_i \leq 11, 1 \leq \tau_i \leq 15, t_i + \tau_i \leq d_i \leq t_i + \tau_i + 5, 1 \leq v_i \leq V^*/2, i = \overline{1, k}.$$

Размерность потока k изменялась от 8 до 15 с единичным шагом. Объем резервуара выбирался в диапазоне $100 \leq V^* \leq 300$.

Назначенные таким образом границы интервалов изменений исходных данных соответствуют транспортным приложениям рассматриваемого типа и описывают реальное соотношение параметров.

Для зафиксированного значения параметра k генерировались по равномерному закону распределения данные серии из 10^3 частных задач и в каждой задаче выявля-

лась полная совокупность эффективных по Парето оценок и множество соответствующих им стратегий.

Результаты экспериментов приведены в нижеследующей таблице 2, в которой t_{avg} – среднее время решения задачи, t_{max} – максимальное время решения, t_{min} – минимальное время решения.

Таблица 2

Результаты вычислительных экспериментов

k	t_{avg} , с	t_{max} , с	t_{min} , с	k	t_{avg} , с	t_{max} , с	t_{min} , с
8	0.001	0.016	0.000	12	0.871	24.063	0.000
9	0.003	0.031	0.000	13	5.006	73.236	0.000
10	0.020	0.297	0.000	14	45.350	633.016	0.000
11	0.112	1.074	0.000	15	447.542	2344.020	0.000

Как следует из таблицы 2, алгоритм динамического программирования, хотя и характеризуется экспоненциальной вычислительной сложностью, позволяет выполнить синтез парето-оптимальной совокупности стратегий обслуживания потока объектов для практически значимых значений размерности за промежуток времени, не превышающий в среднем 10 минут. Такого порядка временные интервалы вполне приемлемы для синтеза стратегий обслуживания объектов в логистических системах рассматриваемого типа.

Заключение. В работе дано содержательное описание логистической схемы, используемой, в частности, для снабжения дизельным топливом потребителей арктического региона. Построена адекватная ей математическая модель. В рамках этой модели поставлена бикритериальная оптимизационная задача и сконструирован её решающий алгоритм, основанный на концепции Парето и многокритериальной схеме дискретного динамического программирования. Реализация алгоритма продемонстрирована на численном примере. Путем массовых вычислительных экспериментов программной реализации алгоритма установлена возможность его штатного использования в информационной системе поддержки управления транспортно-технологическими процессами рассматриваемого типа.

Для решения задач синтеза стратегий обслуживания повышенных размерностей актуальной является проблема построения таких модификаций модели управления обслуживанием, которые, сохраняя адекватность описания прикладной специфике, порождают полиномиально разрешимые подклассы исследуемых оптимизационных задач. В частности, к таким модификациям относятся приводящие к параметризации вычислительной сложности модели обслуживания и задачи, рассмотренные в работе [1].

Список литературы:

[1] Kogan, D.I. and Fedosenko, Yu.S. The discretization problem: analysis of computational complexity and polynomially solvable subclasses. *Discret. Math. Appl.*, 1996, vol. 6, Issue 5, pp. 435–447. DOI:10.4213/dm534

[2] Kogan, D.I., Kuimova, A. S., Fedosenko, Yu.S. The problems of servicing of the binary object flow in system with refillable storage component. *Automation and Remote Control*, 2014, vol. 75, Issue 7, pp. 1257–1266. DOI:10.1134/S0005117914070078

[3] Bellman, R.E. and Dreyfus, S.E. *Applied Dynamic Programming*. – Princeton: Princeton Univ. Press, 1962, p. 390.

[4] Tanaev V.S., Sotskov, Y.N., Strusevich, V.A. *Scheduling Theory: Multi-Stage Systems*. Springer Netherlands, 2012. – 406 p.

[5] Pinedo M.L. *Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*. Springer, 2009, 537 p.

- [6] Garey, M.R. and Johnson, D.S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. W.H. Freeman, 1990. – 338 p.
- [7] Villareal, B. and Karwan, M.H Multicriterial Dynamic Programming with an Application to the Integer Case. Journal of optimization theory and applications, 1982, vol. 38, Issue 1, pp. 43–69. DOI:10.1007/BF00934322
- [8] Kogan D.I., Fedosenko, Yu.S., Dunichkina N.A. Bicriterial servicing problems for stationary objects in a one-dimensional working zone of a processor. Automation and Remote Control, 2012, vol. 73, Issue 10, pp. 1667–1679. DOI:10.1134/S0005117912100074

THE SYNTHESIS OF SERVICE POLICIES OF OBJECTS FLOW IN THE SYSTEM WITH REFILLABLE STORAGE ELEMENT

A.S. Mitroshina, A.S. Pudov, Yu.S. Fedosenko

Keywords: *dynamic programming, multi-objective optimization, scheduling theory, NP-hardness, Pareto efficiency.*

This paper describes the problem that appears in research that aims at implementing a fuel management system for inhabitants of the Northern Territories who are interesting in bulk water-transport delivery. The mathematical model of a logical scheme is constructing in form of uniprocessor system with refillable storage element that carries out single-stage service of deterministic objects flow. We formulate the task scheduling optimization problem in the form where service policies are estimates by two independent minimized criteria. Because of our research, we also provide synthesis algorithm of Pareto-efficient service policies that utilizes bicriteria approach of dynamic programming. The feasibility of the algorithm is demonstrated by numerous examples and results derived from computational experiments.

Статья поступила в редакцию 16.02.2017 г.

УДК 519.854.3

*Е.А. Неймарк, к.т.н., доцент, ИИТММ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23*

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАЧАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЭВОЛЮЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

Ключевые слова: *задача коммивояжера, генетические алгоритмы, жадные алгоритмы.*

В статье рассматриваются вопросы использования жадных алгоритмов для улучшения качества начальной популяции генетического алгоритма при решении задачи коммивояжера. Показано, что качество начальной популяции влияет на качество получаемого генетическим алгоритмом решения в целом.

Задача коммивояжера является одной из наиболее известных экстремальных задач. Поставленная еще в 1934 г., эта задача остается одной из самых исследуемых задач в теории графов. Обширный круг возможных приложений, сосредоточение характерных для задач дискретного программирования трудностей, наряду с простотой и прозрачностью формулировки, привлекает к этой задаче многих исследователей.

Часто задача коммивояжера возникает как частный случай при решении других задач. Например, при решении задач теории расписаний, когда качество расписания существенно зависит от правильной организации пуско-наладочных и транспортных работ.

Эволюционно-генетические алгоритмы в разных формах применяются к решению многих научных и технических проблем [1, 2]. Генетические алгоритмы являются эффективной процедурой поиска, которая конкурирует с другими процедурами. Эффективность генетических алгоритмов сильно зависит от таких деталей, как метод кодирования решений, выбор операторов. Использование в генетических алгоритмах методов, позволяющих повысить качество начальной популяции, существенно влияет на качество получаемых решений в целом.

В терминах теории графов, задача формулируется следующим образом: дан полный взвешенный граф $G(V, E)$, необходимо найти гамильтонов путь, такой, чтобы суммарный вес ребер, составляющих его, был минимальным. Своим названием задача коммивояжера обязана ее геометрической интерпретации. Если представить множество вершин графа V как множество городов, которые должен посетить коммивояжер, а ребра – это переходы между городами, а веса – расстояния. Тогда задачу можно сформулировать следующим образом: коммивояжер должен обойти N заданных городов (расстояния между каждой парой городов известны). Выйдя из первого города, он должен обойти все остальные ровно по одному разу и вернуться в тот, из которого вышел первоначально. Нужно указать такой порядок обхода городов, при котором суммарное расстояние между всеми посещенными городами (пройденный путь) будет минимальным.

Математическая постановка задачи представлена системой (1)–(3), где (1) представляет собой целевую функцию и ограничения на то, что каждый город участвует в обходе один и только один раз, (3) является условием существования единственного цикла, здесь u_i – порядковый номер посещения коммивояжером i -го города в искомом цикле.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q(\bar{x}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \forall j = \overline{1, n}; \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall i = \overline{1, n}; \\ x_{ij} \in \{0, 1\}, \end{array} \right. \quad (1)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{в цикле есть переход из } i \text{ в } j; \\ 0, & \text{перехода из } i \text{ в } j \text{ нет;} \end{cases} \quad (2)$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1, u_i > 0, u_j > 0, j \neq i, \quad i, j = \overline{2, n}. \quad (3)$$

Генетические алгоритмы реализуют совершенно новый подход к решению экстремальных задач. В отличие от классических алгоритмов поисковой оптимизации, генетические алгоритмы оперируют не решениями, а некоторыми их кодировками, моделируя природные механизмы репродукции, естественного отбора и т.п. В генетическом алгоритме эти механизмы моделируются при помощи трех основных операторов: кроссовер, мутация и селекция. Под генетическим алгоритмом будем понимать алгоритмический подход к решению задачи однокритериального выбора, основанный на моделировании основных факторов эволюционного развития популяции.

На каждом такте работы генетический алгоритм работает с некоторой совокупностью кодировок, называемой популяцией. На начальном этапе работы формируется

начальная популяция. На этом процессе мы более подробно сосредоточимся дальше.

В классическом генетическом алгоритме начальная популяция генерируется случайным образом. Данный подход имеет как преимущества, так и недостатки. Естественно, что данный метод позволяет ускорить и упростить процесс формирования начальной популяции, однако качество получаемых решений далеко от идеала. Решения, полученные случайным образом, могут содержать множество ребер, длина которых достаточно велика и эти ребра не присутствуют в оптимальном решении. При этом может получиться, что некоторые ребра, которые формируют оптимальное решение, в начальной популяции представлены не будут. Следовательно, генетический алгоритм не будет иметь достаточно материала для формирования оптимального решения в дальнейшем, а значит и качество полученного решения будет далеко от оптимального. Конечно, здесь важным фактором является время (количество поколений), которое требуется для поиска решения, или численность популяции. В рамках данного исследования мы покажем, что при фиксированном времени поиска и численности популяции, качество начальной популяции существенно влияет на качество полученного решения.

Если в генетическом алгоритме используются методы, выходящие за рамки классического генетического алгоритма, то получаемый алгоритм называется гибридным. Применение эвристических методов для улучшения качества решения часто встречается на практике и хорошо себя зарекомендовало [3]. В данной работе для улучшения качества решения предлагается использовать жадные эвристики. Особенность жадных подходов состоит в том, что в ходе создания решения, алгоритм на каждом шаге стремится добавить фрагмент решения, дающий оптимальный результат. Для задачи коммивояжера наиболее известными жадными эвристиками являются метод ближайшего города и метод ближайшего соседа [4].

Оба этих метода относятся к детерминированным. То есть, если начальный город выбран, то получаемое решение всегда одинаковое. Для начальной популяции генетического алгоритма, кроме наличия хороших участков обходов, важно также, чтобы в ней было как можно больше разнообразия. Следовательно, в данные алгоритмы необходимо внести элемент случайности. Это делается путем выбора следующего города (пункт 4 алгоритма) не детерминированно, а с вероятностью обратно пропорциональной расстоянию $e(n_k, m_k)$ где город $m_k \in J$ – это кандидат для добавления в обход после города $n_k \in I$. Таким образом мы увеличиваем разнообразие в начальной популяции, в то же время получаемые решения с большой долей вероятности будут содержать минимальные ребра, что будет способствовать эффективности работы генетического алгоритма.

Для эксперимента были использованы широко известные тестовые задачи из TSPLIB: Oliver's 30 и Eilon's 50. Для каждой задачи было сделано три серии по 30 запусков генетического алгоритма с одинаковыми параметрами, изменялся только способ формирования начальной популяции. В первой серии начальная популяция генерировалась при помощи случайного метода формирования генотипа, во втором при помощи метода ближайшего города, в третьем – метода ближайшего соседа. Результаты для каждой серии приведены в таблице 1. Для каждой серии показано отклонение от известного найденного оптимального решения в процентах для начальной популяции и по завершении работы алгоритма. Отклонение усреднено по всем 30-ти запускам.

Из результатов таблицы видно, что при формировании начальной популяции случайным методом, качество полученных решений ниже, чем при использовании жадных алгоритмов. Значительное отклонение (более 50% от оптимума) очевидно сразу после формирования начальной популяции случайным методом, при использовании жадных алгоритмов отклонения не превышают 30% (в таблице не указано, но это выявлено в результате эксперимента).

Таблица 1

Зависимость качества решения от метода формирования начальной популяции

	Метод формирования начальной популяции					
	Случайный		Ближайшего города		Ближайшего соседа	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Oliver's 30	65	12	21	2	25	3
Eilon's 50	77	13	27	4	31	4

В таблице 2 показана вероятность достижения оптимального решения в результате 30-ти запусков в каждой серии.

Таблица 2

Вероятность нахождения оптимального решения

	Метод формирования начальной популяции		
	Случайный	Ближайшего города	Ближайшего соседа
Oliver's 30	0,07	0,30	0,33
Eilon's 50	0,03	0,23	0,20

Таким образом, эксперимент показал, что выбор метода формирования начальной популяции оказывает влияние на качество получаемого генетическим алгоритмом решения. При использовании жадных алгоритмов, процент отклонения полученного решения от известного лучшего решения значительно ниже. Это обусловлено большей, по сравнению со случайным методом, вероятностью выбора кратчайших ребер графа. Поскольку генетический алгоритм является стохастическим и не гарантирует получение оптимального решения, то мы можем говорить только о повышении качества решения в среднем или о повышении вероятности найти оптимальное решение.

Список литературы:

- [1] Батищев Д.И. Генетические алгоритмы решения экстремальных задач: учебное пособие / Д.И. Батищев; под ред. Львовича Я.Е. – Воронеж, 1995. – 64 с.
- [2] Батищев Д.И. Применение генетических алгоритмов к решению задач дискретной оптимизации: учебное пособие / Д.И. Батищев, Е.А. Неймарк, Н.В. Старостин. – Н. Новгород: изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2006. – 136 с.
- [3] Батищев Д.И. Решение задачи коммивояжера с использованием генетических алгоритмов и эвристических методов / Д.И. Батищев, И.В.Булгаков, Е.А. Неймарк // Тезисы докладов междунар. конф. «Новые информационные технологии в науке, образовании и бизнесе», 1997. – С. 171–172.
- [4] Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес; пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 432 с.

IMPROVING THE QUALITY OF GENETIC ALGORITHM INITIAL POPULATION FOR THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM

E.A. Neumark

Keywords: *traveling salesman problem, genetic algorithms, greedy algorithms.*

This article discusses the use of greedy algorithms for improving the quality of the initial population of the genetic algorithm for solving the traveling salesman problem. It has been

Отформатировано:
Шрифт:
9 пт,
русский

shown that the quality of the initial population wagging on the quality of the genetic algorithm as a whole solution.

Статья поступила в редакцию 26.09.2016 г.

УДК 519.21 + 519.71

Е.В. Пройдакова, к. ф.-м. н., доцент ИИТММ,
ФГАОУ ВО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского»
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

СИСТЕМА С ФИКСИРОВАННЫМ РИТМОМ И НЕПОСТОЯННОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Ключевые слова: *непостоянная интенсивность обслуживания, циклическая управляющая система, конфликтные входные потоки, имитационное моделирование.*

В статье изучается влияние непостоянной интенсивности обслуживания на характеристики функционирования циклической системы управления конфликтными потоками требований. Исследование проводится аналитически, а также численно, с помощью метода имитационного моделирования.

Постановка задачи

В работе рассматривается система обслуживания независимых и конфликтных потоков $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$ требований в классе циклических алгоритмов с непостоянной интенсивностью обслуживания. Конфликтность означает, что обслуживание каждого из потоков происходит в непересекающиеся промежутки времени. У каждого входного потока есть основной этап обслуживания и переналадка. Обслуживающее устройство имеет $2m$ состояние $\Gamma^{(1)}, \Gamma^{(2)}, \dots, \Gamma^{(2m)}$ известной длительности T_1, T_2, \dots, T_{2m} . В состоянии $\Gamma^{(2j-1)}$ $j = 1, \dots, m$ пропускается только поток Π_j с непостоянной интенсивностью $\mu_j(t) > 0, t \in [0, T_{2j-1}]$. В состоянии $\Gamma^{(2j)}$ обслуживается также только поток Π_j , но уже с постоянной интенсивностью μ'_j . Интенсивности определяют среднее число заявок, обслуживающихся в единицу времени. Смена состояний обслуживающего устройства осуществляется по циклическому алгоритму. Такой алгоритм используется потому, что он прост в реализации и часто оказывается квазиоптимальным (близким к оптимальному) при сильной загрузке системы. Входные потоки $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$ считаем пуассоновскими с известными параметрами $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ соответственно. Здесь λ_j определяет среднее число требований, поступающих в единицу времени по потоку $\Pi_j, j = 1, \dots, m$. По всем входным потокам $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$ разрешены неограниченные очереди.

Произвольный вид функции интенсивности обслуживания $\mu_j(t)$ в состояниях $\Gamma^{(2j-1)}$ $j = 1, \dots, m$ может быть реализован за счет аппроксимации его кусочно-постоянной функцией. В силу этого, вид функций интенсивности $\mu_j(t), j = 1, \dots, m$ полагаем кусочно-постоянным, с конечным числом ($n \geq 2$) скачков (рис. 1). Состояние $\Gamma^{(2j-1)}$ $j = 1, \dots, m$ длительности T_{2j-1} представим в виде объединения n виртуальных состояний $\Gamma^{(2j-1)} = \{\Gamma_1^{(2j-1)}, \Gamma_2^{(2j-1)}, \dots, \Gamma_n^{(2j-1)}\}$, следовательно, оно будет являться укрупненным состоянием. Длительности виртуальных состояний $\Gamma_1^{(2j-1)}, \Gamma_2^{(2j-1)}, \dots, \Gamma_n^{(2j-1)}$ известны и равны $T_{2j-1,1}, T_{2j-1,2}, \dots, T_{2j-1,n}$ единиц времени соответственно, причем выполняется соотношение $T_{2j-1} = T_{2j-1,1} + T_{2j-1,2} + \dots + T_{2j-1,n}$. Пусть в каждом из

указанных виртуальных состояний интенсивность обслуживания $\mu_j(t)$ последовательно принимает значения $\mu_{j,1}, \mu_{j,2}, \dots, \mu_{j,n}$.

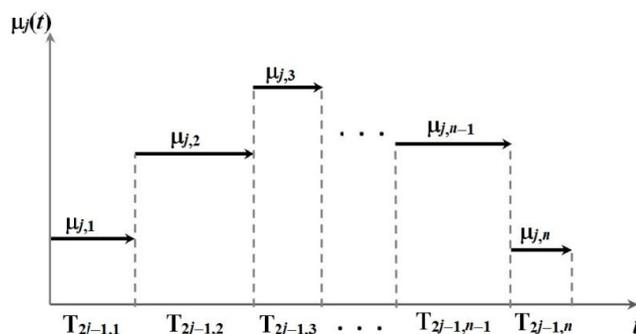


Рис. 1. Общий вид функции $\mu_j(t)$

Алгоритм смены состояний обслуживающего устройства остается циклическим. В силу этого, для новой модели можно применять те же методы исследований, что и в случае системы с постоянной интенсивностью обслуживания, только с учетом увеличения числа состояний обслуживающего устройства. В работах [1, 2] автором уже рассматривалась циклическая система, в которой значение интенсивности обслуживания в состояниях $\Gamma^{(2j-1)}, j = 1, \dots, m$ предполагалось равным постоянной величине.

Построение математической модели

Далее, ради простоты, рассмотрим случай, когда у функции $\mu_j(t), j = 1, \dots, m$ имеется только одна точка разрыва (число скачков $n = 2$). Таким образом, появляется два виртуальных состояния $\Gamma_1^{(2j-1)}, \Gamma_2^{(2j-1)}$ длительностью $T_{2j-1,1}, T_{2j-1,2}$ соответственно. Для дальнейшего удобства, при $j = 1, \dots, m$ проведем некоторые переобозначения: состояния $\Gamma_1^{(2j-1)}, \Gamma_2^{(2j-1)}, \Gamma^{(2j)}$ в $\Gamma^{(3j-2)}, \Gamma^{(3j-1)}, \Gamma^{(3j)}$; длительности $T_{2j-1,1}, T_{2j-1,2}, T_{2j-1,1}$ в $T_{3j-2}, T_{3j-1}, T_{3j}$. Число обслуженных требований в состояниях $\Gamma_1^{(2j-1)}, \Gamma_2^{(2j-1)}, \Gamma^{(2j)}$ вычисляется следующим образом: $l_j = [\mu_{j,1}T_{2j-1,1}], l'_j = [\mu_{j,2}T_{2j-1,2}], l''_j = [\mu'_{j,2}T_{2j}]$, причем $L_j = \max\{l_j, l'_j\}$.

В исследуемой системе вектор b является управлением m независимыми конфликтными потоками, где $b \in \mathfrak{R} = \{(T_1, T_2, \dots, T_{3m}): T_1 > 0, T_2 > 0, \dots, T_{3m} > 0\}$.

При построении математической модели рассматриваемой управляющей системы применялся кибернетический подход [1]. Согласно его основным положениям циклическая управляющая система наблюдается в дискретные моменты времени $\tau_i, i = 0, 1, \dots$ переключений состояний обслуживающего устройства (с учетом виртуальных) или на промежутках $[\tau_i, \tau_{i+1})$. Таким образом, дискретная шкала функционирования системы задается случайной последовательностью $\{\tau_i; i = 0, 1, \dots\}$.

Определим на вероятностном пространстве $(\Omega, \mathfrak{F}, P(\cdot))$ при $j = 1, \dots, m$ и $i = 0, 1, \dots$ следующие случайные величины и элементы:

- 1) $\eta_{j,i}$ – число требований потока Π_j , поступивших за промежутков времени

$$[\tau_i, \tau_{i+1}), \eta_{j,i} \in X = \{0, 1, \dots\};$$

- 2) $\xi_{j,i}$ – максимально возможное число заявок, которое может обслужиться за интервал время $[\tau_i, \tau_{i+1})$ по потоку $\Pi_j, \xi_{j,i} \in \{0, l''_j, l'_j, l_j\}$;

- 3) Γ_i – состояние обслуживающего устройства на промежутке времени

$$[\tau_i, \tau_{i+1}), \Gamma_i \in \Gamma = \{\Gamma^{(1)}, \Gamma^{(2)}, \dots, \Gamma^{(3m)}\};$$

4) $\mathfrak{x}_{j,i}$ – длина очереди по потоку Π_j в момент τ_i , $\mathfrak{x}_{j,i} \in X$;

5) $\bar{\xi}_{j,i}$ – число реально обслуженных заявок потока Π_j за промежутки времени

$$[\tau_i, \tau_{i+1}), \bar{\xi}_{j,i} \in Y_j = \{0, 1, \dots, L_j\}.$$

Входные потоки считаем Пуассоновскими, поэтому для $\eta_{j,i}$ при $u \in X, j = 1, \dots, m, r = 1, \dots, 3m$ можно записать следующие условные вероятности:

$$P(\eta_{j,i} = u | \Gamma_i = \Gamma^{(r)}) = (\lambda_j T_r)^u (u!)^{-1} \exp(-\lambda_j T_r) = \varphi_j(u, T_r).$$

Для случайных величин $\xi_{j,i}$ при $i = 0, 1, \dots$ и $j = 1, \dots, m$ можно записать вырожденное условное распределение вида: $P(\xi_{j,i} = v | \Gamma_i = \Gamma^{(r)}) = \beta_j(v, \Gamma^{(r)})$, где

$$\beta_j(v, \Gamma^{(r)}) = \begin{cases} 1, & \text{при } v = l_j, r = 3j - 2; \\ 1, & \text{при } v = l'_j, r = 3j - 1; \\ 1, & \text{при } v = l''_j, r = 3j; \\ 1, & \text{при } v = 0, r \in \{1, 2, \dots, 3m\} \setminus \{3j - 2, 3j - 1, 3j\}; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Для описания циклического алгоритма работы обслуживающего устройства введем в рассмотрение функцию $U(\Gamma^{(r)})$, где

$$U(\Gamma^{(r)}) = \begin{cases} \Gamma^{(1)}, & \text{при } r = 3m; \\ \Gamma^{(r+1)}, & \text{при } r \in \{1, 2, \dots, 3m - 1\}. \end{cases}$$

Тогда состояние обслуживающего устройства в следующий момент времени определяется рекуррентным соотношением $\Gamma_{i+1} = U(\Gamma_i), i = 0, 1, \dots$

Заявки из очередей отбираются группами, согласно экстремальной стратегии механизма обслуживания, то есть имеет место соотношение $\bar{\xi}_{j,i} = \min\{\mathfrak{x}_{j,i} + \eta_{j,i}, \xi_{j,i}\}$, $j = 1, \dots, m$ и $i = 0, 1, \dots$. Для очереди справедливо очевидное равенство: $\mathfrak{x}_{j,i+1} = \max\{0, \mathfrak{x}_{j,i} + \eta_{j,i} - \xi_{j,i}\}$.

В силу независимости входных потоков, потоков насыщения и циклического переключения состояний обслуживающего устройства, можно рассматривать процесс обработки требований отдельно для каждого из потоков Π_j . Состояние всей системы по потоку Π_j на промежутке времени $[\tau_i, \tau_{i+1})$ будем характеризовать случайным вектором $(\Gamma_i, \mathfrak{x}_{j,i}, \bar{\xi}_{j,i-1})$. Для $(\Gamma_i, \mathfrak{x}_{j,i}, \bar{\xi}_{j,i-1})$ при $j = 1, \dots, m, i = 0, 1, \dots$ справедливо рекуррентное соотношение:

$$(\Gamma_{i+1}, \mathfrak{x}_{j,i+1}, \bar{\xi}_{j,i-1}) = (U(\Gamma_i), \max\{0, \mathfrak{x}_{j,i} + \eta_{j,i} - \xi_{j,i}\}, \min\{\mathfrak{x}_{j,i} + \eta_{j,i}, \xi_{j,i}\}).$$

Поведение системы по потоку Π_j описывается случайной векторной последовательностью $\{(\Gamma_i, \mathfrak{x}_{j,i}, \bar{\xi}_{j,i-1}); i \geq 0\}$, которая определяет динамику состояний обслуживающего устройства, флуктуацию длин очередей по потокам и флуктуацию обслуженных требований. В работах [1, 2] автором уже изучались вероятностные свойства последовательности $\{(\Gamma_i, \mathfrak{x}_{j,i}, \bar{\xi}_{j,i-1}); i \geq 0\}$ в случае постоянной интенсивности обслуживания.

Считаем, что в момент времени τ_0 задано начальное распределение, то есть для вектора $(\Gamma_0, \mathfrak{x}_{j,0}, \bar{\xi}_{j,-1})$, известны вероятности $P(\Gamma_0 = \Gamma^{(s)}, \mathfrak{x}_{j,0} = x, \bar{\xi}_{j,-1} = y)$, где $j = 1, \dots, m, \Gamma^{(s)} \in \Gamma, x \in X, y \in Y_j$. В случае непостоянной интенсивности обслуживания при заданном распределении начального вектора, последовательность $\{(\Gamma_i, \mathfrak{x}_{j,i}, \bar{\xi}_{j,i-1}); i \geq 0\}$ является однородной марковской цепью. Общий вид ее переходных вероятностей определяется следующим соотношением:

$$P(\Gamma_{i+1} = \Gamma^{(r)}, \mathfrak{a}_{j,i+1} = x, \bar{\xi}_{j,i} = y | \Gamma_i = \Gamma^{(s)}, \mathfrak{a}_{j,i} = w, \bar{\xi}_{j,i-1} = q) =$$

$$= \sum_{u=0}^{\infty} \sum_{v \in \{0, l'_j, l_j\}} \varphi_j(u, T_s) \beta_j(v, \Gamma^{(s)}) P(U(\Gamma^{(s)}) = \Gamma^{(r)}, \max\{0, w+u-v\} = x, \min\{w+u, v\} = y).$$

Исследование системы методом имитационного моделирования

Для того чтобы численно исследовать влияние непостоянной интенсивности обслуживания на характеристики функционирования циклической управляющей системы, была создана соответствующая имитационная модель. В начале работы имитационной модели при $j = 1, \dots, m$ задаются значения следующих параметров:

- 1) количество входных потоков m ;
- 2) длительности состояний обслуживающего устройства T_1, T_2, \dots, T_{2m} (единиц времени);
- 3) интенсивности λ_j поступления заявок по потокам (требований в единицу времени);
- 4) постоянные интенсивности μ'_j обслуживания заявок в состояниях $\Gamma^{(2j)}$ (требований в единицу времени);
- 5) длины $x_{j,0}$ очередей в начальный момент времени по потокам (требований);
- 6) вид функций для интенсивностей $\mu_j(t)$ обслуживания требований в состояниях $\Gamma^{(2j-1)}$.

Моделирование включает в себя два этапа. На первом этапе определяется момент перехода системы в квазистационарный (близкий к стационарному) режим функционирования. На втором этапе моделируется работа системы в квазистационарном режиме для нахождения численных оценок характеристик системы. В частности находят значения $M\gamma_j, j = 1, \dots, m$ оценок среднего времени ожидания начала обслуживания требования по потокам и оценка γ^* среднего времени ожидания начала обслуживания произвольного требования, где

$$\gamma^* = \frac{\sum_{j=1}^m \lambda_j M\gamma_j}{\sum_{j=1}^m \lambda_j}, j = 1, \dots, m.$$

Далее, в качестве примера, рассматривается случай двух входных потоков ($m = 2$). При моделировании учитывались и физические ограничения на некоторые параметры системы: $T_2 \geq 6, T_4 \geq 6, T_1 \geq T_2, T_3 \geq T_4$ и $T \geq 80$, здесь $T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$. Предварительно, в предположении постоянной интенсивности обслуживания, решалась задача оптимизации по критерию $\gamma^* \rightarrow \min$. Поскольку именно среднее время ожидания начала обслуживания произвольной заявки в стационарном режиме или средняя задержка требования часто является основным критерием качества управления конфликтными потоками требований. В таблице 1 приведены фрагменты результатов, полученных при значениях $T_2 = T_4 = 6, \lambda_1 = 0,2, \lambda_2 = 0,3$ и постоянных интенсивностях обслуживания $\mu_1(t) = 1, \mu_2(t) = 1, \mu'_1 = \mu'_2 = 2$.

Таблица 1

Оценки $M\gamma_1, M\gamma_2$ и γ^* для различных длин периода T

T	T_1	T_3	$M\gamma_1$	$M\gamma_2$	γ^*
140	28	100	102,38	38,69	64,13
	30	98	98,74	39,78	63,38
	32	96	95,36	41,77	63,16
	34	94	92,88	43,67	63,34
	36	92	90,61	45,71	63,66

T	T ₁	T ₃	Mγ ₁	Mγ ₂	γ*
120	26	82	86,63	31,57	53,56
	28	80	82,53	33,23	52,91
	30	78	79,19	35,02	52,67
	32	76	76,19	36,76	52,54
	34	74	73,31	39,79	53,17
100	28	60	63,57	29,61	43,14
	30	58	60,35	30,06	42,19
	32	56	57,51	32,01	42,26
	34	54	54,79	33,84	42,29
	36	52	51,91	35,92	42,39

Из таблицы 1 следует, что при указанных параметрах, минимум оценки среднего времени ожидания начала обслуживания произвольного требования γ^* равен 42,19 единиц времени, и он достигается при $T = 100$, $T_1 = 30$, $T_3 = 58$. Данные значения и являются квазиоптимальными для случая $\mu_1(t) = 1$, $\mu_2(t) = 1$.

Изучим, как повлияет непостоянная интенсивность обслуживания в состояниях $\Gamma^{(1)}$, $\Gamma^{(3)}$ на оценку γ^* , в случае квазиоптимальных значений T , T_1 и T_3 . Пусть максимальное число требований, которое может обслужиться в состояниях $\Gamma^{(1)}$, $\Gamma^{(3)}$, остается таким же, как при постоянной интенсивности обслуживания. Ниже, в качестве примера, рассмотрены случаи, когда кусочно-постоянные функции $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ интенсивностей обслуживания в состояниях $\Gamma^{(1)}$, $\Gamma^{(3)}$ имеют по три точки разрыва (число скачков $n = 4$).

Случай 1. Функции $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ немонотонные и задаются в соответствии с таблицами 2 и 3 соответственно.

Таблица 2

Немонотонная функция $\mu_1(t)$

T _{1,1} = 8	T _{1,2} = 8	T _{1,3} = 8	T _{1,4} = 6
$\mu_{1,1} = 1,1$	$\mu_{1,2} = 1,4$	$\mu_{1,3} = 0,8$	$\mu_{1,4} = 0,6$

Таблица 3

Немонотонная функция $\mu_2(t)$

T _{3,1} = 14	T _{3,2} = 10	T _{3,3} = 16	T _{3,4} = 18
$\mu_{2,1} = 1,2$	$\mu_{2,2} = 1,6$	$\mu_{2,3} = 0,8$	$\mu_{2,4} = 0,6$

Значение оценки γ^* в этом случае равно 39,62 единиц времени, что на 2,57 единицы времени меньше, чем при постоянной интенсивности обслуживания.

Случай 2. Функции $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ убывающие и задаются в соответствии с таблицами 4 и 5 соответственно.

Таблица 4

Убывающая функция $\mu_1(t)$

T _{1,1} = 8	T _{1,2} = 8	T _{1,3} = 8	T _{1,4} = 6
$\mu_{1,1} = 1,4$	$\mu_{1,2} = 1,1$	$\mu_{1,3} = 0,9$	$\mu_{1,4} = 0,5$

Убывающая функция $\mu_2(t)$

$T_{3,1} = 10$	$T_{3,2} = 14$	$T_{3,3} = 16$	$T_{3,4} = 18$
$\mu_{2,1} = 1,7$	$\mu_{2,2} = 1,1$	$\mu_{2,3} = 0,8$	$\mu_{2,4} = 0,6$

Значение оценки γ^* в этом случае равно 37,31 единицы времени, что на 4,88 единицы времени меньше, чем при постоянной интенсивности обслуживания.

Таким образом, в случае системы с фиксированным ритмом, очевидно, что наличие непостоянной интенсивности обслуживания существенно влияет на такую характеристику функционирования системы, как среднее время ожидания начала обслуживания произвольного требования γ^* . За счет введения функциональных зависимостей $\mu_j = \mu_j(t)$ $j = 1, \dots, m$, можно добиться уменьшения γ^* по сравнению с квазиоптимальным значением, полученным при постоянных интенсивностях обслуживания. Результаты численного исследования также позволяют сделать вывод о том, что можно и ухудшить значения γ^* , по сравнению со случаем постоянной интенсивности обслуживания, подобрав функции $\mu_j(t)$ определенным образом, например, увеличивая интенсивность обслуживания по потокам ближе к завершению основной фазы обслуживаемого устройства. Подобный вопрос уже затрагивался автором, в том числе, при решении проблемы Вебстера-Алсопа о средних задержках требований в циклической транспортной системе [4].

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы Н-005-0 «Математическое моделирование и анализ стохастических эволюционных систем и процессов принятия решений».

Список литературы:

- [1] Федоткин М.А., Пройдакова Е.В. Нелинейная модель процесса циклического обслуживания и выходные потоки // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. Издание Саратовского университета. – Т. 13, № 3. – 2005. – С. 48–60.
- [2] Пройдакова Е.В., Федоткин М.А. Определение условий существования стационарного распределения выходных потоков в системе с циклическим управлением // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Математика. – 2006. – Вып. 1 (4). – С. 92–102.
- [3] Ляпунов А.А., Яблонский С.В. Теоретические проблемы кибернетики // Проблемы кибернетики. – М.: Физматгиз. – 1963. – С. 5–22.
- [4] Пройдакова Е.В. Численное исследование циклической и приоритетной систем управления конфликтными потоками требований // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 3(1). – С. 199–205.

THE SYSTEM WITH A FIXED RHYTHM AND INCONSTANT INTENSITY OF SERVICE

E.V. Proidakova

Keywords: *inconstant intensity of service, cyclic control system, conflicting input flows, computer simulation.*

This paper studies the impact of inconstant intensity of service on the characteristics of the cyclic control system functioning. The research is carried out analytically and numerically using computer simulation.

Статья поступила в редакцию 21.09.2016 г.

УДК 519.987

М.А. Трухина, ст. преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СИНТЕЗ РАСПИСАНИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТОКА ПАКЕТОВ ИДЕНТИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ключевые слова: теория расписаний, оптимальность, конечный детерминированный поток объектов, алгоритм ветвей и границ, динамическое программирование

Рассматривается математическая модель обслуживания стационарным процессором детерминированного потока объектов, поступающих в составе пакетов. Пакет считается обслуженным, если завершены обслуживанием все входящие в него объекты. С каждым пакетом ассоциируется линейная функция штрафа от момента завершения его обслуживания. Все объекты одного пакета являются идентичными. Ставится задача синтеза расписания обслуживания, обеспечивающего минимизацию суммарного по всем пакетам штрафа. Конструируются решающие алгоритмы на основе концепции ветвей и границ и динамического программирования. Приводятся примеры реализации алгоритмов.

1. Математическая модель

Рассматривается h -элементный поток O^h независимых пакетов $O(s)$ объектов, $s = \overline{1, h}$; каждый пакет $O(s)$ включает в себя один ведущий объект O^s и $n(s)$ ($n(s) \geq 1$) идентичных ведомых объектов O_s ; объект O^s обеспечивает перемещение всех входящих в пакет $O(s)$ ведомых объектов, которые (в отличие от ведущего объекта) подлежат однофазному однократному обслуживанию стационарным процессором Π ; норма длительности обслуживания объекта O_s определяется значением параметра τ_s ,

$$\sum_{s=1}^h n(s) = n - \text{общее количество ведомых объектов в потоке } O^h.$$

Пакет $O(s)$, т.е. агрегация всех входящих в его состав ведомых объектов O_s под управлением ведущего объекта O^s в момент времени t_s поступает в очередь для обслуживания процессором. Не ограничивая общности, полагаем следующее:

– выполняется цепочка неравенств $0 \leq t_1 \leq \dots \leq t_s \leq \dots \leq t_h$;

– в начальный момент времени $t = 0$ процессор Π свободен и находится в состоянии готовности к выполнению обслуживания ведомых объектов O_s пакетов $O(s)$, $s = \overline{1, h}$;

– обслуживание объектов пакета $O(s)$ может быть начато свободным процессором Π в любой момент времени t ($t \geq t_s$) и осуществляется без прерываний, $s = \overline{1, h}$;

– необслуженный объект не может покинуть очередь;

– одновременное обслуживание процессором Π двух и более ведомых объектов и его непроизводительные простои запрещены.

Поток O^h пакетов считается обслуженным в том и только в том случае, если завершены обслуживанием все образующие его пакеты $O(s)$; аналогично пакет объектов $O(s)$ считается обслуженным в том и только в том случае, если завершены обслуживанием все входящие в него ведомые объекты O_s .

Момент времени t_s^k завершения обслуживания пакета $O(s)$ определяется как момент завершения обслуживания последнего объекта O_s .

За каждую единицу времени пребывания ведущего объекта O^s в состоянии ожидания завершения обслуживания всех ведомых объектов пакета $O(s)$ взимается штраф в размере a_s .

Время считается дискретным, измеряется в количестве тактов; все числовые параметры модели считаем целочисленными.

В задаче общего вида [1–3], без ограничения на идентичность ведомых объектов стратегия (расписание) обслуживания S представляется в виде перестановки номеров ведомых объектов. Общее число возможных перестановок равно $n!$.

В рассматриваемой задаче стратегия обслуживания S потока O^h через индексы ведущих объектов входящих в его состав пакетов $O(s)$, $s = \overline{1, h}$ представляется как произвольная перестановка с повторениями [4]. Индекс s должен входить в перестановку ровно $n(s)$ раз. Общее число возможных перестановок определяется соотношением

$$n! / \prod_{s=1}^h n(s)!, \text{ значение которого существенно меньше } n!.$$

Множество допустимых стратегий обозначим Ω . Оценку той или иной стратегии S лицо принимающее решения может проводить на основе значений различных учитываемых условия складывающейся ситуации количественных критериев [5–7]. Одним из часто используемых является критерий

$K_1(S) = \sum_{s=1}^h a_s (t_s^k(S) - t_s)$ – суммарный по всем ведущим объектам штраф за время пребывания потока O^h в системе обслуживания. Ниже рассматривается задача вида

$$\min_{S \in \Omega} K_1(S), \tag{1}$$

решение которой позволяет обеспечить оптимальное управление обслуживанием потока O^h .

2. Алгоритм решения задачи методом ветвей и границ

Конструируемый ниже на основе концепции ветвей и границ (ВиГ) [8] решающий алгоритм A_{BG} заключается в построении дерева вариантов G с отсечением бесперспективных для последующего рассмотрения вершин (узлов). Каждая вершина дерева соответствует промежуточной ситуации принятия решения о постановке на обслуживание очередного объекта (из множества ожидающих обслуживания), принимаемого в момент, когда процессор свободен. Вершины, из которых будет производиться ветвление, считаются открытыми и хранятся в списке открытых вершин. Вершина, содержащая полное расписание, является закрытой и хранится в списке закрытых. Ветвление из нее не производится. Отсеянные вершины не хранятся.

Открытую вершину дерева вариантов G характеризуют: фрагмент перестановки (расписания) p длиной от 0 до $n - 1$, текущее значение момента дискретного времени t , верхняя BO и нижняя HO оценки значений критерия $K_1(S)$.

Закрытая вершина содержит полное расписание p длиной n и верхнюю BO оценку значений критерия $K_1(S)$, для закрытых вершин значения BO и HO совпадают.

Непосредственно ниже описывается пошаговая схема выполнения алгоритма A_{BG}

Шаг 1. Начало. Формирование корня дерева. Расписание в этой вершине пустое, $t = 0$, BO – штраф на расписании, в котором пакеты обслуживаются в порядке поступ-

ления, $HO = \sum_{i=1}^h a_i \tau_i n(i)$. Список открытых вершин инициализируется корнем дерева.

Шаг 2. Ветвление. Для ветвления выбирается открытая вершина. Ветвление в текущей вершине происходит по всем объектам, присутствующим в момент t в системе (уже пришел, но еще не обслужен), а также по фиктивному объекту f , означающему простой в ожидании поступления очередного пакета объектов; объект f не используется, если в момент времени t все пакеты потока O^h уже поступили. В результате формируются вершины следующего уровня.

В каждой новой вершине содержится фрагмент расписания p длины $L + 1$ (где L – длина фрагмента расписания родительской вершины) и текущее время, равное $t + \tau$, где τ – продолжительность обслуживания выбранного объекта. Если ветвление осуществляется по фиктивному объекту, фрагмент расписания p не меняется, а значение момента времени t совпадает со значением момента времени t_s поступления в систему очередного пакета.

Заметим, что если текущая вершина получена в результате выбора фиктивного объекта f , то очередное ветвление целесообразно проводить только по объектам вновь поступивших пакетов (таких, для которых $t_s = t$), а также по фиктивному объекту.

Работу алгоритма можно существенно ускорить, если исключить построение поддерева при $t \geq t_h$ и определять оптимальную последовательность обслуживания всех оставшихся объектов путем сведения получающейся задачи к известной задаче мастера [5]; при этом необслуженные пакеты сортируются по убыванию отношения $\mu_s = a_s / T_s$, где T_s – суммарная длительность обслуживания оставшихся объектов пакета; ниже будем обозначать такой прием символом Υ . Для каждой построенной вершины рассчитываются оценки BO и HO .

Оценка BO представляет собой штраф на расписании, начальный фрагмент которого хранится в этой построенной вершине, а все остальные объекты обслуживаются в порядке поступления.

Для вычисления оценки HO штраф по фрагменту расписания p до момента времени t рассчитывается по формуле (1), а далее снимается формальный запрет на одно-временное обслуживание нескольких объектов; при этом имеющиеся в системе объекты считаются обслуживаемыми, начиная с момента времени t , а остальные – с момента поступления в систему.

Шаг 3. Отсев. При выполнении алгоритма A_{BG} поддерживается значение текущего минимума верхней оценки – рекорд BO^* .

Если в очередной вершине дерева вариантов G выполняется неравенство $HO > BO^*$, то эта вершина отсеивается, так как оптимальная стратегия S^* не может быть построена из этой вершины. Если же в очередной вершине дерева вариантов G выполняется неравенство $BO < BO^*$, то осуществляется обновление значения рекорда и запускается процедура отсева по условию $HO > BO^*$ для всех вершин дерева вариантов G .

Шаг 4. Завершение. Если множество открытых вершин дерева вариантов G пусто, каждая закрытая вершина содержит оптимальное расписание обслуживания исходного потока пакетов объектов. В противном случае осуществляется переход на шаг 2.

Пример 1 выполнения решающего задачу (1) алгоритма A_{BG} для потока O^h пакетов с параметрами

$$h = 3, n = 10;$$

$$t_1 = 0, a_1 = 5, n(1) = 4, \tau_1 = 7; t_2 = 5, a_2 = 15, n(2) = 4, \tau_2 = 7; t_3 = 21, a_3 = 20, n(3) = 2, \tau_3 = 4.$$

На рис. 1 вершины дерева вариантов G обозначены окружностями, помеченными номерами пакетов, объекты которых ставятся на обслуживание, а символ f означает

постановку на обслуживание фиктивного объекта. Эти пометки позволяют идентифицировать любую вершину дерева G путем от корня. Так, например, запись «переход к узлу (1, 1)» означает переход к крайней левой вершине в третьем ярусе: из корня выбираем пакет $O(1)$, из получившейся вершины вновь выбираем пакет $O(1)$.

В открытых вершинах дерева вариантов G указаны значения оценок BO и HO и t ; в закрытых вершинах дерева G указаны только значения оценки BO .

Шаг 1. Корень дерева поиска характеризуется оценками $BO = 1805$, $HO = 240$ и $t = 0$; минимум верхней оценки равен 1805.

Шаг 2. Осуществляется переход к корню вершины дерева вариантов G и на обслуживание ставится объект из пакета $O(1)$; при этом $BO = 1805$, $HO = 270$, $t = 7$.

Ставится на обслуживание фиктивный объект; при этом $BO = 1805$, $HO = 240$ и $t = 5$. Выполняется переход к узлу $O(1)$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(1)$; при этом $BO = 1805$, $HO = 410$, $t = 14$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$; при этом $BO = 1840$, $HO = 270$, $t = 14$.

Ставится на обслуживание фиктивный объект; при этом t принимает значение t_3 . Применением приема Υ рассчитывается значение параметра T_s для каждого пакета. В первом пакете остались необслуженными три объекта, т.е. $T_1 = 3 \cdot \tau_1 = 21$. Во втором пакете осталось четыре необслуженных объекта, т.е. $T_2 = 4 \cdot \tau_2 = 28$. В третьем пакете осталось два необслуженных объекта, т.е. $T_3 = 2 \cdot \tau_3 = 10$. Рассчитывая значения коэффициента μ_s , получаем $\mu_1 = 0.24$, $\mu_2 = 0.54$, $\mu_3 = 2$.

Таким образом, оставшиеся объекты должны быть обслужены в порядке: все объекты третьего пакета, затем все объекты второго пакета, последними обслуживаются оставшиеся объекты первого пакета. Получилась закрытая вершина, для которой $BO = 1410$, $\rho = (1, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 1, 1)$. В остальных случаях расписания обслуживания достраиваются аналогично. Минимум верхней оценки принял значение 1410. Выполняется переход к узлу с «номером» f .

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$; при этом $BO = 2040$, $HO = 300$, $t = 12$.

Ставится на обслуживание фиктивный объект. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1445$.

Осуществляется переход к узлу (1, 1) и ставится на обслуживание объект из пакета $O(1)$. Получилась закрытая вершина, для которой $BO = 1305$, $\rho = (1, 1, 1, 3, 3, 1, 2, 2, 2, 2)$. Минимум верхней оценки принял значение 1305, а закрытая вершина отсеивается.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$. Получилась закрытая вершина, для которой $BO = 1235$, $\rho = (1, 1, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1)$. Минимум верхней оценки принял значение 1235, закрытая вершина отсеивается.

Ставится на обслуживание фиктивный объект. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1375$.

Осуществляется переход к узлу (1, 2) и ставится на обслуживание объект из пакета $O(1)$. Получилась закрытая вершина, для которой $BO = 1235$, $\rho = (1, 2, 1, 3, 3, 2, 2, 1, 1)$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$. Получилась закрытая вершина, для которой $BO = 1130$, $\rho = (1, 2, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1)$. Минимум верхней оценки принял значение 1130, отсеиваются две закрытые вершины.

Ставится на обслуживание фиктивный объект. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1270$.

Осуществляется переход к узлу (2).

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(1)$; при этом $BO = 2040$, $HO = 300$, $t = 19$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$; при этом $BO = 2075$, $HO = 440$, $t = 19$.

Ставится на обслуживание фиктивный объект. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1305$.

Осуществляется переход к узлу (2, 1).

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(1)$. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1435$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1330$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1270$.

Осуществляется переход к узлу (2, 2).

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(1)$. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1330$.

Ставится на обслуживание объект из пакета $O(2)$. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1215$.

Ставится на обслуживание фиктивный объект. Выполняется переход на шаг 3.

Шаг 3. Отсев закрытой вершины с оценкой $BO = 1165$.

Шаг 4. Множество открытых вершин пусто. Оставшаяся единственная закрытая вершина с оценкой $BO = 1130$, $\rho = (1, 2, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1)$ дает оптимальное расписание обслуживания объектов рассматриваемого потока O^3 .

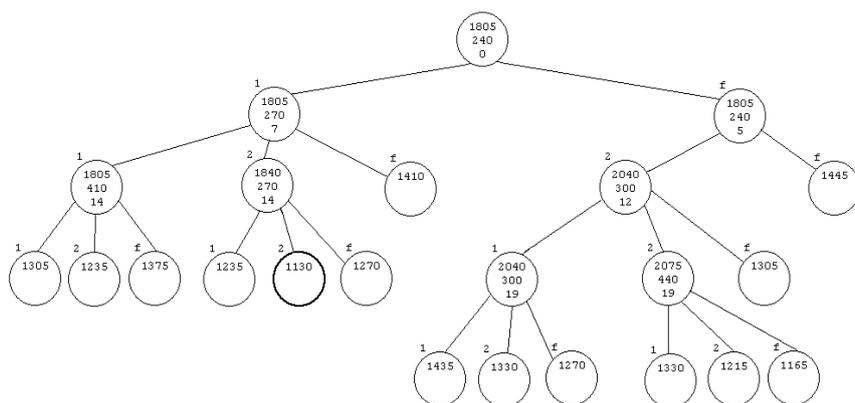


Рис. 1. Дерево поиска методом ВиГ.

Замечание 1. Аналогично выполняется алгоритм синтеза оптимального расписания для задачи минимизации с критерием вида $K_2(S) = \max_{1 \leq s \leq h} (a_s(t_s^k(S) - t_s))$.

3. Алгоритм решения задачи методом динамического программирования

Для решения задачи (1) методом, основанным на идеологии динамического программирования (ДП) [9, 10], введем ряд обозначений.

Определение оптимального расписания будем трактовать как последовательный процесс принятия решений об обслуживании следующего объекта для тех моментов дискретного времени, когда процессор Π свободен; каждое такое решение состоит в определении, какой объект будет обслуживаться следующим.

Состояния системы полностью определяются ситуациями, возникающими при выборе каждого следующего направляемого к обслуживающему процессору Π объекта. Указанные состояния обозначаем парами вида (t, Z_+) , где t – момент принятия очередного решения по загрузке процессора (в этот момент процессор свободен), а Z_+ представляет собой совокупность объектов, доступных для обслуживания, т.е. это объекты, которые по состоянию на момент времени t поступили в очередь, но пока не обслужены. Считаем, что Z_+ содержит фиктивный объект f , соответствующий принятию решения об ожидании поступления следующего объекта. Для дальнейшего эту совокупность объектов удобно представлять в виде $Z_+ = Z \cup f$, где Z – вектор с компонентами из совокупности Z_1, Z_2, \dots, Z_h в количестве Z_s необслуженных объектов в каждом пакете (Z_s может принимать значения от 0 до $n(s)$). Введем также h -мерный вектор E_s с нулевыми компонентами и единицей в позиции s .

Управление в момент времени t заключается в выборе из Z_+ некоторого пакета $\{x/Z_x > 0\}$ или фиктивного объекта; реализация этого управления означает, что начиная с момента времени t , процессор Π будет обслуживать объект o_x . Указанное обслуживание завершится в момент времени $t + \tau_x$, который одновременно является следующим моментом принятия решения по загрузке процессора. Количество Z_x необслуженных в этом пакете объектов уменьшается на единицу ($Z_x := Z_x - E_x$); если Z_x обращается в ноль, то в момент $t + \tau_x$ обслуживание пакета $O(x)$ завершается, и величина штрафа по этому пакету оказывается равной $a_x(t + \tau_x - t_x)$.

Длительность обслуживания фиктивного объекта f считается равной одному такту – единице дискретного времени. Принятие на обслуживание фиктивного объекта f означает простой процессора Π в течение одного такта. Очевидно, что при $t \geq t_h$ выбор фиктивного объекта для обслуживания процессором смысла не имеет.

Если на временном интервале $[t, t + \Delta]$ в систему поступает пакет O_s , то в векторе Z компонент Z_s заменяет 0 на $n(s)$ ($Z := Z + n(s) \cdot E_s$).

Обозначим через $D(t, t + \Delta)$ прибавку в Z_+ за счет объектов, поступающих на обслуживание в течение временного отрезка $[t, t + \Delta]$. С учетом введенных обозначений

$$D(t, t + \Delta) = \sum_{s|t \leq t_s \leq t + \Delta} n(s) \cdot E_s.$$

Очевидно что $D(0, 0)$ – представление объектов, ожидающих обслуживания по состоянию на начальный момент времени $t=0$.

Через $B(t, Z)$ обозначим минимально возможный суммарный штраф по всем представленным в Z пакетам и по всем пакетам, поступающим на обслуживание позднее момента времени t , т.е. $B(t, Z)$ – функция Беллмана [9] в решаемой задаче. Тогда искомое оптимальное значение критерия записывается как $B(0, D(0, 0))$.

Выражающее принцип ДП рекуррентное соотношение для задачи (1) имеет вид

$$B(t, Z) = \min_{\{x|Z_x > 0\} \cup f} \begin{cases} a_x(t + \tau_x - t_x) + B(t + \tau_x, Z + D(t + 1, t + \tau_x) - E_x) & \text{при } Z_x = 1 \\ B(t + \tau_x, Z + D(t + 1, t + \tau_x) - E_x) & \text{при } Z_x > 1 \\ B(t + 1, Z + D(t + 1, t + 1)) & \text{при выборе } f \end{cases}. \quad (2)$$

Для последующего (по завершению выполняемой обычным образом расчетной процедуры) восстановления оптимального расписания обслуживания потока пакетов O^h необходимо на каждом шаге сохранять значение x^* , на котором достигается минимум соотношения (2).

Замечание 2. Возможно также использование приема Υ аналогично изложенному в алгоритме A_{BG} , при $t \geq t_h$.

Замечание 3. Можно существенно ускорить процесс синтеза оптимального распи-

сания, если в качестве длительности обслуживания фиктивного объекта принимать весь интервал времени до момента $t_{след}$ поступления следующего пакета. Тогда соответствующая строка в соотношении (2) запишется в виде

$$B(t_{след}, Z + D(t + 1, t_{след})). \quad (3)$$

Замечание 4. Дополнительная модификация, ускоряющая процесс синтеза оптимального расписания, заключается в предписании выбирать на обслуживание после фиктивного объекта только вновь пришедший пакет или фиктивный объект.

Пример 2 выполнения решающего задачу (1) алгоритма динамического программирования для потока O^h пакетов на наборе данных из примера 1.

Демонстрируя вычислительный процесс в виде дерева на рис. 2, будем реализовывать прямые рекурсивные вычисления значений функции $B(t, Z)$ по рекуррентному соотношению (2) с мемоизацией, используя также вышеуказанные в замечаниях 2, 3, 4 рекомендации.

Узлы дерева вызовов на рис. 2 обозначены овалами, помеченными номерами пакетов, объекты которые приводят к данному узлу; в верхней строке внутри овала указываются значения t и Z , а в нижней – значение $B(t, Z)$ и x^* .

Начальное состояние (t, Z) определяется как $(0, D(0,0))$, т.е. $(0, [400])$.

Согласно (2), (3) возможен переход в состояние $(7, [340])$ в случае выбора пакета O_1 или в состояние $(5, [440])$ в случае выбора фиктивного объекта.

Продолжая рекурсию, получаем следующее дерево вызовов функции $B(t, Z)$.

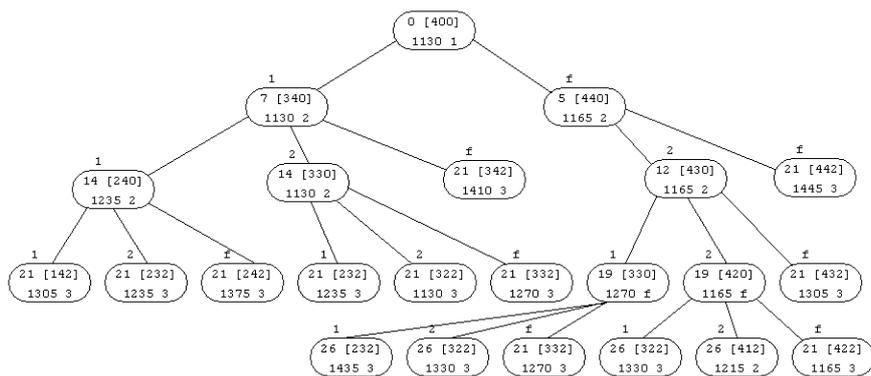


Рис. 2. Дерево вызовов рекурсивной функции $B(t, Z)$.

При $t \geq t_h$ рекурсивный вызов не производится, вместо него используется прием У. Рассмотрим вычисление $B(21, [322])$ в ситуации, возникающей при выборе управления $(1, 2, 2)$. В множестве ожидающих – все три пакета. Рассчитывая значения коэффициента μ_s , получаем $\mu_1 = a_1/3\tau_1 = 5/21 \approx 0.238$, $\mu_2 = a_2/2\tau_2 = 15/14 \approx 1.071$, $\mu_3 = a_3/2\tau_3 = 20/10 = 2$. Упорядочив теперь по убыванию полученные величины, получаем согласно [5] расписание обслуживания рассматриваемого подпотока пакетов: сначала обслуживается пакет O_3 , затем оставшиеся оба объекта пакета O_2 , и последним обслуживается пакет O_1 . Построенный фрагмент $(3, 3, 2, 2, 1, 1, 1)$ дополняет расписание обслуживания, которое принимает вид $(1, 2, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1)$ со значением штрафа 1130. Вычисленные значения функции $B(t, Z)$ сохраняются, предотвращая возможную длительную рекурсию. Так, ситуация $(21, [232])$, возникшая при выборе управления $(1, 2, 1)$, уже возникла при управлении $(1, 1, 2)$. Поэтому повторное вычисление не производится.

После завершения рекурсивного прохода получаем оптимальное значение суммарного штрафа, равного 1130 и, выполняя выборку сохраненных значений x^* , восстанавливаем оптимальное расписание – (1, 2, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1).

4. Заключение

Рассмотренная математическая модель описывает, в частности, процессы подачи под погрузку секций толкаемых судовых составов к плавучим добычным земснарядам, осуществляющим извлечение нерудных строительных материалов на полигонах русловых месторождений. Сформулированная в рамках этой модели оптимизационная постановка является обобщением канонической задачи диспетчеризации [11, 12] и, соответственно, относится к категории *NP*-трудных [13, 14]. Вместе с тем, вычислительные эксперименты показали, что учет идентичности объектов в сконструированных нами алгоритмах ветвей и границ, а также динамического программирования позволяет существенно сократить продолжительность синтеза оптимальных расписаний и вполне приемлем для реализации в компьютерных системах поддержки управления транспортно-технологическими процессами рассмотренного типа.

Список литературы:

- [1] Трухина М.А., Федосенко Ю.С. Каноническая модель и задача синтеза стратегий однопроцессорного обслуживания потока пакетов объектов / Сб. Материалов IV Международной научно-практической конференции «Информационные управляющие системы и технологии». Одесса: ОНМУ, 2015. С. 83–85.
- [2] Kogan D.I., Trukhina M.A., Fedosenko Yu.S., Sheyanov A.V. Models and optimization problems for single-processor servicing of packets of objects // Automation and Remote Control. 2016. Vol. 77 (11). PP. 1984-1995. DOI: 10.1134/S0005117916110096
- [3] Коган Д.И., Трухина М.А., Федосенко Ю.С., Шеянов А.В. Модели и оптимизационные задачи однопроцессорного обслуживания пакетов объектов // Автоматика и телемеханика. РАН. 2016. № 11. С. 142–157.
- [4] Кнут Д. Искусство программирования. Т. 4. Вып. 2. Генерация всех кортежей и перестановок. –М.: Вильямс, 2008. . –160 с.
- [5] Танаев В.С., Гордон Я.М., Шафранский В.С. Теория расписаний. Одностадийные системы. – М.: Наука, 1984. –382 с.
- [6] Коган Д.И., Федосенко Ю.С., Дуничкина Н.А. Бикритериальные задачи обслуживания стационарных объектов в одномерной рабочей зоне процессора // Автоматика и телемеханика. 2012. №10. С. 93–110.
- [7] Fedosenko Yu.S., Dunichkina N.A., Kogan D.I. Bicriterial servicing problems for stationary objects in a one-dimensional working zone of a processor // Automation and Remote Control. 2012. Vol. 73 (10). PP. 1667-1679. DOI: 10.1134/S0005117912100074
- [8] Land A.H. and Doig A.G. An automatic method of solving discrete programming problems // Econometrica. 1960. Vol. 28. №3. PP. 497–520.
- [9] Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. –М.: Наука, 1965. –460 с.
- [10] Коган Д.И., Федосенко Ю.С. Однопроцессорное обслуживание потока пакетов объектов: модели и синтез оптимальных стратегий. Вестник МГТУ МИРЭА. 2015. Т. II. № 3. С. 108-117. Режим доступа к электронной версии: <https://www.mirea.ru/upload/medialibrary/a5d/2-14-kogan-108.pdf>
- [11] Коган Д.И., Федосенко Ю.С. Задача диспетчеризации: анализ вычислительной сложности и полиномиально разрешимые подклассы // Дискретная математика. 1996. Т. 8. Вып. 3. С. 135–147.
- [12] Kogan D. I., Fedosenko Yu. S. Scheduling problem: complexity analysis and polynomially solvable subclasses // Discrete Math. Appl. 1996. Vol. 6. No 5. PP. 435–447. DOI: <https://doi.org/10.1515/dma.1996.6.5.435>
- [13] Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. –М.: Мир, 1982. – 416 с.

[14] Fedosenko Yu.S., Dunichkina N.A., Kogan D.I. Scheduling problems of stationary objects with the processor in one-dimensional zone. Моделирование и анализ информационных систем. 2015. Т. 22. Vol. 3. С. 356–371. DOI: 10.18255/1818–1015–2015–3–356–371

SERVICE SCHEDULE SYNTHESIS FOR THE PACKET STREAM OF IDENTICAL OBJECTS

M.A. Trukhina

Keywords: *scheduling theory, optimality, finite deterministic flow of objects, branch and bound algorithm, dynamic programming*

The article considers the model of a single-stage servicing by stationary processor of deterministic stream of objects coming in packets. The packet is considered to be served if service is completed for all of its constituent objects. Each packet has an associated linear penalty function from the moment of its service completion. All the objects that make up the package are considered to be identical. The author sets the problems of service schedule synthesis, constructs solving algorithms based on dynamic programming and branch and bound ideology. Sample implementations of solving algorithms are offered.

Статья поступила в редакцию 06.02.2016 г.

М.А. Трухина

Синтез расписаний обслуживания потока пакетов идентичных объектов

Раздел III

**Надежность и ресурс
в транспортном
машиностроении**



Section III

***Reliability and resource
in transport engineering***



УДК 624.014

А.С. Яблоков, к.т.н., зав. лабораторией, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Е.А. Черепкова, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Е.Я. Зозуля, студент группы ОЭТ-411, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

А.Ю. Смольков, студент группы ДЭТ-411, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

РАСЧЕТ КОНСОЛИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ СУДОВОЙ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ключевые слова: рама, стержни, нагрузка, перемещение, напряжение, болтовое соединение, пластина.

Приведен расчет консоли для проведения испытаний судовой станции очистки сточных вод в программе АРМ.WinMachine.

Для испытания очистной станции на устойчивость при крене и дифференте судна была поставлена задача разработки стенда (рамы). Согласно [2] допустимый угол крена равен 22,5 градуса, а дифферента 5 градусов.

Расчет сил действующих на балку.

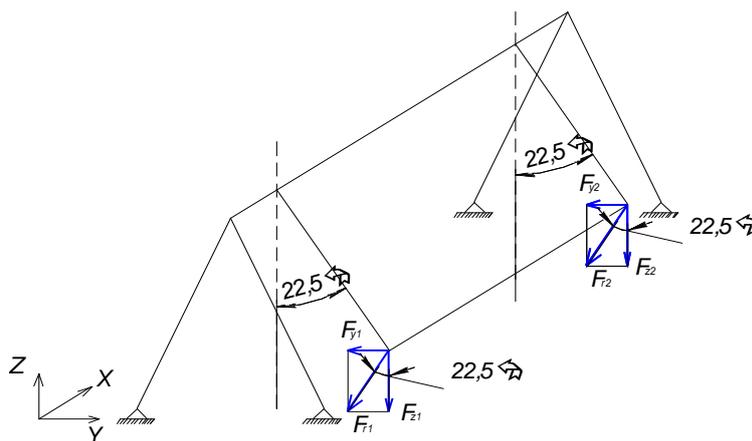


Рис. 1. Схема сил, возникающих от крена

Расчет усилий:

$$F_i = k_3 mg$$

k_3 – коэффициент запаса, $k_3 = 2,6$.

m – масса станции очистки, $m = 1000$ кг.

g – ускорение свободного падения.

$$F_z = k_3 \cos 22,5 * mg = 2,6 * \cos 22,5 * 1000 * 9,8 = 9950 \text{ Н.}$$

$$F_y = k_3 \sin 22,5 * mg = 2,6 * \sin 22,5 * 1000 * 9,8 = 24022 \text{ Н.}$$

$$F_x = k_3 \sin 5 * mg = 2,6 * \sin 5 * 1000 * 9,8 = 2266 \text{ Н.}$$

$$\begin{aligned}F_{z1} &= F_{z2} = F_z/2 \\F_{y1} &= F_{y2} = F_y/2 \\F_{x1} &= F_{x2} = F_x/2 \\F_{z1} = F_{z2} &= \frac{9950}{2} = 4975 \text{ Н.} \\F_{y1} = F_{y2} &= \frac{24022}{2} = 12011 \text{ Н.} \\F_{x1} = F_{x2} &= \frac{2266}{2} = 1133 \text{ Н.}\end{aligned}$$

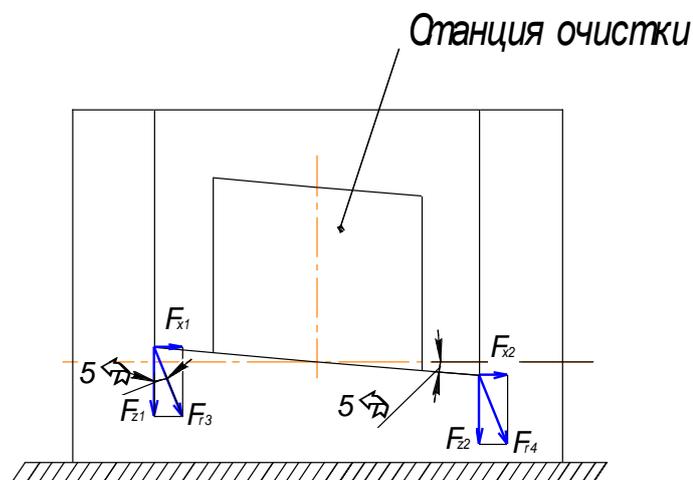


Рис. 2. Схема сил, возникающих при деференте

Расчет рамы и подбор оптимального сечения стержней (профиля металлоконструкции) осуществляем в программе APM.WinMachine.

Материал металлоконструкций был принят Сталь 3 по ГОСТ 380–2005 [3]. Физико-механические характеристики Ст3 были приняты следующими: модуль упругости Юнга $E = 1.94 \times 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,28$, предел текучести $\sigma_T = 230$ МПа, плотность $\rho = 7820$ кг/м³. Стержневая конструкция рамы моделировалась в натуральную величину с соблюдением заданных характеристик и геометрических размеров. Металлоконструкция рамы имеет симметричное сечение. Каждое соединение было заменено на абсолютно жесткое – сварное. Моделирование опор рамы также не проводилось, а в местах опирания накладывались граничные условия, исключающие перемещение узлов во всех направлениях и их поворот в этих узлах. Исходя из характеристик используемого проката, идеализация конструкции каркаса на конечные элементы проводилась с использованием 8, 10, 20 – узловых конечных элементов, симметричных в поперечном сечении.

Вид рамы изображен на рис. 3.

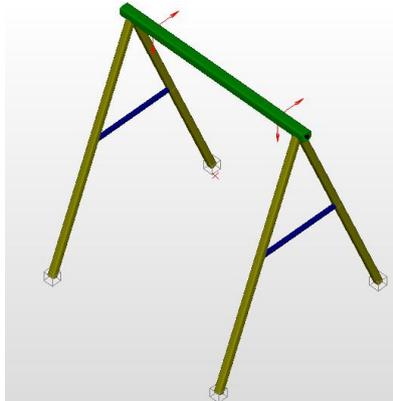


Рис. 3. Рама

В местах подвеса станции очистки сточных вод были приложены проекции сил, соответствующие натяжению грузозахватных строп, значения усилий представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Радиальные силы

N	Расстояние от левого конца балки, мм	Модуль, Н	Угол, град
0	250.00	4975.00	180.00
1	250.00	12011.00	-90.00
2	1750.00	4975.00	180.00
3	1750.00	12011.00	-90.00

Таблица 2

Осевые силы

N	Расстояние от левого конца балки, мм	Значение, Н
0	250.00	1133.00
1	1750.00	1133.00

Профиль стержней был принят в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

Расход

Название	Количество	Длина [мм]	Погонная масса [кг/мм]	Масса изделия [кг]	Общая масса [кг]	Площадь окраски [мм ²]
Сталь						
Кв. труба 80×7 ГОСТ 30245–2003	4	10711.94	0.01	156.72	156.72	3105987.728
Кв. труба 100×8 ГОСТ 30245–2003	1	2200.00	0.02	46.75	46.75	804460.154
Кв. труба 40×4 ГОСТ 30245–2003	2	1864.09	0.00	7.78	7.78	272651.816
Всего для материала					211.25	4183099.698

Результаты расчета эквивалентных напряжений и перемещений представлены на рис. 4, 5 соответственно.

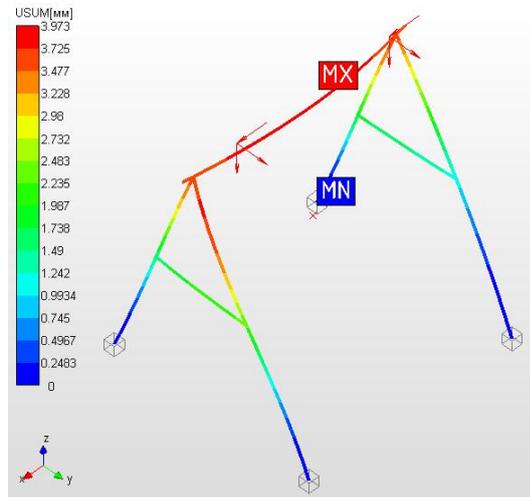


Рис. 4. Эквивалентные перемещения

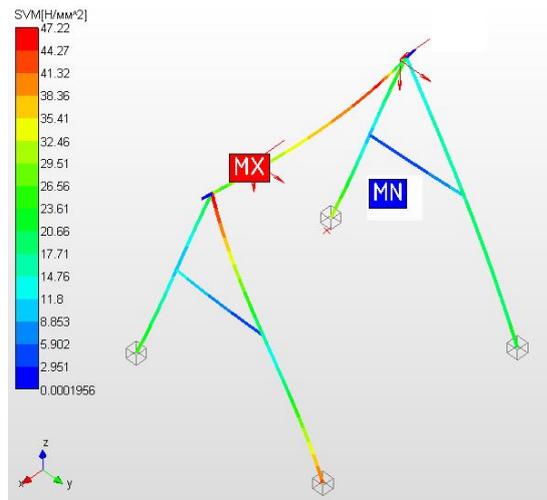


Рис. 5. Эквивалентные напряжения

Суммарные реакции:

Абсолютные значения:

- Реакции 26957.898166 [Н].
- Моменты 23454123.355588 [Н*мм].
- Максимальное перемещение 3.97 мм.
- Максимальное напряжение 47.2 Н/мм².

В соответствии с таблицей 3.1 [1] значения расчетных сопротивлений определяются по формуле

$$R_p = \frac{\sigma_m}{\gamma_m}, \quad (1)$$

где γ_m – коэффициент надёжности по материалу; $\gamma_m=1,1$ для стали с $\sigma_T \leq 380$ МПа.

Производим расчёт значений расчетных сопротивлений [3]:
сталь 3 – $\sigma_T = 210$ МПа;

$$R_p = \frac{210}{1,1} = 190,9 \text{ МПа.}$$

Таким образом, максимальное значение действующего напряжения составило 47,2 МПа, что меньше допускаемого значения 190,9 МПа.

Рассчитываем болтовое соединение, с помощью которого скрепляется вся конструкция, где возникает максимальная нагрузка на балку (рис. 6).

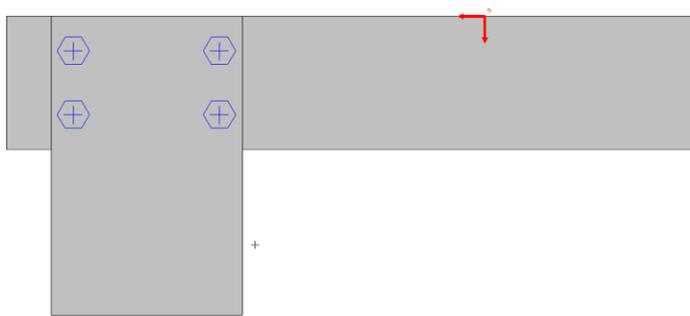


Рис. 6. Соединение конструкции рамы в самом нагруженном участке

Расчёт выполненный в APM.WinMachine.

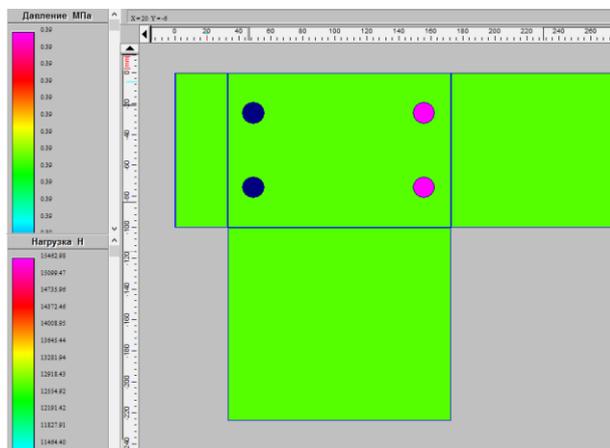


Рис. 7. Схема болтового соединения в программе APM.WinMachine

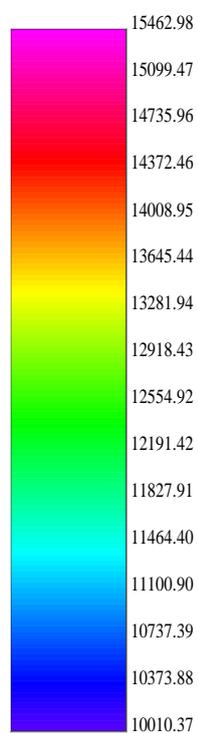


Рис. 8. Диапазон цветов нагрузок болтов [Н]

Таблица 4

Суммарные результаты

Площадь поверхности стыка	122144.191	кв.мм
Момент инерции стыка относительно центральных осей		
– относительно горизонтальной оси	298758384.343	мм ⁴
– относительно вертикальной оси	12330137641.945	мм ⁴
Угол наклона главных центральных осей	3.379	град
Макс. сдвигающая нагрузка на болт	15319.239	Н
Диаметр стержня болта	13.966	мм
Минимальная толщина пластины	4.875	мм

Таблица 5

Постоянные параметры

Предел текучести материала деталей крепления	250.000	МПа
Количество поверхностей среза/трения	1	

Таблица 6

Касательные силы

N	Координаты [мм]			Проекция [Н]	
	x	y	z	на x	на y
0	350.00	0.00	0.00	0.00	-12011.00
1	350.00	0.00	0.00	-1133.00	0.00

В ходе расчетов был рассмотрен лишь один участок соединения балки с помощью 4-х болтов, в то время как их 8, поэтому полученные данные делим на половину и исходим от них. На основании полученных результатов выбираем толщину пластин 4 мм, диаметры болтов равные 10 мм для всех соединений.

Список литературы:

- [1] СТО 24.09-5821-01-93. Краны грузоподъемные промышленного назначения. Нормы и методы расчёта элементов стальных конструкций.
- [2] Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х томах). Т. 1. Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий (ПТНП).
- [3] ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества.

**CALCULATION CONSOLE FOR TESTING
OF SHIP WASTEWATER TREATMENT**

A.S. Yablokov, E.A. Cherepkova, E.Y. Zozulya, A.Yu. Smolkov

Keywords: frame, bars, load, displacement, voltage, bolted connection, the plate.

See the console for testing of ship wastewater treatment in the program APM.WinMachine.

Статья поступила в редакцию 26.09.2016 г.

Раздел IV

***Судостроение, судоремонт
и экологическая безопасность судна***



Section IV

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



УДК 629.122

Д.А. Галочкин, к.т.н., начальник Центра разработки Правил ФАУ «Российский Речной Регистр», Верхне-Волжский филиал Российского Речного Регистра 603001, г. Нижний Новгород, ул. Рождественская, 38в

РОЛЬ КЛАССИФИКАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВЕРФЯХ

Ключевые слова: отечественное гражданское судостроение, техническая подготовка производства, классификационные общества, Российский Речной Регистр.

В статье рассмотрены вопросы, связанные с повышением качества технической подготовки производства отечественной судостроительной промышленности. Обосновывается целесообразность участия Российского Речного Регистра в основных разделах технической подготовки производства в рамках технического наблюдения за строительством судов.

Организация судостроительного производства представляет собой сложную логистическую задачу. Сложность ее решения характеризуется необходимостью согласования и взаимоувязки различных технических, технологических и организационных подходов более чем по десяти видам производства, которые совместно функционируют не только в пространстве, но и во времени [1].

Одной из приоритетных задач Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу обозначено «...повышение конкурентоспособности и качества продукции судостроения, расширение высокотехнологического экспорта наукоемкой продукции» [2]. Реализация указанной задачи приобретает особую актуальность в силу известных событий на мировой политической сцене, и, как следствие, принятый на уровне государства курс на импортозамещение.

Наряду с этим на сегодняшний день судостроительное производство многих отечественных верфей характеризуется относительно низким уровнем механизации производственных процессов, высоким уровнем затрат ручного труда рабочих высокой квалификации и, главное, нестабильной загрузкой – как известно, «портфель заказов» верфи отчасти формируется «случайным» образом. При этом строительство судов зачастую ведется параллельно с разработкой конструкторской документацией на данный заказ. А это неизбежно влечет за собой увеличение объема корректировок, затрат на проектирование и строительство, конфронтации с Классификационным обществом (далее – КО), ведущим наблюдение за строительством, срыв сроков строительства заказа. Кроме того, должны быть точно в срок обеспечены поставки всех необходимых ресурсов, своевременное поступление материалов и изделий, в том числе с документами КО. Это также представляет собой непростую задачу, особенно с учетом высокой доли поставок импортных материалов, изделий и комплектующих. С другой стороны, состояние качественной составляющей кадрового потенциала на многих предприятиях судостроительной отрасли находится в зоне критических величин, а на некоторых – уже за пределами этих величин [2].

В сложившихся условиях необходим поиск резервов повышения эффективности производства и конкурентоспособности отечественных верфей на внутреннем и мировом рынках судостроительных услуг. Безусловно, на макроуровне таковыми являются: размещение государственных заказов на отечественных верфях; целевые программы поддержки, ориентированные на модернизацию и техническое перевооружение

производства и субсидии; совершенствование законодательной и нормативно-правовой базы.

На микроуровне эффективность функционирования судостроительного производства при всех равных условиях в значительной степени зависит от качества технической подготовки производства.

Специфика деятельности Российского Речного Регистра (далее – РРР) предполагает в рамках классификационной деятельности тесное сотрудничество с отечественными и зарубежными предприятиями судостроительной промышленности на всех циклах изготовления и эксплуатации судна (см. рис. 1), а именно: согласование технической документации; освидетельствование организаций; техническое наблюдение за изготовлением материалов и изделий, в том числе металлургии, машиностроения, приборостроения и целого ряда других отраслей промышленности; техническое наблюдение за постройкой, ремонтом, модернизацией и переоборудованием судов; освидетельствование судов в эксплуатации [3].



Рис. 1. Особенности взаимодействия Речного Регистра с потребителями услуг

Очевидно, что обширная номенклатура перечисленных выше работ в значительной степени позволяет специалистам РРР комплексно решать поставленные в процессе классификационной деятельности задачи, ориентируясь на приобретенный в процессе взаимодействия с различными, в том числе и зарубежными, предприятиями судостроительной промышленности опыт.

Есть все основания полагать, что кадровый потенциал РРР, накопленный за многие годы классификационной деятельности опыт, имеющаяся научно-техническая база может являться серьезным подспорьем для повышения качества технической подготовки производства отечественной судостроительной промышленности.

Подготовка производства на верфи включает в себя несколько разделов [4]. На рис. 2 представлены основные разделы, участие КО в которых, как представляется, способно значительно повысить качество и сократить сроки подготовки производства на конкретной верфи.

Подготовка кадров и повышение их квалификации – обеспечение численного и квалификационного состава основных производственных и вспомогательных рабочих и инженерно-технических работников.

Известно, что квалифицированные кадры являются основным фактором форми-

рования механизмов устойчивого развития судостроительной отрасли. При подготовке кадров должен использоваться комплексный подход, ориентированный на интеграцию усилий всех заинтересованных сторон – правительства, предприятий судостроительной промышленности, высших и средних профессиональных образовательных учреждений, классификационных обществ.

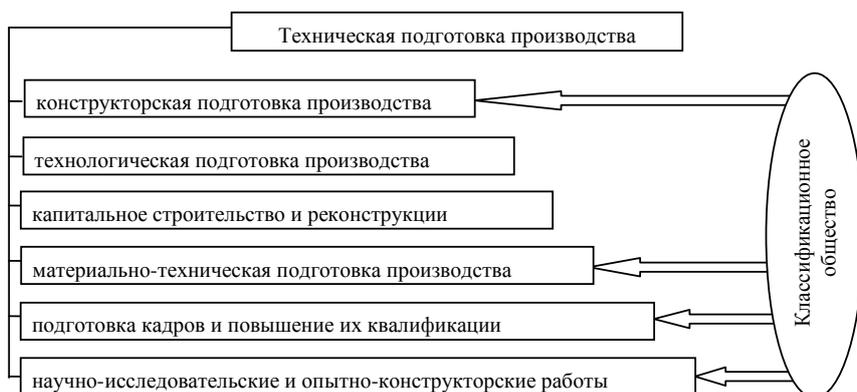


Рис. 2. Возможные направления усиления роли КО при подготовке производства к постройке судов

Наиболее показательным является опыт работы в этом направлении зарубежных КО. К примеру, *Lloyds Register* (Лондон), *Bureau Veritas* (Франция), *ClassNK* (Япония), принимают активное участие в подготовке инженерно-технических работников и повышению их квалификации посредством проведения семинаров, курсов, лекций в высших учебных учреждениях, приеме студентов на стажировку.

Предлагаемый КО широкий спектр по обучению и повышению квалификации, в том числе персонала верфи, охватывает весь цикл постройки, эксплуатации и утилизации судов и включает в себя разъяснения требований, предъявляемых КО к проектированию, постройке, ремонту и эксплуатации судов, требований международных стандартов и конвенций [5].

Следует отметить положительный опыт работы в этом направлении и Российского морского регистра судоходства (далее – РМРС). В рамках сотрудничества РМРС с высшими учебными заведениями для студентов Санкт-Петербургского государственного морского технического университета специалисты РМРС преподают дисциплины: «Технические основы безопасности мореплавания» и «Технический надзор за судами в эксплуатации», подготовлено учебное пособие «Классификация. Общие сведения о классификационных обществах» [6].

Примером комплексного подхода подготовки кадров при участии РМРС может служить подписанное четырехстороннее соглашение о создании инновационного центра NUPAS-CADMATIC по обучению 3D-моделированию и разработке рабочих чертежей между ФГБОУ ВПО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова», РМРС, ООО «ПКБ «Петробалт» и голландской компанией Numeriek Centrum Groningen [7].

В косвенном виде к повышению квалификации кадров можно отнести и вводные совещания, проводимые зарубежными КО и РМРС перед началом постройки судна, на которых подробно, в рамках технического наблюдения за постройкой конкретного судна, рассматриваются требования КО к процессу и способам освидетельствований, применимые стандарты качества, организационные вопросы по ведению технического наблюдения.

Материально-техническая подготовка – обеспечение потребностей верфи в материалах и комплектующих, в том числе с документами КО, ведущего наблюдение за строительством заказа, с максимально возможной экономической эффективностью, выдерживание обоснованных сроков закупки сырья и комплектующих изделий. Материалы и комплектующие, закупленные ранее намеченного срока, ложатся дополнительной нагрузкой на оборотные фонды предприятий, а задержка в закупках может сорвать производственную программу или привести к ее изменению (начало работ по закладке, постройке и спуску на воду, достройке, швартовных и ходовых испытаний).

Как отмечалось ранее, данный раздел подготовки производства в настоящее время является одним из проблемных для отечественного судостроения, в связи с высокой долей поставок материалов, изделий и комплектующих иностранными производителями. Свой отпечаток накладывают и санкционные ограничения, политика импортозамещения.

К мероприятиям, в некоторой степени способствующим повышению качества материально-технической подготовки производства, можно отнести, в первую очередь:

- расширение границ деятельности КО;
- совершенствование нормативно-технической базы КО с целью усовершенствования и упрощения процедур освидетельствований;
- совершенствование процедур и повышение эффективности информационного обеспечения сотрудников КО в рамках технического наблюдения за строительством судов и изготовлением изделий и материалов для более оперативного и качественного взаимодействия между подразделениями КО (этапы строительства судна, требуемые строки поставки изделий и материалов, наличие согласованной с КО документации);
- разработка доступной для пользователей единой базы с информацией о номенклатуре изготавливаемых изделий и оказываемых услуг предприятиями отрасли, информацией о выданных (продленных) КО свидетельствах о признаниях, типовых свидетельствах и сертификатах.

В то же время следует отметить и положительные тенденции в сложившейся ситуации. Необходимо подчеркнуть, что в последние годы поставку и обслуживание импортных материалов, изделий и комплектующих осуществляли, как правило, отечественные компании (дилеры, представительства зарубежных производителей). А это, в свою очередь, способствовало образованию по всей стране сети сервисных центров европейского уровня с персоналом, проходившим обучение и стажировку за рубежом [8]. Очевидно, что отечественным предприятиям отрасли при разработке и изготовлении своей конкурентоспособной продукции целесообразно использовать приобретенный опыт, наработки и кадровый потенциал. Отечественные КО в данном случае могут оказывать содействие путем проведения консультаций в части вопросов технического наблюдения, анализа и разработке технической документации, документации системы качества.

Конструкторская подготовка производства – обеспечение верфи конструкторской документацией с минимумом правок и корректировок.

В настоящее время в области проектирования наблюдается тенденция использования современных компьютерных и информационных технологий, в том числе трехмерное проектирование на основе автоматизированных систем проектирования.

КО, в силу тесного взаимодействия с проектными организациями, не могут стоять в стороне от технического прогресса, более того, как представляется, повышение эффективности конструкторской подготовки производства напрямую зависит от степени развития в деятельности КО следующих направлений:

- разработка (или участие в разработке) технической документации непосредственно КО;
- повышение оперативности рассмотрения и согласования КО технической документации за счет использования программных комплексов для оценки правильности расчетов и выполнения требований Правил КО (далее – Правил);

– повышение оперативности обмена данными между проектной организацией, судостроительной верфью и КО путем активного использования информационных технологий;

– разработка КО программных комплексов для проектирования.

Уместно добавить, что все эти направления в той или иной степени уже освоены ведущими зарубежными КО. К примеру, DNV Software (дочерняя компания КО DNV GL) является ведущим мировым поставщиком программного обеспечения, охватывающего весь жизненный цикл морских объектов от проектирования, внесения данных о структурных изменениях и ремонтах до демонтажа и вывода судов из эксплуатации. Или Японское классификационное общество (*ClassNK*) на базе системы PrimeShip (набор прикладных программ и сервисов) предоставляют комплекс услуг для оптимизации процессов проектирования и сокращению сроков разработки проектов судов, в том числе комплекс приложений для выполнения расчетов в соответствии с требованиями Правил.

PMPC и NAPA (производитель программного обеспечения для проектирования и эксплуатации судов) объявили о сотрудничестве, в рамках которого PMPC может использовать программное обеспечение NAPA для оценки и одобрения расчетов, а также для подтверждения соответствия требованиям международных конвенций проектов судов [9].

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Одним из основных направлений деятельности любого КО является научно-техническая деятельность, формирующая основу для разработки и совершенствования нормативно-технической документации, Правил. Для рассмотрения, разработки и совершенствования нормативно-технической документации КО привлекаются ведущие ученые отрасли, высококвалифицированные специалисты научно-исследовательских, учебных, проектных, судостроительных и судоремонтных организаций, судоходных компаний.

В то же время КО обладают обширной базой данных, содержащей информацию о разработанной технической документации на строительство, ремонт, модернизацию судна, информации об эксплуатации, дефектациях, повреждениях и проведенных ремонтах за длительный период времени. В свою очередь, результаты анализа и мониторинга этой информации на предмет «проблемных» и «узких» мест могут использоваться в рамках технической подготовки производства, при новом проектировании и строительстве, оценке и прогнозировании технического состояния элементов судна в эксплуатации.

Резюмируя все вышеизложенное, можно отметить следующее. Ролью КО сегодня является не только выполнение работ (оказание услуг), направленных на обеспечение безопасности плавания судов, охраны жизни и здоровья пассажиров, экипажа, сохранности перевозимых на судах грузов, предотвращения загрязнения с судов, но и оказание дополнительных услуг, не регламентируемых Правилами.

В данном контексте уместно добавить, что РРР в части классификационной деятельности ориентирован преимущественно на российские судоходные компании и предприятия судостроительной промышленности, что позволяет внести свою лепту в повышение конкурентоспособности и качества продукции отечественного судостроения. Речь в данном случае идет не о предоставлении каких-либо преференций для отдельных отечественных предприятий и компаний, а об учете в своей классификационной деятельности специфики, состояния и развития отрасли в настоящее время.

Необходимо также подчеркнуть, что одним из стратегических приоритетов развития производственной деятельности РРР является дальнейшее расширение сферы его услуг [10].

Участие РРР в технической подготовке производства отечественных предприятий отрасли позволит повысить ее качество и сократить сроки за счет взаимной интеграции различных разделов, обеспечения тесного сотрудничества между заводом-строителем, проектантом и КО.

Как представляется, успешное движение по инновационному пути развития отечественного судостроения будет в значительной степени зависеть от участия РРР в технической подготовке производства, а именно от расширения деятельности РРР в сфере дополнительных услуг:

– образования и профессиональной подготовки студентов и персонала предприятий судостроительной промышленности, разработка программ обучения, проведения лекций, курсов, семинаров в учебных заведениях и на предприятиях отрасли. В рамках технической подготовки производства целесообразно рассматривать следующие темы: описание и разъяснения требований Правил, нормативно-технической документации РРР и другой документации, которую использует РРР в своей деятельности; принцип классификации, виды и порядок освидетельствований, проводимых РРР; особенности процесса технического наблюдения за постройкой, ремонтом, модернизацией судов, изготовления изделий и материалов и требований к нему; анализ повреждений и отказов элементов судна;

– технического консалтинга в отношении материально-технической подготовки производства при проектировании, изготовлении, ремонте, сервисном обслуживании изделий и материалов, а именно проведение консультаций и оказание информационных услуг в части вопросов технического наблюдения, анализа и разработки технической документации, документации системы качества;

– по разработке технической документации, выполнению расчетов и разработке программных комплексов для проведения и проверок на соответствие требованиям Правил расчетов;

– по выполнению экспертиз, исследований эксклюзивных изделий и изделий обычной конструкции или предназначенных для особых условий эксплуатации; услуг по проведению анализа и мониторинга информации по судам в эксплуатации, в рамках классификационной деятельности на предмет «проблемных» и «узких» мест для учета этой информации при новом проектировании и строительстве, оценке и прогнозировании технического состояния элементов судна в эксплуатации.

Для обеспечения высокого качества оказываемых РРР услуг целесообразно указанные мероприятия реализовывать комплексно в виде технического сопровождения подготовки производства в рамках технического наблюдения за строительством судна.

Список литературы:

- [1] Галочкин Д.А., Огнев Н.В., Бурмистров Е.Г. Организация потоковых процессов и разработка средств механизации основных производств верфи с использованием методов имитационного моделирования и законов производственной логистики // Судостроение. – 2013. – № 2. – С. 49–53.
- [2] Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу, утвержденная приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 6 сентября 2007 г. – № 354.
- [3] Ефремов Н.А. Организационно-экономический механизм управления федеральным государственным учреждением. Вопросы теории и практики (на примере ФГУ «Российский Речной Регистр»): монография. – Москва: Академия транспорта Российской Федерации, 2003. – 129 с.
- [4] Кулик Ю.Г. Технология судостроения и судоремонта: учебник для институтов водного транспорта / Ю.Г. Кулик, Ю.В. Сумеркин. – М.: Транспорт, 1988. – 352 с.
- [5] ClassNK Academy [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.classnk.or.jp/hp/en/activities/academy/index.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- [6] РС развивает сотрудничество в области подготовки кадров для морской отрасли [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.korabel.ru/news/comments/rs_razvivaet_sotrudnichestvo_v_oblasti_podgotovki_kadrov_dlya_morskoy_otrasli.html, свободный. – Загл. с экрана.
- [7] РС участвует в создании центра NUPAS-CADMATIC [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rs-class.org/ru/register/news/detail.php?ID=7304>, свободный. – Загл. с экрана.
- [8] Пашин Г. Санкции сервису не помеха // www.korabel.ru. – 2015. – Вып. 4 (30). – С. 6–7.
- [9] РС и NAPA укрепляют сотрудничество [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rs-class.org/ru/register/news/detail.php?ID=7308>, свободный. – Загл. с экрана.

[10] Трунин Е.Г. Российский Речной Регистр на современном этапе // Речной транспорт. – 2013. – № 18. – С. 15–18.

THE ROLE OF THE CLASSIFICATION SOCIETY IN PRE-PRODUCTION IN RUSSIAN SHIPYARDS

D.A. Galochkin

Keywords: *domestic (Russian) civil shipbuilding, technical pre-production, classification societies, Russian River Register.*

The article touches upon the issues connecting with improving technical pre-production in Russian shipyard industry. It is substantiated in details the advisability of Russian River Register taking part in the main stages of pre-production in technical supervision over shipbuilding.

Статья поступила в редакцию 30.06.2016 г.

УДК 629.5:532.59

*С.Н. Гурин, к.т.н, профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
А.М. Фролов, к.т.н, доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВОЛНОВОЙ ВИБРАЦИИ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВОЛНОВОГО ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА

Ключевые слова: *корпус судна внутреннего плавания, изгибающий момент, волнение, волновая вибрация, Правила Речного Регистра*

Приводится анализ требований, изложенных в Правилах Речного Регистра, по вычислению дополнительного волнового изгибающего момента судов внутреннего плавания. Показано, что коэффициент в формуле Правил, учитывающий влияние волновой вибрации, вычисляется недостаточно корректно. Даются рекомендации по уточнению вычисления данного коэффициента.

В работе [1] были высказаны замечания по учету вибрации на волнении при вычислении дополнительного волнового изгибающего момента $M_{дв}$ судна внутреннего плавания в соответствии с Правилами Российского Речного Регистра [2].

Дополнительный волновой изгибающий момент в Правилах вычисляется по формуле

$$M_{дв} = \pm(k_p M_B + M_y), \quad (1)$$

где k_p – коэффициент, учитывающий влияние волновой вибрации корпуса

$$k_p = 1 + \frac{\frac{\omega_k^2}{\sigma^2}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega_k^2}{\sigma^2}\right)^2 + \left(2k_\mu \frac{\omega_k}{\sigma}\right)^2}}. \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что коэффициент k_p зависит только от отношения кажущейся частоты волнения к собственной частоте колебаний корпуса судна первого тона ω_k / σ и от коэффициента сопротивления k_μ . Кажущаяся частота волнения ω_k зависит от средней частоты волнения ω_{cp} и от скорости хода судна v . В работе [1] предложены зависимости, несколько уточняющие формулы Правил [2] для вычисления ω_{cp} и v .

Коэффициент k_p является, по сути дела, коэффициентом динамичности корпуса судна, представляемого как систему с одной степенью свободы. Очевидно, что при выполнении равенства $\omega_k = \sigma$ происходит резкое возрастание коэффициента k_p , который будет зависеть только от коэффициента сопротивления k_μ , т.е. имеет место резонанс системы.

В Правилах Регистра приводятся зависимости для вычисления собственной частоты колебаний первого тона σ , из которых можно найти величину резонансного момента инерции площади поперечного сечения корпуса, которая приведена в [1]

$$I_p = 0,648 \delta BT \left(1,2 + \frac{B}{3T}\right) (0,01L)^4 \omega_k^2 \times 10^{-3}. \quad (3)$$

Введем в рассмотрение безразмерную величину момента инерции (относительный момент инерции)

$$i = \frac{I}{(0,01L)^4}, \quad (4)$$

который понадобится для дальнейшего анализа.

Возникновение резонанса корпуса судна на волнении, в принципе, возможно в условиях двумерного регулярного волнения (мертвая зыбь). Однако в водоемах, в которых эксплуатируются суда внутреннего плавания, возникновение такого волнения практически невозможно. Волнение всегда является трехмерным и нерегулярным. В спектре такого волнения присутствуют гармоники разной частоты, при этом одна из них может совпасть с частотой собственных колебаний первого тона. В связи с этим, корпус судна необходимо рассматривать, как упругую систему, на которую воздействует нерегулярное трехмерное волнение. Решение такой задачи представляет значительные трудности, поскольку надо рассматривать систему уравнений качки и колебаний корпуса. Такое решение было получено И.И. Тряниным [3], [4].

В решении по полновероятностной схеме вычисляются два значения волнового изгибающего момента на миделе корпуса судна. Одно значение вычисляется традиционным образом, рассматривая корпус судна как абсолютно жесткое тело. Обозначим его через $M_{ВЖ}$. Другое значение получается суммированием величины $M_{ВЖ}$ с изгибающим моментом, возникающим при динамическом нагружении корпуса, как упругой балки нагрузкой, испытываемой при качке судна. Назовем эту величину $M_{ВГ}$. Значения величин $M_{ВЖ}$ и $M_{ВГ}$ можно получить с помощью программы для ЭВМ, которая была написана И.И. Тряниным в соответствии с разработанным им алгоритмом.

Очевидно, что отношение величин $M_{ВГ}$ и $M_{ВЖ}$ дает значение коэффициента

динамичности корпуса судна, как упругой динамической системы, испытывающей нагрузку при качке в условиях нерегулярного трехмерного волнения

$$k_D = \frac{M_{BG}}{M_{BJ}}. \quad (5)$$

Запишем соотношение между коэффициентами k_D и k_P в виде

$$k_D = \psi \cdot k_P. \quad (6)$$

Для нахождения коэффициента ψ необходимо с помощью упомянутой программы для ЭВМ вычислить для конкретного судна значения M_{BG} и M_{BJ} , затем по (5) найти коэффициент k_D . По формулам Правил [2], откорректированным согласно предложениям, сформулированным в [1], вычисляется коэффициент k_P .

В работе [1] на основании численного анализа, выполненного для нескольких судов, было показано, что функции $\psi(\omega_k/\sigma)$ достаточно близки для этих судов, что позволяет получить некую регрессионную зависимость для всех судов. Для этого надо выполнить численный эксперимент для судов разных длин и классов при изменении момента инерции поперечного сечения.

Для задания интервала изменения момента инерции полезно ориентироваться на суда-представители, характеристики которых представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что относительный момент инерции для судов класса «М» изменяется в пределах 1,19–2,34; для судов класса «О» – в пределах 0,765–2,85; для судов класса «Р» – в пределах 0,493–0,812.

Таблица 1

Характеристики судов-представителей

Тип судна	Класс судна	Номер проекта	L, м	L/B	B/T		σ, c^{-1}		i
					В грузу	Порожнем	В грузу	Порожнем	
Сухогрузный т/х	«М»	791	110,2	8,48	3,94	5,42	5,59	6,04	1,78
		1743	105,0	7,09	5,02	6,95	5,16	5,57	1,81
	«О»	1565	135,0	8,18	4,71	8,00	3,39	3,80	1,03
		507Б	135,0	8,18	4,71	10,18	3,19	3,75	0,912
		576	90,0	6,92	4,56	8,67	6,57	7,55	2,32
		936	83,7	7,61	4,58	11,58	6,23	7,59	1,51
		765А	62,0	6,74	4,97	14,15	8,30	10,4	1,89
		P25	85,0	6,80	6,10	14,04	4,57	5,28	0,946
		573	75,0	6,82	4,89	8,40	5,29	6,06	1,03
«Р»	2036	85,0	6,80	6,94	14,37	4,38	4,92	0,812	
Теплоход площадка	«М»	759	63,0	6,30	5,68	9,80	9,13	10,3	2,34
	«О»	81110	78,0	5,20	9,38	20,80	3,59	4,02	0,765
		559Б	79,9	5,33	8,78	15,62	4,69	5,15	1,20
		P97	90,0	6,00	5,45	13,51	3,53	4,15	0,843
	«Р»	900	113,0	7,06	5,00	7,11	3,47	3,85	0,952
Сухогрузная баржа	«О»	P86А	78,0	5,20	10,70	18,29	3,54	3,86	0,719
		P79	96,4	6,89	3,78	21,88	5,01	6,96	1,86
		P137	75,4	5,38	7,00	28,56	6,12	7,31	2,22
		4410	113,4	8,10	3,78	25,45	3,96	5,52	1,20
		1787	97,2	6,94	4,00	29,17	3,94	5,45	1,14
		P29	85,0	5,15	5,50	33,67	4,18	5,56	1,53
		461Б	84,6	6,04	4,38	30,43	5,83	8,13	2,26
		567	75,0	5,77	5,20	33,33	3,83	4,92	0,774
P89	62,3	4,45	9,40	51,85	4,74	5,69	1,21		

Тип судна	Класс судна	Номер проекта	L, м	L/B	B/T		σ, с ⁻¹		i
					В грузу	Порожнем	В грузу	Порожнем	
Танкер	«М»	558	128,6	7,81	4,69	10,06	3,67	4,26	1,19
		1577	128,6	7,79	4,56	8,25	3,69	4,20	1,21
		P77	105,0	7,09	5,92	8,46	4,83	5,21	1,47
	«О»	587	107,5	8,02	4,01	9,24	5,57	6,76	1,99
		576Г	107,2	8,25	4,11	8,07	4,88	5,68	1,40
		1754Б	86,1	6,89	5,32	14,04	4,97	6,02	1,10
		866	62,0	6,74	4,84	12,78	7,55	9,35	1,97
	«Р»	P43	113,0	4,18	6,75	48,2	3,68	4,71	2,85
		1754	85,0	6,80	6,31	18,38	3,53	4,29	0,557
		P27	110,0	5,50	7,69	71,4	2,09	2,66	0,493

При вычислениях коэффициента ψ несколько расширим диапазоны относительного момента инерции, а также дополнительно рассмотрим класс «Л». В классе «М» примем диапазон изменения относительного момента инерции $i = 0,78-3,00$; в классе «О» $i = 0,52-3,00$; в классе «Р» и «Л» $i = 0,33-1,22$.

Вычисления коэффициента ψ выполнены для судов, характеристики которых представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики судов размерного ряда

L, м	B, м	T _{сп} , м	δ _{сп}	D _{сп} , т	T _{пор} , м	δ _{пор}	D _{пор} , т	β	v _{тв} , км/час
140	15,5	3,50	0,90	6835	1,50	0,80	2604	0,90	20
120	13,3	3,32	0,85	4504	1,50	0,80	1916	0,90	20
100	12,0	3,20	0,85	3264	1,20	0,80	1152	0,85	18
80	12,0	3,00	0,80	2304	1,00	0,75	720	0,85	18

В таблицах 1 и 2 обозначено:

L, B – длина и ширина корпуса соответственно;

σ – собственная круговая частота колебаний корпуса первого тона;

i – относительный момент инерции площади поперечного сечения корпуса на миделе;

T_{сп}, T_{пор} – средние осадки в грузу и порожнем соответственно;

D_{сп}, D_{пор} – водоизмещение в грузу и порожнем;

δ_{сп}, δ_{пор} – коэффициент полноты водоизмещения в грузу и порожнем;

β – коэффициент полноты погруженного шпангоута;

v_{тв} – скорость судна на тихой воде.

Рассмотрение судов длиной менее 80 м лишено смысла, поскольку для них реальные значения относительного момента инерции оказываются всегда существенно выше резонансного, следовательно, коэффициент $\psi \approx 1,0$.

Для судов классов «Л», «Р», «О», «М», характеристики которых представлены в табл. 2, выполнены вычисления коэффициента ψ при вариации относительного момента инерции в пределах указанных выше диапазонов.

В таблице 3 приведены для примера значения вычисленных коэффициентов для судна длиной 140 м в классе «Р» при осадке 1,50 м.

На рисунке 1 точками показаны вычисленные указанным образом коэффициенты ψ . Там же показаны предложенные регрессионные кривые для набора данных численного эксперимента.

Таблица 3

Пример вычисления коэффициента ψ при варьировании момента инерции поперечного сечения корпуса

$I, \text{м}^4$	i	ω_k / σ	k_d	k_p	ψ
1,3	0,338	1,00	3,09	10,7	0,29
1,5	0,390	0,93	2,65	6,24	0,42
2,0	0,520	0,80	1,88	2,80	0,67
2,5	0,650	0,72	1,46	2,07	0,71
3,0	0,781	0,66	1,38	1,76	0,78
4,0	1,04	0,57	1,15	1,48	0,78

Обычно регрессионные формулы получают на основе метода наименьших квадратов, однако, в данном случае с ошибкой в безопасную сторону для диапазона $0 \leq \omega_k / \sigma \leq 1,0$ предлагается практически огибающая кривая, представляющая верхнюю границу численных значений коэффициента ψ

$$\psi = \cos[1,3(\frac{\omega_k}{\sigma})^2]. \quad (7)$$

Значения $\omega_k / \sigma > 1,4$ соответствуют очень гибким судам, которые на практике не встречаются. Например, применительно к нефтеналивной барже пр. Р27, представленной в таблице 1, значение $\omega_k / \sigma = 1,4$ соответствует значению $i = 0,310$, что меньше значения $i = 0,493$, представленного в таблице 1.

Для диапазона $1,0 < \omega_k / \sigma \leq 1,4$ предлагается выражение

$$\psi = 2,167 \cdot \frac{\omega_k}{\sigma} - 1,90. \quad (8)$$

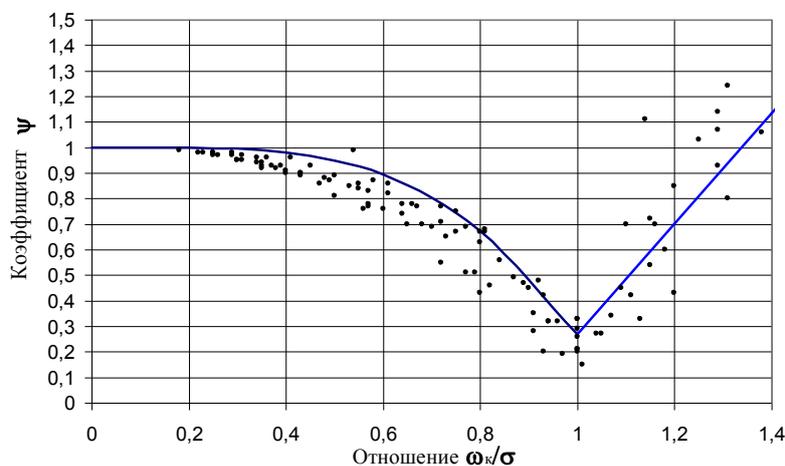


Рис. 1. Значения коэффициента ψ , вычисленные для судов, представленных в таблице 2

Коэффициент k_p с учетом поправочного коэффициента ψ будет равен

$$k_p = \Psi \left[1 + \frac{(\omega_k / \sigma)^2}{\sqrt{(1 - \frac{\omega_k^2}{\sigma^2})^2 + (2k_\mu \frac{\omega_k}{\sigma})^2}} \right]. \quad (9)$$

Рассмотрим пример использования формулы (9) для судна проекта Р27. Как видно из таблицы 1, судно имеет в грузу частоту собственных изгибных вертикальных колебаний первого тона $\sigma = 2,09 \text{ с}^{-1}$.

Коэффициент внутреннего сопротивления в соответствии с Правилами [2] определяется по формуле

$$k_\mu = 0,0612(1 - 0,047\sigma - 0,0077\sigma^2). \quad (10)$$

Подставляя сюда значение $\sigma = 2,09 \text{ с}^{-1}$, получим $k_\mu = 0,053$. Тогда в соответствии с формулой (2) коэффициент резонансного момента по действующим правилам будет равен $k_p = 10,4$. В соответствии с формулами (7), (8) при $\sigma = \omega_k$ имеем $\Psi = 0,27$, а коэффициент резонансного момента по формуле (9) $k_p = 2,82$.

На рисунке 2 приведена зависимость $k_p = f(\omega_k / \sigma)$ для рассматриваемого судна. Из рассмотрения рисунка видно, что поправочный коэффициент Ψ существенно снижает величину коэффициента k_p , особенно в зоне резонанса.

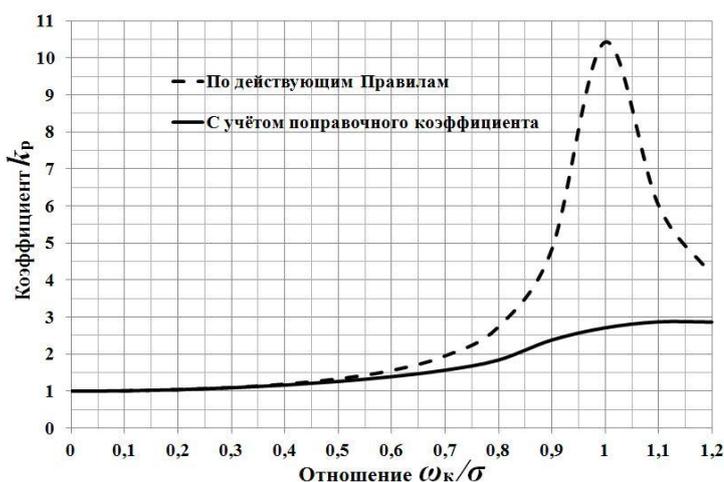


Рис. 2. Зависимость $k_p = f(\omega_k / \sigma)$ для судна пр. Р27

Список литературы:

[1] Гирин С.Н. Уточнение вибрационного изгибающего момента судов внутреннего плавания вблизи резонанса / С.Н. Гирин, А.М. Фролов // Тр. 14-го Межд. науч.-пром. форума «Великие реки»: тез. докл. науч.-метод. конф. Том 1. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ». – 2012. – С. 275–279.
 [2] Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х томах). Т. 2. – М.: Изд-во ОАО «Типография «Новости», 2008. – 406 с.
 [3] Трянин И.И. Расчёт вынужденной вибрации корпуса судна // Вестник ВГАВТ. – Вып. 28. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ». – 2010. – С. 168–176.

[4] Трянин И.И. Анализ волновых и вибрационных изгибающих моментов корпусов судов внутреннего плавания / И.И. Трянин // Тр. 14-го междунауч.-пром. форума «Великие реки»: тез. докл. науч.-метод. конф. Том 1. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВПО «ВГАВТ». – 2012. – С. 288–291.

TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF THE WAVE VIBRATION INLAND NAVIGATION VESSELS IN THE CALCULATION OF THE ADDITIONAL WAVE BENDING MOMENT

S.N. Girin, A.M. Frolov

Key words: the hull of an inland vessel, the bending moment, the swell, the wave vibration, the Rules of the River Register

The analysis of the requirements stated in Rules of the River Register for calculation of the additional wave bending moment of inland vessels is provided in this article. It is shown that the coefficient in a formula of the Rules considering influence of wave vibration is calculated insufficiently correctly. The recommendations about specification of calculation of this coefficient are made.

Статья поступила в редакцию 12.04.2016 г.

УДК 629.122/.123.004.67(083)

О.К. Зяблов, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Ю.А. Кочнев, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ ОБОБЩЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СУДОВ

Ключевые слова: дефектация, растяжка, наружная обшивка, типовые технологические процессы, обобщённые модели, технологии, электронный шаблон.

Применение современных компьютерных технологий в судоремонте позволяет существенно сократить затраты времени на разработку технологической документации, повысить качество выполняемых работ, а также снизить отпускную стоимость ремонта. Предлагаемые типовые обобщённые модели технологии ремонта, реализуемые в структуре MS Excel, описывают типовые технологические процессы ремонта основных дефектов корпусных конструкций, содержат базу рекомендуемых СТО и состав производственных рабочих.

При планировании ремонтных работ перед судоремонтным заводом встаёт вопрос предварительной оценки их стоимости. Оценка необходима для принятия решения о принципиальной возможности проведения данных работ предприятием.

Общая стоимость ремонта складывается из стоимости материалов, необходимых для выполнения ремонта, и по своей сути, не зависящей от завода, и затрат, связанных непосредственно с выполнением работ, которые в большей степени определяются культурой труда, применяемым оборудованием, СТО и т.п., что в итоге может быть сведено к оценке трудоёмкости выполнения операций по судоремонту.

Практически все современные автоматизированные системы проектирования технологических процессов, при внесении ряда изменений и корректировок, позволяют проработать технологию выполнения ремонтных работ, но не дают оценку их отпускной стоимости. Это приводит к необходимости предприятию приобретать совместно с САПР-ТП ещё и дополнительные модули автоматизированных систем управления производством (АСУП) для расчёта стоимости работ или рассчитать их вручную.

На кафедре Проектирования и технологии постройки судов (ПиТПС) ФГБОУ ВО «ВГУВТ» разработан программный комплекс автоматизированной подготовки ремонтной документации (АПРД), включающий в себя, в том числе, расчёт трудоёмкости и калькуляцию ремонтных работ. Главная кнопочная форма Комплекса, раздела «Ведомости ремонта», представлена на рис. 1. Расчёты в данном Комплексе основаны на единых ремонтных ведомостях (ЕРВ) [1].

АПРД позволяет существенно сократить время оценки трудоёмкости и себестоимости предполагаемого объема работ по сравнению с ручными заводскими «классическими» расчётами, в автоматическом режиме создавать ведомости предстоящего ремонта, но в то же время не формирует технологические карты. Их отсутствие отрицательно влияет на качество ремонтных работ, которое в данном случае целиком зависит от опыта и умения мастера и рабочих, а применение технологий фактически ограничивается знаниями технолога.

В рамках разработки автоматизированной системы технологической подготовки судоремонта, а именно её второго блока – автоматизации проектирования технологических процессов (АПТП), необходима разработка типовых обобщённых моделей технологии ремонта судов (ТОМТ Р).

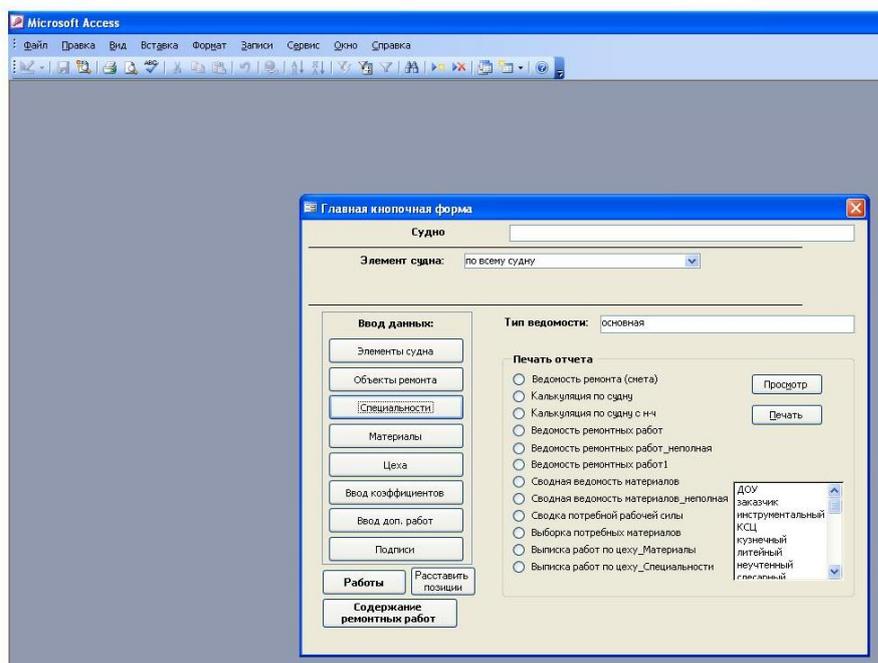


Рис. 1. Главная кнопочная форма комплекса автоматизированной подготовки ремонтной документации. Ведомости ремонта

ТОМТ Р – это система типовых технологических процессов ремонтных технологий, состоящая из структурно-технологической схемы процессов, перечня средств

технологического оснащения и основных расчетных показателей, пригодная для многих предприятий, отражающая почти всевозможные ситуации производства [2]. Структура ТОМТ Р – это набор работ, средств технологического оснащения и расчетных показателей (трудоемкости, прямой заработной платы производственных рабочих и отпускной стоимости ремонта), выполненных в табличной форме.

Поскольку ТОМТ Р разрабатываются на основании типовых технологических процессов ремонта (ТТПР), то их количество предполагается равным количеству ТТПР. Однако большинство операций в данных ТП повторяются из процесса в процесс. Поэтому предлагается объединить технологические операции в технологические комплекты, такие как:

- смена листов обшивки;
- правка обшивки вмятины с заменой и правкой набора;
- замена обшивки вмятины с заменой и правкой набора;
- правка бухтин и гофрировок с нагревом и усилиями;
- замена обшивки в районе бухтины, гофрировки, цементной заделки, дублирующего листа, пробоины;
- устранение трещины в наружной обшивке.

Данное объединение позволит упростить расчеты и дальнейшее формирование технологических карт ремонтных работ.

Таблица 1

Типовая обобщенная модель технологии ремонта

Наименование операции	Шифр СТО	Трудоёмкость	Состав звена	Прямая заработная плата
1	2	3	4	5
1 Разметить контур выреза в обшивке и заменяемые участки набора	0,00	1	1	1,00
2 Вырезать заменяемую часть обшивки и набора по разметке	0,00	1	1	1,00
3 Выровнять под линейку чистую кромку выреза и концы набора	0,00	1	1	1,00
4 Проверить качество сварки швов и зачистить швы от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
5 Проверить качество сварки швов и зачистить швы от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
6 Проверить качество сварки швов и зачистить швы от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
7 Проверить качество сварки швов и зачистить швы от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
8 Проверить качество сварки швов и зачистить швы от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
9 Проверить качество сварки швов и зачистить швы от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
10 Зачистить сварные швы и околошовную зону от шлака, брызг и загрязнений	0,00	1	1	1,00
11 Загрунтовать сварные швы и вставку	0,00	1	1	1,00
ИТОГО		11		11
Отпускная стоимость ремонта				111

Трудоёмкость работы ТОМТ Р по каждой j -й операции i -го технологического процесса определяется зависимостью, чел.·ч:

$$A_{ij} = f_{ij}(L, B, S),$$

где L, B, S – длина, ширина, толщина ремонтируемого элемента конструкции.

Общая трудоёмкость выполнения работы каждого i -го технологического процесса определяется по формуле

$$A_i = \sum_{j=1}^{z-1} A_{ij} + K_{op} \sum_{j=1}^{z-1} A_{ij} = (1 + K_{др}) \sum_{j=1}^{z-1} A_{ij},$$

где z – общее количество операций в i -м технологическом процессе (включая работы, не учтённые в «основном перечне»);

$K_{др}$ – доля дополнительных работ, не учтённых в основном перечне (изменяется в пределах 0,05...0,17).

Общая трудоёмкость ремонта корпуса судна, чел.·ч определяется по формуле

$$A = \sum_{i=1}^N A_i,$$

где N – общее количество технологических процессов, по которым выполняется ремонт корпуса (количество устраняемых повреждений).

Прямая заработная плата может быть определена по формуле

$$З = \sum_{p=1}^m \frac{T_{ij}}{m} C_1 K_{тр} K_{пн} K_{п},$$

где m – количество рабочих в звене, выполняющем данную операцию, чел.;

C_1 – часовая тарифная ставка рабочего первого разряда, руб./чел.;

$K_{тр}$ – тарифный коэффициент p -го члена звена;

$K_{пн}$ – коэффициент переработки норм времени;

$K_{п}$ – поясной коэффициент.

Отпускная стоимость ремонта рассчитывается с учётом прямой заработной платы, стоимости материалов, накладных и прочих расходов.

Данная методика реализована авторами в виде электронных шаблонов в MS Excel.

Основной сложностью при использовании приведённой методики является формализация данных из растяжки наружной обшивки к удобному для расчёта трудоёмкости виду. Данная задача была также решена для основных типов операций и технологических процессов (рис. 2).

Исходными данными является особым образом сформированная растяжка наружной обшивки, подробности создания которой были представлены авторами в [3]. На этапе 1 в автоматизированном режиме формируется растяжка наружной обшивки в среде MS Excel с внесением в ячейки, соответствующие определённым листам, проектных и остаточных толщин, а также с указанием основных дефектов корпуса судна, таких как вмятина, бухтина, повреждение, разрыв балок набора или их отрыв от обшивки, различные виды заделок водотечности и т.д.

На этапе 2 формируется лист расчёта остаточных толщин и сравнение их с нормативными значениями. При необходимости указывается способ ремонта выявленного дефекта.

Этап 3 по растяжке наружной обшивки позволяет создать лист с перечисленными выше дефектами с подробной их конкретизацией: область расположения, нормируемые с точки зрения технического состояния корпуса судна параметры, геометрические размеры (длина, ширина, занимаемая площадь...).

Далее (этап 4), на основании данных, полученных на этапах 2 и 3 выбираются типовые обобщённые модели технологии ремонта.

На основании этапа 4 формируются электронные шаблоны в книге MS Excel для всех указанных ТОМТ Р, в которых, по приведённым выше формулам, рассчитываются трудоёмкость и прямая заработная плата на выполнение ремонта корпуса судна.

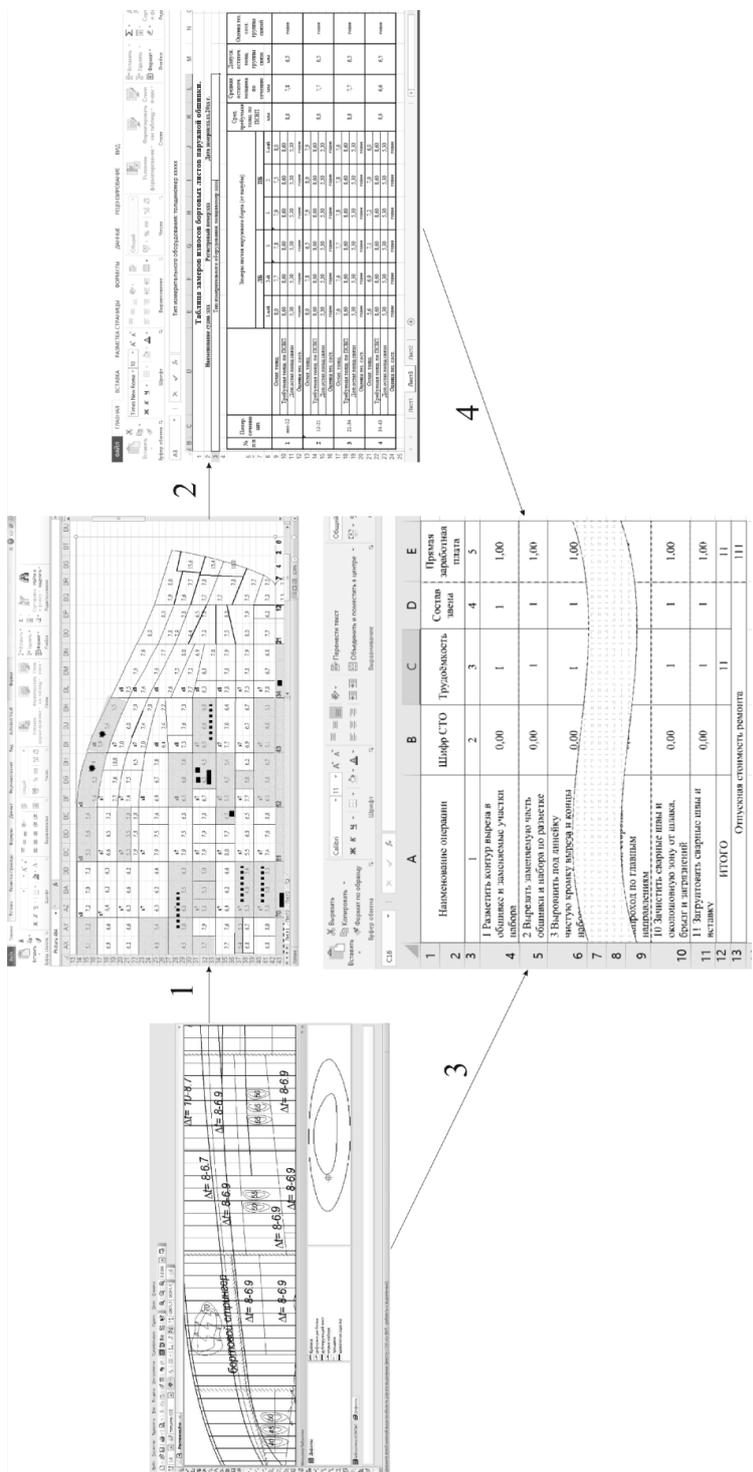


Рис. 2. Схема расчёта трудоёмкости и стоимости ремонта

Одновременно с этим формируются технологические карты ремонта с перечнем операций, применяемого СТО и производственных рабочих.

Для корректной работы АСПРД и ТОМТ Р необходимо создание общей информационной среды судоремонтного производства, например, на базе продуктов Ascon.

Интеграция рассмотренных АСПРД и ТОМТ Р с адаптированной программой проектирования технологических процессов с формированием общей информационной базы данных существенно снижает затраты на эксплуатацию, благодаря реализации функций интегрированной логистической поддержки. Существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации и т.п. Интеграция позволяет комплексно решать вопросы формирования технологических процессов ремонта, повысить качество ремонтной документации, сократить трудоемкость и сроки технологической подготовки производства, осуществлять электронный документооборот, а также отслеживать техническое состояние судовой техники на протяжении всего жизненного цикла.

Список литературы:

- [1] Зяблов О.К. Автоматизация технологической подготовки судоремонтного производства / О.К. Зяблов, Е.В. Фунтикова // Вестник ВГАВТ. Выпуск 38. – Н. Новгород: Изд-во «ВГАВТ», 2014. – С. 45–53.
- [2] Кулик Ю.Г. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии: конспект лекций в ключевых словах и понятиях. – Н. Новгород: ВГАВТ, 2004. – 74 с.
- [3] Зяблов О.К. Интеграция графических моделей объектов ремонта в систему автоматизированной подготовки ремонтной документации / О.К. Зяблов, Е.В. Фунтикова, Ю.А. Кочнев // Труды 16-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2014». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «Проблемы использования инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 1. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2014. – С. 297–300.

THE DEVELOPMENT OF TYPICAL ENGINEERING MODELS OF THE SHIPS' REPAIRING TECHNOLOGY

O.K. Zyablov, Y.A. Kochnev

Key words: fault detection, the stretching, the plating, typical engineering processes, typical generalized models, technology, electronic pattern.

This article touches upon the use of modern computer technologies in ship repair can significantly reduce the time for development of technological documentation, to improve the quality of work performed, and reduce the selling cost of the repair. The proposed typical generalized models of technology of repair implemented in the structure of MS Excel describe typical engineering processes of repair of major defects of hull structures. They also contain the database of the recommended means of technological equipment and composition of production workers.

Статья поступила в редакцию 04.07.2016 г.

УДК 629.5.015.4

П.П. Карпов, доцент, кандидат технических наук, Инженерная школа, ДВФУ
М.В. Китаев, доцент, кандидат технических наук, Инженерная школа, ДВФУ
О.Э. Суров, доцент, кандидат технических наук, Инженерная школа, ДВФУ
Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ ПРИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ НАГРУЗКИ СУДНА

Ключевые слова: *прочность, волновые изгибающие моменты, кинематические параметры, корпус судна, продольная качка, стандартные отклонения, оптимизация*

В работе рассмотрен метод приема балласта и (или) загрузки судна для уменьшения волнового изгибающего момента (ВИМ) на волнении. Выполнены систематические расчеты влияния распределения загрузки судна на кинематические характеристики продольной качки (ПК) и волновые изгибающие моменты на нерегулярном волнении в нелинейной постановке. Исследования выполнены для различных форм корпуса судна. Предложен способ перераспределения балласта и (или) загрузки, уменьшающий значения волновых изгибающих моментов.

В результате исследований, проведенных в разных странах, было установлено, что многие виды бактерий, растительных и животных организмов, могут выживать в балластной воде и в осадках в балластных цистернах. Последующий сброс балластной воды или осадков в акваториях портов может привести к распространению вредных водных организмов и патогенов, нанести вред здоровью людей, животным и растениям, морской окружающей среде. Хотя существует несколько путей переноса организмов из одной географически отдаленной акватории в другую, наиболее распространенным из них является сброс балласта судов.

Предпочтительным способом с точки зрения экологии является замена балласта в центральных районах океанов. Наиболее заинтересованные страны дают указания для судов, в отношении управления балластными операциями вместе с просьбой о сотрудничестве на добровольной основе в отношении применения технических методов.

Если не принять некоторых мер предосторожности, балластные операции могут повлиять на безопасность судна вследствие возникновения в его корпусе напряжений, превышающих проектные значения, или вследствие ухудшения остойчивости судна. Классификационными обществами разных стран рекомендуется, чтобы каждое судно было снабжено Руководством по безопасной замене балласта в море, в котором должны быть приведены указания по обеспечению безопасности судна.

Таким образом, для судов в эксплуатации очень часто приходится решать задачу дополнительного размещения груза или балласта с целью повышения эксплуатационных показателей, при этом мореходные и прочностные качества судна на морском волнении должны соответствовать нормативным (допускаемым) значениям.

Напряжения, возникающие в корпусе судна, определяются через суммарные изгибающие моменты (на тихой воде, волновой и динамический – ударный). В настоящее время ВИМ определяют с учетом сил различной природы, в т.ч. возникающих при продольной качке. При этом установлено, что ВИМ зависит от знака момента на тихой воде за счет влияния сил инерции при вертикальной качке: при перегибающем моменте на тихой воде ВИМ уменьшается, при прогибающем – увеличивается. Эти изменения значительны и могут достигать 20–30% от волнового момента [1, 2].

В работе [3] выполнен анализ влияние сил инерции при качке и установлено, что при определенном несимметричном распределении нагрузки масс судна по длине возможно уменьшение ВИМ за счет использования сил инерции при килевой качке без изменения посадки судна, кинематических параметров ПК и, следовательно, изгибающих моментов на тихой воде и ударного.

Указанный эффект наблюдается при любом соотношении между кажущейся частотой волн и собственной частотой килевой качки судна, так как качка всегда отстает по фазе от возмущающей силы. Сдвиг фаз изменяется от 0° до 180° , при резонансе он составляет 90° и соответствует наибольшему эффекту влияния сил инерции при килевой качке.

По результатам выполненных исследований влияния сил инерции при килевой качки на ВИМ [4] получен патент Российской Федерации на изобретение «Способ размещения грузов на судне» [5].

В настоящей работе выполнены систематические исследования с целью определения эффективного метода балластировки судна во время рейса для обеспечения прочности и надежности корпуса на морском волнении с учетом рационального приема (расходования) балласта (груза) на судне.

Исследования выполнялись численным методом с использованием программного комплекса MOTION [4]. Расчеты кинематических характеристик ПК и ВИМ судна выполнялись при скорости движения судна, соответствующей числу Фруда $Fr=0.15$ для нерегулярного встречного волнения, вблизи резонанса (средняя длина волны равна длине судна, высота волны с 3% обеспеченностью, как и длина волны, принимались постоянными) в нелинейной постановке задачи.

Численные эксперименты выполнены для двух корпусов судов, соответствующих U- и V-образным формам поперечных сечений (рис. 1).

Главные размерения судов:

$L = 125$ м – длина между перпендикулярами,

$B = 18$ м – ширина,

d – осадка (варианты, рис. 2),

D – водоизмещение (варианты, см. таблица 1 и рис. 2).

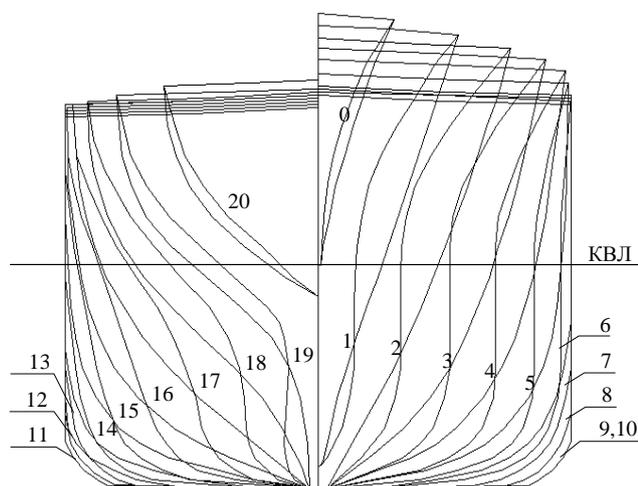


Рис. 1. Корпуса судов с U- и V-образными формами поперечного сечения

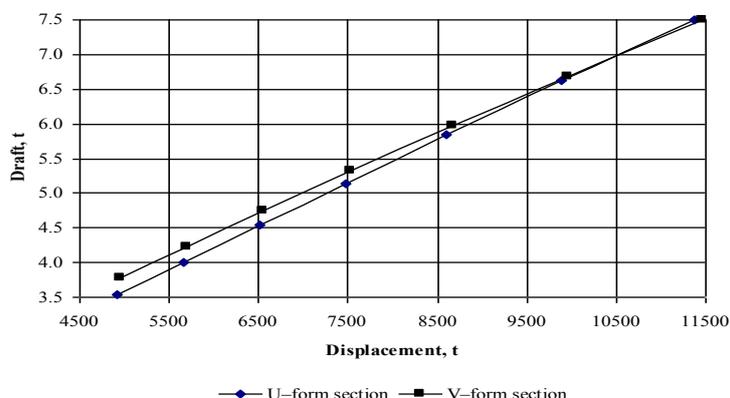


Рис. 2. Диаграмма осадки и водоизмещения для исследуемых корпусов судов

Водоизмещение варьировалось от D_0 – порожнем, до $D=2.313D_0$ – в полном грузу, как указано в табл. 1 для каждого случая загрузки.

Дополнительные массы балласта (груза) распределялись таким образом, чтобы судно не получило дополнительного дифферента:

- в первом варианте равномерно по длине судна;
- во втором варианте на 2 шп. $P_1=0.15D_i \times 5/13$ и на 15 шп. $P_2=0.15D_i \times 8/13$ (рис. 3).

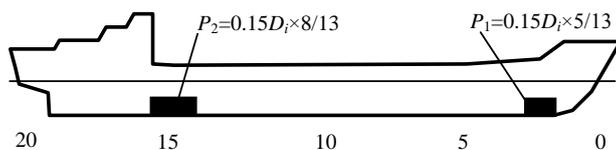


Рис. 3. Прием дополнительного балласта (груза)

В общем случае при изменении загрузки судна относительные радиусы инерции масс (LRI) должны изменяться. Рассмотрим изменение LRI для рассматриваемых вариантов загрузки (см. табл. 1).

В табл. 1 обозначено:

– $\rho_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N P_i x_i^2}{\sum_{i=0}^N P_i}} / L$ – LRI относительно миделя для всего судна при равномерном варианте загрузке;

– $\rho_b = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{N/2} P_i x_i^2}{\sum_{i=0}^{N/2} P_i}} / L$ – LRI носовой части судна относительно миделя;

– $\rho_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=N/2}^N P_i x_i^2}{\sum_{i=N/2}^N P_i}} / L$ – LRI кормовой части судна относительно миделя;

– P_i – массы на шпангоутах, т;

– x_i – расстояния точек приложения масс от миделя, м;

– $\Delta\rho = \Delta\rho_2 - \Delta\rho_1$ (с учетом знака);

П.П. Карпов, М.В. Китаев, О.Э. Суров

Методы уменьшения волновых изгибающих моментов при перераспределении нагрузки судна

– $\Delta\rho_1 = \frac{\rho_{b1} - \rho_{s1}}{\rho_0}$ – равномерная загрузка (I вариант);

– $\Delta\rho_2 = \frac{\rho_{b2} - \rho_{s2}}{\rho_0}$ – неравномерная загрузка (II вариант).

Таблица 1

Параметры водоизмещения для вариантов загрузки

Случай загрузки	Водоизмещение D_i	ρ_0	I вариант загрузки		II вариант загрузки		$\Delta\rho$
			ρ_b	ρ_s	ρ_b	ρ_s	
V – form section							
0	D_0	0.282	0.273	0.276	-	-	-
1	$D_1=1.15D_0$	0.282	0.273	0.276	0.289	0.272	0.071
2	$D_2=1.15D_1$	0.282	0.274	0.276	0.289	0.272	0.067
3	$D_3=1.15D_2$	0.282	0.273	0.277	0.288	0.273	0.067
4	$D_4=1.15D_3$	0.282	0.272	0.277	0.286	0.273	0.064
5	$D_5=1.15D_4$	0.282	0.272	0.277	0.288	0.273	0.071
6	$D_6=1.15D_5$	0.282	0.272	0.278	0.287	0.274	0.067
U – form section							
0	D_0	0.282	0.273	0.277	-	-	-
1	$D_1=1.15D_0$	0.282	0.273	0.277	0.288	0.273	0.067
2	$D_2=1.15D_1$	0.282	0.273	0.277	0.288	0.273	0.067
3	$D_3=1.15D_2$	0.282	0.273	0.277	0.288	0.273	0.067
4	$D_4=1.15D_3$	0.282	0.273	0.277	0.288	0.273	0.067
5	$D_5=1.15D_4$	0.282	0.273	0.277	0.288	0.273	0.067
6	$D_6=1.15D_5$	0.282	0.272	0.278	0.287	0.274	0.067

Из таблицы 1 следует, что при исследуемом методе приема балласта (груза) LRI остаются постоянными, а значит кинематические характеристики ПК и, следовательно, ударные изгибающие моменты для двух вариантов загрузки при заданном водоизмещении. Исключения составили отдельные случаи загрузки для V-образных форм шпангоутов (выделены), обусловленные тем, что при таких формах корпуса изменение водоизмещения судна от осадки больше (рис. 2). Для U-образных форм шпангоутов в исследуемом диапазоне изменений осадок формы поперечных сечений корпуса в носовой части остаются постоянными (вертикальные борта, рис. 1).

Результатами расчетов в программном комплексе MOTION являются кинематические характеристики ПК (перемещения, скорости, ускорения) и значения ВИМ для каждого положения судна на нерегулярном морском волнении. Характеристики формы и профиля нерегулярного волнения моделируются на основании спектральной теории волн. Пример результатов расчетов ВИМ представлен на рис. 4.

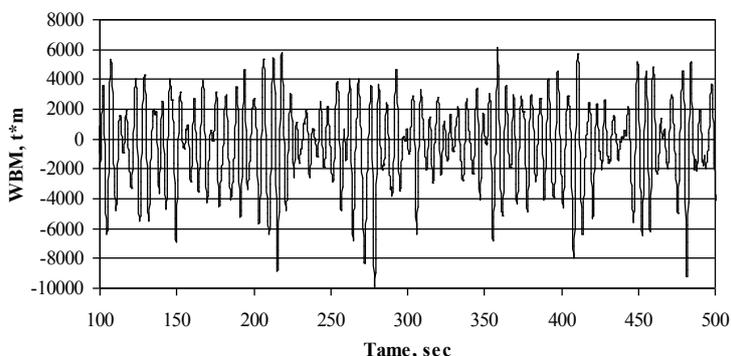


Рис. 4. Пример результатов расчетов ВИМ

Обработка результатов расчетов производилась путем определения относительных стандартных отклонений – $\sigma'_{WBM} = 100\sigma_{WBM} / DL$ для исследуемых вариантов загрузки с последующим их сравнением. В настоящей работе рассматривались только изменения ВИМ т.к. характеристики ПК остаются постоянными при заданном значении водоизмещения (см. выше).

Сводные данные результатов расчетов σ'_{WBM} в зависимости от водоизмещения для двух вариантов загрузки с учетом разных форм корпусов судов представлены на рис. 5.

При анализе результатов расчетов установлено, что при равномерном распределении нагрузки (I вариант) ВИМ больше, чем при предлагаемом методе балластировки (загрузки) судна (II вариант). Указанная закономерность отмечается как для судна с V-образной, так и с U-образной формой шпангоутов. Уменьшение относительных стандартных отклонений ВИМ и, следовательно, эффективность использования сил инерции от килевой качки при способе балластировки (загрузки) согласно II варианту достигает 5–15% в зависимости от водоизмещения судна.

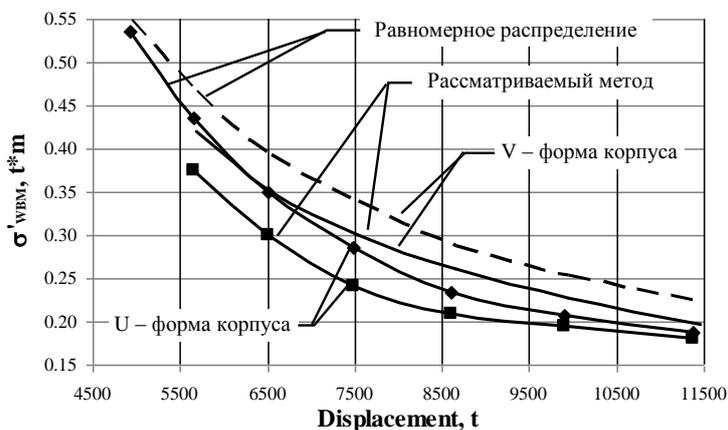


Рис. 5. Результаты расчетов стандартов ВИМ

Для форм корпуса судна с V-образными шпангоутами значения относительных стандартных отклонений ВИМ σ'_{WBM} больше, чем для судна с U-образной формой шпангоутов. В выполненных исследованиях разница значений σ'_{WBM} между разными

формами корпуса и в зависимости от водоизмещения судна составила 8–20% для двух вариантов загрузки.

Изменение кинематических характеристик ПК при переходе от V- к U-образным формам шпангоутов имеют обратную зависимость. Такая закономерность была отмечена в работе [4].

В результате выполненных расчетов было выявлено, что стандарты ВИМ в миделевом сечении оказались меньше при U-образных шпангоутах для двух случаев загрузки. Стандарты кинематических характеристик продольной качки (перемещения, скорости, ускорения) получились больше при U-образных шпангоутах.

Предлагаемый способ балластировки (загрузки) судна позволяет уменьшить ВИМ за счет действия сил инерции от килевой качки судна. Уменьшение ВИМ будет зависеть от параметров килевой качки, а также от количества дополнительного груза и мест его размещения на судне, которые могут повлиять на величину изгибающего момента на тихой воде при не соблюдении условия равенства моментов масс грузов относительно миделя.

Выполненными теоретическими исследованиями получены формулы, позволяющие осуществлять оптимизацию весовой нагрузки за счет обоснования ее более благоприятного с точки зрения обшей продольной прочности на волнении несимметричного распределения по длине. Размещаемый груз создает силы инерции при килевой качке, снижающие волновой изгибающий момент.

Эффективность от эксплуатации судна определяется увеличением грузоподъемности до $6,5 \div 15\%$ от водоизмещения без затрат на повышение прочности корпуса. Это относится к кораблям и судам с размерениями $L = 80$ м и более, для которых вес дополнительно перевозимого груза достигает значений $50 \div 600$ т и более.

Предлагаемые варианты размещения грузов повышают безопасность эксплуатации корпусов кораблей и судов благодаря уменьшению волнового изгибающего момента действием сил инерции при килевой качке судна. В результате деградация корпусной стали или процессы развития её структурной поврежденности сдерживаются, тем самым сохраняется ресурс корпуса корабля и гражданского судна на высоком уровне при длительной эксплуатации.

Таким образом, использование для кораблей и судов в эксплуатации предлагаемого в настоящей работе способа балластировки (загрузки) позволяет повысить эксплуатационные показатели за счёт улучшения показателей мореходных и прочностных качеств судна на морском волнении. Небольшим перераспределением посредством дополнительно принимаемого груза, в том числе и балласта, весовая нагрузка оптимизируется по волнению, а судно или корабль переводятся в оптимальный режим штормового плавания.

Список литературы:

- [1] Короткин Я.И. Вопросы прочности морских транспортных судов. – Л.: Судостроение, 1965. – 390 с.
- [2] Короткин Я.И., Ростовцев Д.М., Сиверс Н.Л. Прочность корабля. – Л.: Судостроение, 1974. – 432 с.
- [3] Antonenko S., Karpov P., Surov O. (2006) «Use of Inertia Forces at Pitching for Reduction of the Wave Bending Moment», *The 3rd Asia Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics (APHydro 2006)*. – China, 2006. – pp. 148–151.
- [4] Surov O. Effect of project characteristics of a ship on seagoing and durability qualities: Dissertation. cand. tech. sci. – Vladivostok, 2000.
- [5] Патент РФ на изобретение «Способ размещения грузов на судне», № 2231465 // Бюлл. изобр. – 2004. – № 18.
- [6] Kazanov G. Improving The Storm Hydrodynamics Ship The International Conference on Marine Safety and Environment, 12–13 November 2013, Johor Bahru, Malaysia, 2014. – pp. 106–111.

METHODS FOR REDUCING THE WAVE BENDING MOMENTS IN THE REDISTRIBUTION OF SHIP LOADING

P.P. Karpov, M.V. Kitaev, O.E. Surov

Keywords: *strength, wave bending moments, kinematics parameters, ship's hull, pitching, standard deviations, optimization*

The article presents the method of receiving ballast and (or) the vessel's loading for decreasing of wave bending moment during the swell. The systematic calculations of the influence of the vessel's loading effect on kinematic characteristics of pitching and wave bending moments on irregular waves with nonlinear formulation are carried out. The researchers are made for various forms of the hull. The authors suggest the way of redistribution of ballast and (or) the vessel's loading, reducing the wave bending moments. The conclusions about the effectiveness of the method of ballasting are made.

Статья поступила в редакцию 22.11.2016 г.

УДК 629.124.9.039

*В.И. Любимов, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЭКРАНОПЛАНОВ А.Н. ПАНЧЕНКОВА

Ключевые слова: *экраноплан, аэродинамика, полет, конструкция, испытания.*

В статье рассмотрены этапы развития, особенности конструкции и результаты испытаний экранопланов серии АДП, созданных под руководством профессора А.Н. Панченкова.

Полувековой опыт исследования эффекта опорной поверхности (экрана) и проблемы создания экранопланов (ЭП) привели к большим объемам теоретических и экспериментальных знаний. Значительная активизация исследований по экранопланной тематике произошла в 60-е годы XX века, когда были реализованы крупномасштабные проекты фундаментальных научных исследований и постройка опытных образцов ЭП. Комплексные исследования по созданию ЭП почти одновременно выполнялись в СССР (Р. Алексеев, А. Панченков, Р. Бартини), США (А. Липпиш), ФРГ (Х. Фишер, Г. Йорг).

Весомый вклад в разработку теоретических и экспериментальных исследований, посвященных ключевым и определяющим проблемам создания ЭП, внес выпускник кораблестроительного факультета Горьковского института инженеров водного транспорта 1958 года, доктор технических наук, профессор Анатолий Панченков (рис. 1). Целью его теоретических и экспериментальных работ были фундаментальные исследования, включая обоснование перспективных аэродинамических схем и уникальных конструкций ЭП.



Рис. 1. Профессор А.Н. Панченков

Над проблемой создания ЭП А.Н. Панченков начал работать в 1962 году в Институте гидромеханики АН УССР в Киеве. Вскоре после успешной защиты кандидатской диссертации на тему «Исследование движения подводного крыла вблизи свободной поверхности» А.Н. Панченков возглавил коллектив молодых ученых для исследования разнообразных проблем ЭП. Главной целью коллектива были теоретические исследования, постройка и испытания экспериментальных образцов ЭП. Экспериментальная часть исследований включала в себя:

- испытания моделей в опытовом бассейне и скоростном гидроканале Института гидромеханики АН УССР;
- испытания крыльев вблизи экрана в аэродинамических трубах;
- буксировочные испытания моделей ЭП;
- испытания самоходных моделей ЭП над ледовой поверхностью (озеро Байкал, Иркутское и Братское водохранилища).

В научной школе, которой на протяжении 44 лет (1962–2006 гг.) руководил профессор А.Н. Панченков, был накоплен большой объем знаний по фундаментальным вопросам обоснования характеристик и проектирования экранопланов, которые могут быть использованы при создании новых типов высокоскоростных судов.

Рассмотрим основные этапы развития, особенности конструкции и результаты испытаний ЭП, спроектированных и построенных под руководством А.Н. Панченкова.

Первый положительный результат был достигнут в 1962 году, когда теоретическим путем было установлено, что высокими самостабилизирующимися свойствами обладают ЭП схемы «Канард» («Утка»). Именно этот важный вывод в последующем лег в основу серии ЭП А.Н. Панченкова – серии АДП, выполненных по схеме «Канард–АДП». Выявленные преимущества новой схемы были подтверждены результатами модельных испытаний ЭП «АДП-01» (см. табл.), проведенных в 1963 году на реке Десна. Одной из характерных особенностей схемы «Канард» является то, что ее аэродинамическая стабилизация растет с увеличением длины фюзеляжа. Эта отличительная черта – удлиненный фюзеляж – прослеживалась и на первых буксируемых моделях.

Несколько оригинальных конструкций основного крыла было разработано А.Н. Панченковым для обеспечения высокого аэродинамического качества ЭП. Наибольшее распространение получили крыло с полуэллиптической осью и крыло сложной формы в плане с ластами. До 1966 года испытывались буксируемые модели с этими типами крыльев (рис. 2). В дальнейшем было принято решение о большей пер-

спективности полуэллиптического крыла, поэтому с ним строились ЭП серии АДП до 1980 года. Однако после новых исследований по обоснованию оптимальной несущей поверхности А.Н. Панченков вернулся к крылу с ластами, с которым был построен ЭП АДП-07 (см. табл.).

Таблица

Характеристики экранопланов А.Н. Панченкова

Характеристики экранопланов	Названия экранопланов								
	АДП-01	АДП-02	АДП-03	АДП-04	АДП-04М	АДП-05 «Орфей»	АДП-05М	АДП-07	«Байкал-2»
Год постройки и испытаний	1965	1966	1967	1970	1971	1980	1982	1985	1994
Район испытаний	Р-Десна	Р-Днепр	Р-Днепр	Иркутское водохр.	о. Байкал	Братское водохр.	Братское водохр.	о.Байкал	о.Байкал
Взлетная масса, т	0,3	0,38	–	0,235	0,32	3,0	2,5	0,733	0,59
Масса конструкции, т	0,2	0,27		0,170	0,22	2,2	1,7	0,483	0,33
Длина аппарата, м	6,2	6,2	6,2	8,7	8,7	15,5	15,5	9,0	6,4
Высота аппарата, м	–	–	–	1,9	1,9	3,3	3,3	2,05	1,8
Размах крыла, м	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	7,6	7,6	8,0	6,2
Площадь крыла, м ²	–	–	–	6,13	6,13	28,0	28,0	15,0	6,3
Марка двигателя	К-750	К-750	К-650М	Иж-П	М-63	АИ-14РС	М-14П	М-337	ROTAХ-912UL
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	19,1 (26)	19,1 (26)	29,4 (40)	13,2 (18)	23,5 (32)	191 (260)	265 (360)	155 (210)	60 (80)
Крейсерская скорость, км/ч	90	120		80	105...120	130...150	120...160	100...120	120
Высота полета, м	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,7	0,8	0,4	0,2...0,4

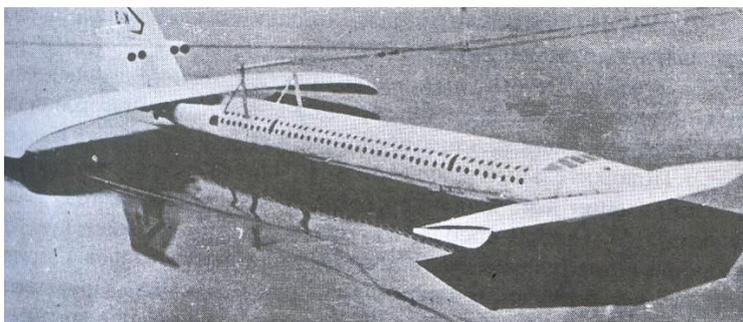


Рис. 2. Буксируемая модель ЭП с крылом сложной формы

Испытания буксируемых моделей АДП-01, АДП-03, АДП-04 на реках Десна и Днепр позволили А.Н. Панченкову получить два фундаментальных результата: найден способ обеспечения аэродинамической стабилизации ЭП и обоснована новая аэродинамическая схема «Канард-АДП». Это был первый в мировой практике научно-обоснованный опыт положительного решения проблемы аэродинамической стабилизации ЭП.

Более 20 лет научной деятельности А.Н. Панченкова были посвящены поиску области самостабилизации ЭП, развитию околоэкранный аэродинамики, оптимизации геометрии основного крыла и конструктивных параметров несущего комплекса «Канард-АДП». Как известно, одним из важных конструктивных параметров ЭП является отношение нагрузки стабилизатора к нагрузке основного крыла. В серии АДП этот параметр был равным 1:3. Это означает, что 25% подъемной силы создает стабилизатор, а 75% – основное крыло.

По результатам буксировочных испытаний моделей в 1966 году был построен первый одноместный ЭП АДП-02 (см. табл.). Он был ориентирован для полета над поверхностью воды. Однако взлет аппарата с воды не привел к положительным результатам. При взлете с воды с помощью подводных крыльев при скорости 80–90 км/ч ЭП АДП-02 имел качество на взлетном режиме около трех. Получалось так, что тяга воздушного винта, обеспечивающая полет на крейсерском режиме, оказалась недостаточной для преодоления горба сопротивления. Так возникла проблема борьбы с горбом сопротивления при взлете. Поиск пути решения этой проблемы привел исследователей к созданию самостабилизированных ЭП.

Анализ результатов проведенных испытаний моделей ЭП привел к выводу, что для взлета нужен твердый экран. Изучались три варианта экрана: искусственный твердый экран (взлетные полосы аэродромов), поверхность соленых озер (озеро Баскунчак) и ледовая поверхность. В 70–80-е годы первые два варианта были бесперспективны, поскольку требовали много организационных мер и капиталовложений. Оставался третий вариант – ледовая поверхность.

Можно предположить, что эта необходимость в создании ЭП привела А.Н. Панченкова к переезду в 1968 году в Иркутск, где он стал сначала работать в Сибирском энергетическом институте Сибирского отделения АН СССР, а затем – в Иркутском политехническом институте.

Постройка первого «иркутского» ЭП АДП-04 завершилась в 1970 году (см. табл.). Весной этого же года были проведены испытания ЭП в беспилотном варианте на льду озера Байкал. Взлет ЭП со льда снял все трудности, которые возникали на аппарате АДП-03. На новом ЭП были опробованы новые аэродинамические решения по форме несущих поверхностей. Основное крыло имело полуэллиптическую форму при виде спереди и прямоугольную в плане. Для лучшего взлета со льда и снега было установлено шасси с коньково-лыжной опорной поверхностью. Передняя опора была управляемой. Конструкция аппарата допускала изменение углов установки основного и носового крыльев. Первого – до 9 градусов, а второго – до 12. Управление движением ЭП по курсу на крейсерском режиме обеспечивалась рулем направления, а во время руления – управляемой носовой опорой. Для обеспечения безопасности пилота А.Н. Панченков принял решение о проведении сначала беспилотных самоходных испытаний. Во время первых испытаний ЭП АДП-04 без пилота аппарат осуществлял устойчивое самостабилизированное движение с радиусом циркуляции около 700 м. Так было получено подтверждение самостабилизации самоходной модели и успешного испытания пилотируемых моделей. Проведенные некоторые усовершенствования аппарата привели к появлению модификации – ЭП АДП-04М (см. табл.). Пилотируемые испытания ЭП АДП 04М были проведены на озере Байкал в 1971 году и прошли успешно (рис. 3). Испытания показали, что аэродинамическая стабилизация эффективна в зоне малых относительных отстояний от экрана (относительное отстояние по хорде $h \approx 0,10-0,15$). Это свойство характерно для всей серии ЭП типа АДП.

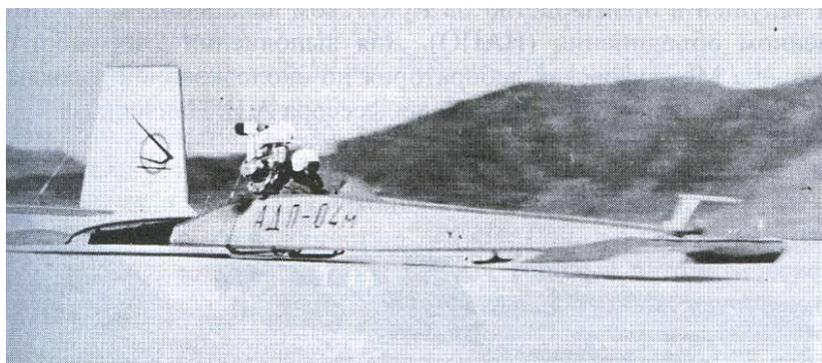


Рис. 3. ЭП АДП-04 М в полете

Результаты первого и второго этапов создания аппаратов серии АДП легли в основу создания опытного образца ЭП «Орфей» (АДП-05). Успешной реализации этого проекта способствовало создание в 1973 году на берегу Братского водохранилища у поселка Балаганск Ангарской экспериментальной базы, предназначенной для проектирования, постройки и испытаний буксируемых моделей и пилотируемых ЭП. На этой базе в 1980 году была завершена постройка ЭП АДП-05 (см. табл.). Новый ЭП был спроектирован для решения следующих задач:

1. Экспериментальная проверка на самоходной модели результатов исследований по аэродинамике несущих поверхностей в ограниченном потоке, динамике ЭП, теории оптимального проектирования и стабилизации.
2. Экспериментальное определение технико-эксплуатационных характеристик аппарата для решения проблемы создания скоростного транспорта для освоения труднодоступных районов Сибири и Крайнего Севера.
3. Экспериментального определения диапазона изменения параметров стабилизации ЭП, оценки их устойчивости и управляемости.

ЭП «Орфей» мог осуществлять взлет, посадку и движение в крейсерском режиме летом над свободной поверхностью воды, а зимой – над поверхностью льда и снега (рис. 4). Примечательно, что основное крыло ЭП АДП-05 имеет прямоугольную форму в плане, изогнутое по размаху по эллиптическому закону, оно обеспечивает высокое значение аэродинамического качества.



Рис. 4. ЭП «Орфей» (АДП-05) на испытаниях над ледовой поверхностью

За период с 1980 по 1985 годы ЭП «Орфей» был испытан в трех модификациях: первая – 8-местный вариант с кабиной от аэросаней Ка-30; вторая – 2-местный вариант с фюзеляжем от самолета Як-18; третья – 4-местный вариант с кабиной от самолета

та Як-12. Во время испытаний проводилась замена двигателя АИ-19РС мощностью 191 кВт на двигатель М-14 мощностью 260 кВт. Все модификации ЭП АДП-05 успешно прошли летные испытания, а также зимние – на льду Братского водохранилища. Испытания показали, что ЭП на крейсерском режиме (при высоте полета около 0,8 м) достаточно устойчив и легко управляется. Аппарат может успешно маневрировать на льду, выбирая в полете трассу, соответствующую проходимости на крейсерской скорости (рис. 5).

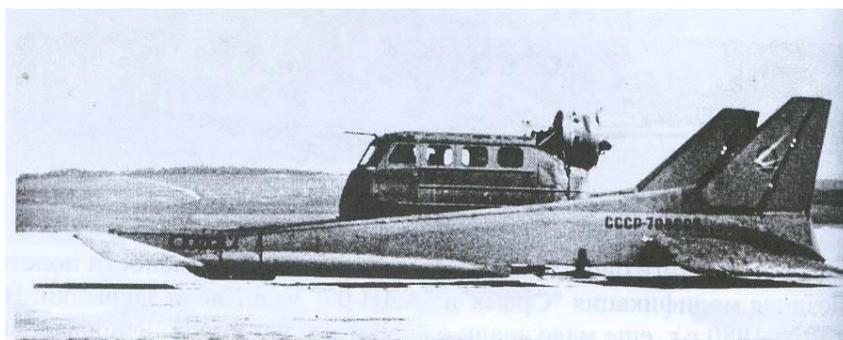


Рис. 5. Модификация ЭП АДП-05 на 8 пассажиров

В 1983 году А.Н. Панченков завершил большой цикл работ по теории оптимальной несущей поверхности ЭП. Прикладная часть этой теории была посвящена проблеме оптимизации конструкции основного крыла ЭП. Одно из оптимальных решений – крыло с ластами. Взгляд с новых позиций на крыло с ластами привел к созданию новой конструкции основного крыла на ЭП АДП-07.

В 1983 году А.Н. Панченков уехал из Иркутска в Горький. Основываясь на его идеях, ученики А.Н. Панченкова спроектировали и построили 2-местный ЭП АДП-07 (см. табл.). В отличие от предыдущих ЭП аппарат имеет новую форму несущих поверхностей и ряд конструктивных особенностей, учитывающих аэродинамическую интерференцию волн вблизи опорной поверхности. Принятая аэродинамическая схема позволила реализовать на ЭП АДП-07 возможность обеспечения устойчивого полета не только вблизи, но и вне экрана.

Успешные испытания многих буксируемых моделей и самоходных пилотируемых ЭП, имеющих взлетную массу от 320 до 3000 кг, обеспечили на основе полученных результатов возможность постройки экраноплана нового поколения. В 1993–1994 годах учениками А.Н. Панченкова был спроектирован и построен многоцелевой ЭП с амфибийным шасси «Байкал-2» (см. табл.). Этот ЭП предназначен для обеспечения круглогодичных перевозок грузов и пассажиров в условиях отсутствия развитой транспортной сети. Он может эксплуатироваться круглогодично на магистральных реках, водохранилищах, озерах, прибрежных акваториях морей с возможностью движения над водой, ледовой поверхностью, мелководьем, относительно ровной твердой поверхностью. ЭП «Байкал-2» может быть построен в различных вариантах: 3-местный пассажирский, 2-местный грузопассажирский и одноместный грузовой. ЭП «Байкал-2» спроектирован на класс «ЖР 1,2» Российского Речного Регистра. При взлетной массе 0,59 т ЭП имеет полезную нагрузку 0,26 т, крейсерскую скорость 120 км/ч. При этом высота полета составляет 0,2...0,4 м, а дальность – до 400 км.

Однако ограниченное финансирование не позволило довести ЭП «Байкал-2» до всесторонних испытаний и серийной постройки.

Таким образом, под руководством А.Н. Панченкова спроектировано, построено и испытано девять ЭП различных модернизаций взлетной массой до 3,2 т, которые защищены авторскими свидетельствами и патентом. Его научные идеи, положенные в

основу созданных ЭП, доказали свою самостоятельность и получили международное признание. Фундаментальные проблемы экранопланной тематики изложены А.Н. Панченковым в монографии «Экспертиза экранопланов», которая стала лауреатом премии города Нижнего Новгорода 2007 года в номинации «Наука».

Список литературы:

- [1] Панченков А.Н. Теория оптимальной несущей поверхности. – Новосибирск: Изд-во «Наука» Сибирское отделение, 1983. – 256 с.
[2] Панченков А.И. Оптимальная аэродинамическая стабилизация экранопланов // Прикладные проблемы прочности и пластичности. Н. Новгород: Товарищество изданий КМК, 1997. – С. 163–171.
[3] Попов К.Б., Стерхов А.П., Гусев И.Н. Экранопланы Иркутского Государственного технического университета // Восточно-Сибирский авиационный сборник. – Иркутск, 2001. – С. 8–16.
[4] Данеев А.В., Попов А.К. Экранопланы Панченкова // Сборник «А.Н. Панченков. Физик, математик, инженер». – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. – С. 235–254.
[5] Панченков А.Н., Драчев П.Т., Любимов В.И. Экспертиза экранопланов. Н. Новгород: Изд-во ООО «Поволжье», 2006. – 656 с.

**THE DESIGN FEATURES OF THE AIRPLANES
BY A.N. PANCHENKOV**

V.I. Lyubimov

Key words: *airplanes, aerodynamics, flight, design, testing.*

The article describes the stages of development, design features and testing results of wig series ADP, created under the guidance of Professor A.N. Panchenkov.

Статья поступила в редакцию 12.12.2016 г.

УДК 502.7 : 556.18

Е.Ю. Чебан, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ
ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ
РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА БАССЕЙНОВОМ УРОВНЕ**

Ключевые слова: *разливы нефти, внутренние водные пути, ликвидация разливов нефти (ЛРН), нормативно-правовое обеспечение.*

Рассмотрены особенности нормативно-правового обеспечения организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти на Внутренних водных путях РФ с учетом изменений в связи с созданием функциональной подсистемы. Представлены комментарии и обоснована необходимость дальнейших изменений законодательства с учетом условий внутреннего судоходства.

Одним из наиболее опасных видов загрязнения внутренних водных путей (ВВП) от воздействия судоходства может возникать при разливах нефти (РН), которые могут происходить как в результате аварий с судами во время транспортировки (столкнове-

ние, посадка на мель и т.д.), так и при технологических операциях с нефтью (грузовые операции, бункеровка, зачистка, мойка танков и т.д. [8]). Ранее выполненный анализ происшествий [1, 8] за последние 15 лет – только с транспортных судов разлито более 3,5 тыс. т нефти.

Нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы организации проведения работ по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, действующие в настоящее время в Российской Федерации нормативные, не учитывают отраслевую специфику внутреннего водного транспорта. Например, недостаточно обоснованы требования к определению массы разлива (в размере двух танков или половины грузоподъемности баржи), так как не учитываются конструктивные особенности различных типов судов, используемых на ВВП РФ и требования Правил Российского Речного Регистра [2, 3].

В частности Постановлением Правительства Российской Федерации от 21.08.2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» установлено нормативное время локализации разлива нефти и нефтепродуктов в течение 4-х часов, которое представляется заниженным и требует уточнения, так как не учитывает экологической значимости различных участков ВВП, а также географические, навигационно-гидрологические и гидрометеорологические особенности этих участков, которые существенно могут влиять на время локализации нефтяного пятна по длине [5]. Разработка планов ЛРН в соответствии с Приказом МЧС России от 28.12.2004 г. № 621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации» [6] вызывает определенные трудности для судоходных компаний, поскольку приказ не учитывает возможность возникновения разлива нефти и нефтепродуктов в любой точке маршрута движения принадлежащих им судов. В этой связи определение границ зон чрезвычайной ситуации на основе прогнозирования площадей разливов в соответствии с действующими требованиями приказа, будет иметь большую погрешность и значительно отличаться от реальных масштабов [1–3].

На основании действующего законодательства в 2006–2016 гг. [1] для Административных бассейнов ВВП (далее АБВВП) было предложено решить проблему предупреждения и ликвидации разливов нефти на ВВП создание Бассейновой коллективной системы ЛРН, состоящей из опорных пунктов и рубежей локализации на базе АБВВП, оснащенных необходимым оборудованием и аварийно-спасательными формированиями [4]. Например, только в Волжском бассейне для решения проблемы ЛРН требуется создать 29 опорных пунктов обслуживающих 81 рубеж локализации [1].

Очевидно, что ранее существующая нормативно-правовая база не позволяла решить все вопросы планирования и организации работ по ЛРН на ВВП в силу их специфических особенностей, что требует разработки целого ряда нормативных правовых документов, в том числе судовых, обеспечивающих работу функциональной подсистемы организации работ по ЛРН на ВВП с судов и объектов морского и речного транспорта в соответствии с Постановлением Правительства от 30 декабря 2003 г. №794, учитывающие отраслевые особенности внутреннего водного транспорта [1–3].

Из-за нестационарности и высоких скоростей течения РН на ВВП трудно поддаются локализации и ликвидации без принятия превентивных мер, препятствующих распространению нефти от места ее разлива на основное русло реки, что приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС(Н)) [8]. Поэтому оперативной целью любых работ по ЛРН на ВВП должно быть предупреждение выхода нефтяного пятна с палубы судна и акватории предприятия на основное русло реки, т.е. перерастания разлива нефти в ЧС(Н). Это практически делает равным нулю риск возникновения чрезвычайной ситуации на ВВП от стационарных источников [1].

Некоторые вопросы предупреждения разливов нефти с судов отражены в «Техническом регламенте о безопасности объектов внутреннего водного транспорта», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 12 августа 2010 г. № 623 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта» [10], однако, Регламентом предусмотрены в основном вопросы технического оснащения и требования к конструкции корпуса нефтеналивных судов, что явно недостаточно для решения проблемы ЛРН на ВВП России [8].

Решение, по крайней мере частичное, проблемы организации работ по ЛРН на ВВП с судов и объектов морского и речного транспорта, может дать «Положение о функциональной подсистеме организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях с судов и объектов морского и речного транспорта единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» утвержденное Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 05.02.2016 г. № 19 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях с судов и объектов морского и речного транспорта единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (зарегистрирован в Минюсте 20.05.2016 №42202) [7] (далее «Положение»). Оно определяет порядок организации, деятельности, состав сил и средств для организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти на ВВП с судов и объектов морского и речного транспорта, который должен быть отражен в Планах по предупреждению и ликвидации разливов нефти организаций бассейна, а также в бассейновых (региональных) Планах ЛРН АБВВП. Необходимо отметить, что одновременно должны выполняться требования ранее действовавших документов, в том числе Приказа МЧС России от 28.12.2004 г. №621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации» [6].

Требования «Положения» должны быть учтены в Планах ЛРН организаций при разработке систем связи и оповещения, организации и ликвидации разливов нефти, определении состава и достаточности сил и средств ЛРН, функционирования органов управления, определении порядка привлечения сил и средств для ЛРН и организации их взаимодействия, а также действия организации при передаче управления в условиях ЧС(Н) в условиях изменения уровня чрезвычайной ситуации.

Функциональная подсистема действует на федеральном, бассейновом (региональном) и объектовом уровне, на каждом из которых в соответствии с Федеральным Законом Российской Федерации от 21.12.1994г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и Постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» на всех уровнях функциональной подсистемы должны быть созданы органы координационный, постоянно действующие и органы повседневного управления.

Вышестоящим координационным органом по ЛРН является Компетентный орган Федерального агентства морского и речного транспорта, которым является Комиссия по ЧС и ОПБ Компетентного органа (Федерального агентства морского и речного транспорта Министерства Транспорта РФ). В соответствии со ст. 14 «Положения» компетентный орган осуществляет следующие функции по руководству функциональной подсистемой: «– контролирует проведение работ по предупреждению и ЛРН на ВВП с судов и объектов морского и речного транспорта; – организует разработку бассейновых планов ЛРН на ВВП; – запрашивает и получает в установленном порядке сведения, необходимые для принятия решений по вопросам предупреждения и ЛРН; – привлекает в установленном порядке для решения вопросов предупреждения и ЛРН научные и иные организации, ученых и специалистов; – создает совещательные и экспертные органы (советы, комиссии, группы, коллегии) по вопросам преду-

преждения и ЛРН; – согласовывает в установленном порядке планы организаций по ЛРН для ЧС(Н) регионального и федерального значения» [7].

Необходимо отметить, что «Положение» не устанавливает требований к согласованию Планов, что возможно требует дополнительного регламента по согласованию в Росморрефлоте Планов организаций, осуществляющих деятельность на ВВП.

Кроме того, в соответствии с «Положением» для соответствующих органов управления и сил функциональной подсистемы решением компетентного органа может устанавливаться режим повышенной готовности – при угрозе возникновения ЧС(Н) или режим чрезвычайной ситуации – при возникновении и ликвидации ЧС(Н) [7].

Органами управления и сил функциональной подсистемы в режимах повышенной готовности или ЧС(Н) определяются:

- «обстоятельства, послужившие основанием для введения режима повышенной готовности или режима ЧС(Н)» [7];

- «границы акватории ВВП, на которой может возникнуть разлив нефти (нефтепродуктов) или площадь акватории ВВП, подверженной загрязнению нефтью (нефтепродуктами)» [7];

- «силы и средства, привлекаемые к проведению мероприятий по ЛРН на ВВП; перечень мер по защите населения, прибрежных объектов, а также участков ВВП, уязвимых к негативному воздействию от загрязнения нефтью (нефтепродуктами)» [7];

- «должностные лица, ответственные за осуществление мероприятий по предупреждению ЧС(Н), или руководитель работ по ликвидации ЧС(Н)» [7].

При устранении обстоятельств, послуживших основанием для введения режима повышенной готовности или ЧС(Н), руководители соответствующих органов и организаций отменяют установленные режимы функционирования органов управления и сил функциональной подсистемы.

Для сбора и обработки сведений, оповещения о чрезвычайных ситуациях и обмена информацией между различными объектовыми комиссиями по ЧС и ОПБ, комиссией по ЧС и ОПБ Федерального агентства морского и речного транспорта МТ РФ, территориальными комиссиями по ЧС используются каналы ведомственной телефонной, телеграфной и телефонной связи и Минсвязи РФ.

КЧС и ОПБ АБВВП является координационным органом управления функциональной подсистемы на региональном (бассейновом) уровне и осуществляет следующие функции по организации проведения работ по предупреждению и ЛРН на ВВП в соответствующих бассейнах ВВП:

- «организует проведение работ по предупреждению и ЛРН на ВВП с судов и объектов морского и речного транспорта» [7];

- «разрабатывает бассейновые планы по предупреждению и ЛРН на ВВП в зонах своей ответственности» [7];

- «участвует в международных мероприятиях по предупреждению и ликвидации последствий аварий и катастроф природного и техногенного характера» [7];

- «организуют проведение комплексных учений и штабных тренировок по отработке действий по ЛРН в зонах своей ответственности» [7].

В виду того, что АБВВП уже имеют КЧС, то целесообразно дополнить функциональные обязанности членов комиссии вопросами организации работ по ЛРН.

На региональном (бассейновом) уровне в соответствии с «Положением» постоянно действующим органом управления функциональной подсистемы является АБВВП. Для этого в АБВВП должны быть созданы подразделения в функции которого входят вопросы организации работ по предупреждению и ликвидации ЧС, включая разливы нефти. На практике дополнительные функции возлагаются на отделы по ГО и ЧС или отдельных специалистов, что вполне достаточно для обеспечения оперативности и непрерывности управления, а также достоверности получаемой информации при ЧС(Н). В то же время крайне желательно чтобы специалисты Администрации имели

подготовку в области ЛРН на уровне руководителей аварийно-спасательных формирований по ЛРН.

На объектовом уровне постоянно действующим органом управления являются структурные подразделения организаций, осуществляющих поиск и разведку нефтяных месторождений, добычу, переработку, перевозку водным транспортом, перевалку (погрузку, выгрузку грузов), бункеровку (заправку), хранение нефти и/или нефтепродуктов, а также организаций в полномочия которых входит решение задач ЛРН на ВВП, уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны (далее – организаций), в роли которых могут выступать руководители, ответственные за безопасность на предприятии и прошедшие специальное обучение, что в свою очередь требует Постановление Правительства РФ от 06.03.2012 № 193 (ред. от 10.08.2016) «О лицензировании отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте» [11].

Органами повседневного управления функциональной подсистемы в соответствии с «Положением» являются:

– «на федеральном уровне дежурная служба компетентного органа и Государственный морской спасательно-координационный центр (в части информационного обеспечения и оповещения)» [7].

– «на региональном (бассейновом) уровне – диспетчерская служба ФБУ «Администрация бассейна ВВП»» [7];

– «на объектовом уровне – дежурно-диспетчерские службы организаций» [7].

В части организации системы оповещения на бассейновом уровне необходимо подписание соглашений об информационном обмене между АБВВП, региональными центрами МЧС, филиалами АБВВП и Главными управлениями МЧС по Субъектам Федерации.

Организации обеспечивают поддержание в готовности сил и средств собственных АСФ(Н), взаимодействие собственных АСФ(Н) и/или привлекаемых ПО договорам профессиональных АСФ(Н) с органами управления и силами функциональной подсистемы в соответствии с планами по предупреждению и ЛРН на ВВП [7].

При этом необходимо отметить, что поскольку порядок согласования Планов ЛРН организаций в АБВВП прописан в действующем законодательстве недостаточно четко, о чем упоминалось ранее, то может возникнуть ситуация, когда диспетчерская служба АБВВП или другие органы управления окажутся неспособны выполнить требования Положения в части обеспечения информацией и организации работ по ЛРН, что приведет к повышению уровня ЧС и тяжести последствий.

Таким образом, в соответствии с действующим законодательством, управление и взаимодействие при ликвидации ЧС(Н) должно осуществляться в следующем порядке [1]:

1. Ликвидацию чрезвычайных ситуаций локального (объектового) уровня организует Штаб руководства операциями (ШРО) организаций;

2. Ликвидация ЧС(Н) на объекте осуществляется силами и средствами АСФ(Н) организаций, в соответствии с объектовыми Планами ЛРН Организаций.

3. Если масштаб чрезвычайной ситуации таков, что силами АСФ(Н) Организаций невозможно самостоятельно справиться с её локализацией и ликвидацией, то Оперативный штаб (КЧС и ОПБ) Организации обращается за помощью к вышестоящей КЧС и ОПБ ФБУ АБВВП.

При классификации разлива нефти и нефтепродуктов как чрезвычайной ситуации федерального значения решение о передаче управления принимает КЧС и ОПБ Федерального агентства морского и речного транспорта.

4. КЧС и ОПБ ФБУ АБВВП может самостоятельно взять на себя координацию или руководство работами по ликвидации чрезвычайной ситуации и оказать помощь силами и средствами.

5. В ходе возникновения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ШРО Организации взаимодействует с ГУ МЧС РФ, с КЧС и ОПБ объектов речного транспорта, военным командованием и комиссиями по ЧС и ОПБ других ведомств, с силами и средствами наблюдения и контроля.

Управление ликвидацией ЧС(Н) осуществляется во взаимодействии с КЧС и ОПБ органов местного самоуправления, КЧС и ОПБ субъекта Российской Федерации и Главными управлениями МЧС России по субъекту Российской Федерации.

Для ликвидации разливов нефти на бассейнах целесообразно создать на базе АБВВП профессиональные АСФ по ЛРН, а сами АБВВП наделить функциями не только организации работ по ЛРН, но и проведению работ по ЛРН, для чего внести изменения в их уставы, что позволяет сделать в настоящее время Положение.

В этом случае АБВВП смогут заключать договоры с организациями морского и речного транспорта на внутренних водных путях, имеющими собственные нештатные аварийно-спасательные формирования для привлечения их специальных технических средств и спасателей в случае необходимости к ликвидации разливов нефти с возмещением понесенных затрат.

Под руководством Компетентного органа на бассейнах внутренних водных путей должно быть создано необходимое количество профессиональных аттестованных АСФ по ЛРН (далее – АСФ(Н)). Организации, выполняющие технологические операции с нефтью на отведенных для этой цели акваториях создают собственные аттестованные непрофессиональные АСФ(Н) и обеспечивают надежное блокирование и ликвидацию предполагаемого разлива нефти на своей акватории с помощью заранее установленных технических средств.

Для предупреждения и ликвидации предполагаемых разливов нефти на основном русле водных объектов ВВП от подвижных нефтеналивных источников разлива, Компетентный орган с помощью АБВВП на договорной основе организует коллективную бассейновую систему ЛРН (БКС ЛРН), состоящую из АСФ(Н) и диспетчерской службы АБВВП, организаций, имеющих стационарные источники разлива, необходимого количества рубежей локализации, обслуживаемых всеми АСФ(Н) бассейна [8].

Организации, эксплуатирующие подвижные нефтеналивные источники разлива, не создавшие на бассейне собственных АСФ(Н) должны участвовать в БКС ЛРН путем заключения договоров на ликвидацию разливов в случае их возникновения.

Введение предлагаемых изменений в нормативно-правовые документы позволит снизить риск и ущерб от возникновения чрезвычайной ситуации при аварии с разливом нефти на ВВП за счет:

- предотвращения попадания нефти с палуб судов с помощью специальных технических средств ЛРН в акватории, отведенные для технологических операций с нефтью [1, 8];

- предотвращения попадания разлитой нефти с акваторий портов, бункеровщиков, перегружателей и т.п. в основное русло водотока путем заранее постоянно установленных технических средств локализации, препятствующих выходу нефти за пределы отведенной акватории (объекта) [1, 8];

- обеспечения организации Росморречфлотом БКС ЛРН с локализацией разлива на удобных заранее выбранных и подготовленных рубежах локализации для обеспечения защиты от нефти значимых (чувствительных) зон на ВВП в пределах участка ответственности каждой организации, участвующей в БКС ЛРН [1, 8].

Кроме того, необходимы дополнительные документы, регламентирующие порядки утверждения и согласования Планов организаций различного уровня в Минтрансе, Росморречфлоте и АБВВП.

Автор выражает благодарность начальнику отдела ГО и ЧС ФБУ «Администрация Волжского бассейна внутренних водных путей» Лазареву В.С за полезные замечания и консультации.

Список литературы:

- [1] Организация борьбы с разливами нефти на внутренних водных путях: монография / В.Л. Этин [и др.]. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – 284 с.
- [2] Анализ нормативных правовых актов Российской Федерации в области ликвидации разливов нефти на внутреннем водном транспорте / Этин В.Л., Захаров В.Н., Сосенков Ф.С., Чебан Е.Ю. // Нефтегазовое дело. – 2012. – Т. 10. – № 1. – С. 112–123.
- [3] Особенности нормативно-финансового обеспечения локализации и ликвидации разливов нефти (ЛРН) на внутреннем водном транспорте / Этин В.Л., Иванов В.М., Чебан Е.Ю. // Речной транспорт (XXI век). – 2011. – № 1 (49). – С. 81–82.
- [4] Научное обоснование перспективных технологий обеспечения и контроля экологической безопасности внутренних водных путей / Этин В.Л., Чебан Е.Ю., Ермаков С.А. // В сборнике: «Великие реки 2011» Труды конгресса 13-го Международного научно-промышленного форума: в 3-х томах. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – 2012. – С. 289–294.
- [5] Влияние экологических особенностей различных участков внутренних водных путей на время локализации нефтяных пятен при разливах нефти с судов и объектов внутреннего водного транспорта / Лукина Е.А., Чебан Е.Ю., Этин В.Л. // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2 (24). – С. 142–151.
- [6] Приказ МЧС России от 28.12.2004г. № 621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации» // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 17, 25.04.2005.
- [7] Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 05.02.2016г. № 19 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях с судов и объектов морского и речного транспорта единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (зарегистрирован в Минюсте 20.05.2016 №42202) // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», N 26, 27.06.2016.
- [8] Предотвращение чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти на внутренних водных путях. // Е.Ю. Чебан, В.Л. Этин / 14-й Междун. научно-пром. форум «Великие реки'2012». [Текст]: [труды конгресса]. В 2 т. Т. 1 / НГСУ; отв. ред. Е.В. Копосов – Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – С. 315–318.
- [9] Постановление Правительства Российской Федерации от 21 августа 2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» // «Собрание законодательства РФ», 28.08.2000, № 35, ст. 3582.
- [10] Постановление Правительства РФ от 12.08.2010 № 623 (ред. от 30.04.2015) «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта» // «Собрание законодательства РФ», 23.08.2010, № 34, ст. 4476.
- [11] Постановление Правительства РФ от 06.03.2012 № 193 (ред. от 10.08.2016) «О лицензировании отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте» // «Собрание законодательства РФ», 19.03.2012, № 12, ст. 1416.

THE PARTICULARS OF ORGANIZATION OF WORK FOR PREVENTING AND ELIMINATION OF OIL SPILL ON RIVER'S BASIN LEVEL ORGANIZATION

E.Yu. Cheban

Key words: *oil spill, inland waterways, oil spill removal operation, the regulating support legal system regulating organizational and financial issues concerning oil spills prevention and response.*

Е.Ю. Чебан

Особенности организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти на...

The article touches upon the issue of particular regulating support of work organization for preventing and elimination of oil spill in inland waterways of the Russian Federation. The necessity of detailed location-specific branch documents for oil spills and further changes of the legislation concerning the conditions of inner shipping is proved.

Статья поступила в редакцию 20.01.2017 г.

Раздел V

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



Section V

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



УДК 658.012.7:656.62

В.В. Крайнова, к.э.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»**Е.С. Казакова**, студентка ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ РАСХОДОВАНИЯ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА СУДАХ

Ключевые слова: *внутренний контроль, товарно-материальные ценности, горюче-смазочные материалы, инспектирование, мониторинг.*

Статья посвящена проблеме внутреннего контроля расходования материальных ценностей на судах. Изучен опыт организации контроля затрат на топливо и навигационные материалы в судоходных компаниях, даны предложения по совершенствованию.

Из множества факторов, влияющих на себестоимость перевозок в организациях внутреннего водного транспорта, наиболее существенным является расход топлива и навигационных материалов. Их удельный вес в себестоимости транспортной продукции составляет примерно 1/3 [1]. Поэтому организация эффективного внутреннего контроля расходования товарно-материальных ценностей выходит на первый план.

В судоходных компаниях в настоящее время сложилась система контрольных процедур, направленная на оптимизацию материальных затрат, которая, по нашему мнению, не лишена недостатков [5,6]. Для выработки рекомендаций по совершенствованию внутреннего контроля товарно-материальных ценностей рассмотрим опыт организации на примере крупнейших судоходных компаний.

В процессе эксплуатации на судне используют различные материалы: чистящие, моющие средства, тросы, краски, ветошь, прокладки, а также инструмент и инвентарь, постельные принадлежности, спецодежду и т.п. Для снабжения судов инвентарем и расходными материалами в период навигации капитанам обеспечивают выдачу денежных средств под отчет путем перечисления на корпоративную пластиковую карту или через кассы баз технического обслуживания флота (БТОФ). Для этого капитаны судов подают заявку на выделение денежных средств на имя начальника финансового управления. Величина перечислений контролируется в соответствии с месячным лимитом денежных средств, выдаваемых на приобретение малоценного инвентаря и расходных материалов, в период навигации судами внутреннего плавания. Лимит устанавливается каждому судну грузового, бербоутного и буксирного флота (табл. 1).

Таблица 1

Месячный лимит денежных средств на приобретение малоценного инвентаря и расходных материалов в период навигации в зависимости от вида флота (на примере ОАО «Судоходная компания «Волжское пароходство»)

Вид флота	Лимит, руб.
Грузовой самоходный	7 000
Бербоутный	7 000
Буксирный	6 000

В целях контроля расходования подотчетных сумм капитан производит закупку

необходимого снабжения в соответствии с перечнем малоценного инвентаря и расходных материалов, утвержденным начальником технического управления. Закупка иного инвентаря и материалов, не указанных в перечне, разрешается только по согласованию с техническим управлением.

Контроль израсходованных подотчетных сумм ведется на основании авансового отчета с приложением подтверждающих документов, которые капитан должен предоставить в бухгалтерию по месту приписки судна в течение 25 дней после получения аванса.

Для проведения работ на судне материально-ответственные лица: боцман, токарь, кладовщик с разрешения старшего помощника капитана и старшего механика выдают членам экипажа краски, необходимые материалы, инструмент. Контроль осуществляют с помощью раздаточной ведомости, в которой указывают количество и наименование выданного материала или инвентаря, для какой цели выдан, получатель расписывается, а помощник капитана и механик подтверждают расход. В случае утери или порчи инвентаря стоимость его взыскивается в установленном трудовым законодательством порядке с виновных лиц и приходится по кассе БТОФ, к которой приписано судно.

Одной из самых больших статей затрат на перевозки является расход горюче-смазочных материалов (ГСМ). Поэтому особенно важно проводить контроль движения ГСМ и осуществлять мероприятия по оптимизации этих издержек [3].

Заказ нефтепродуктов на судно производится отделом комплексного обслуживания флота (КОФ) на основании заявок капитанов, согласно договорам с поставщиками. Закупка топлива происходит по заказу бункера, который капитан судна предоставляет отделу КОФ. После бункеровки в течение двух часов происходит получение бункера капитаном судна, оформляется акт бункеровки ГСМ теплохода и передается в службу теплотехники.

Приход топлива оформляется на основании счета-фактуры, товарной накладной, бункеровочной расписки, которые предоставляются поставщиками общему отделу. Затем документы передаются в финансовый отдел и управление бухгалтерского учета.

В целях контроля наличия топлива на борту капитан ежедневно в течение каждых 4 часов записывает в вахтенный журнал данные о наличии топлива на борту и ежедневно отправляет телеграмму с результатом в управление грузовых перевозок.

После окончания рейсооборота и отчетного месяца капитан или механик судна формирует «Отчет за рейсооборот», в котором указывается количество полученного, израсходованного, переданного на другие суда топлива, масла за рейсооборот и его остаток и в течение 2 дней передает его любым видом связи в управление грузовых перевозок и службу теплотехники.

Контроль переданного топлива с одного судна на другое осуществляется с помощью акта приема-передачи ГСМ с судна на судно, в котором указывается наименование и количество переданного ГСМ.

По окончании месяца капитан или механик судна обязан составить «Месячный отчет по расходу топлива и смазочных масел» в двух экземплярах, один из которых направляет в службу теплотехники, а другой остается на судне. В отчете отражаются остатки и движение ГСМ на судне за месяц с разбивкой по круговым (законченным) рейсам внутри этого месяца.

Контроль ГСМ в бухгалтерии ОАО «Судоходная компания «Волжское пароходство» ведется с применением программы F/3, в которой формируется отчет по движению ГСМ, содержащий информацию о наличии топлива на начало по всем судам, о поступившем топливе, в том числе от сторонних организаций и внутреннее получение. При этом внутренне получение детализируется на получение с нефтеналивных станций и с других судов. Также в документе содержится информация о продаже ГСМ сторонним организациям и внутренние передачи на суда и нефтеналивные станции. В отчете фиксируется остаток топлива на конец месяца.

Сформированные в системе F/3 отчеты по движению ГСМ, согласовываются со

всеми ответственными лицами подразделений, участвующих в контроле ГСМ (отдел КОФ, управление грузовых перевозок, служба теплотехники). При выявлении отклонений находится причина, и вносятся необходимые исправления. Только после получения тождественных данных всех ответственных подразделений отчеты по движению ГСМ принимаются к учету управлением бухгалтерского учета.

В целях контроля за расходом ГСМ в судоходных компаниях утверждены нормативы времени следования, расхода топлива и смазки для судов. Нормативы разработаны для каждого вида судов, по различным направлениям, для хода с грузом и порожнем. В основу нормирования положены результаты паспортных испытаний, усредненные результаты контрольных испытаний в различные периоды эксплуатации, статистические данные, график движения судов и т.п.

Администрация судоходной компании заинтересована в реальной экономии топлива, мотивацией к которой становится система премирования за экономию топлива. Данный стимулирующий рычаг применяют многие судоходные компании (например, ОАО «Судоходная компания «Волжское пароходство» и ОАО «Северо-Западное пароходство»). Премирование производится по итогам навигации на основании месячных отчетов по расходу топлива и смазочных масел с теплоходов. Расчет премиального фонда производится по формуле

$$С = К \times Ц_T \times T \pm 0,1 \times Ц_M \times M, \quad (1)$$

где К – коэффициент отчисления на премирование экипажей судов от стоимости сэкономленного топлива, К = 0,5;

Ц_T – цена сэкономленного топлива, руб. за тонну;

T – величина экономии топлива по судну, тонн;

Ц_M – цена сэкономленного масла, руб. за тонну;

M – величина экономии масла, тонн.

При перерасходе за отчетный период смазочных масел, стоимость перерасхода масла вычитается из стоимости сэкономленного топлива.

Одним из эффективных методов контроля расхода ГСМ в судоходных компаниях является внезапное инспектирование. Работники отдела теплотехники выезжают на место нахождения судна и производят замер топлива, масла. При этом оформляется акт замера наличия ГСМ. Данные сравниваются с результатами, записанными в вахтенном журнале, который ведется капитаном судна. В случае расхождений капитаном составляется рапорт с объяснением причин, выявленных расхождений [2]. Однако этот прием контроля не является сплошным и непрерывным, что значительно снижает его эффективность.

Другим методом контроля затрат на ГСМ, используемым в ряде судоходных компаний, является активное внедрение на суда систем контроля расхода топлива и мониторинга. Система мониторинга построена на основе систем навигации, она записывает и отображает текущее положение на электронной карте, позволяет анализировать перемещение объекта, его скорость, реальный пробег, расстояние между объектами, маршрут, время движения и остановок, отклонение от маршрута.

Система контроля расхода топлива и мониторинга подвижных объектов дает большие возможности: она обеспечивает в автоматическом режиме измерение и передачу на диспетчерский сервер значений совокупности параметров (местоположение, скорость, направление движения в режиме реального времени, реальный пробег, расстояние между объектами, маршрут, время движения, время и место остановок и стоянок, отклонение от маршрута), каждый из которых находится в прямой или косвенной зависимости с уровнем расхода топлива транспортным судном. Данную систему необходимо использовать, в первую очередь, на «проблемных» судах, где систематически фиксируется перерасход ГСМ, а в перспективе – все суда должны быть оборудованы такой системой.

Для совершенствования внутреннего контроля расходования товарно-материальных ценностей предлагаем внедрение в судоходных компаниях системы формирования переменной части денежного вознаграждения плавсостава на базе КРІ (ключевых показателей эффективности).

Система формирования переменной части денежного вознаграждения на базе КРІ стимулирует сотрудника к достижению высоких индивидуальных результатов, а также к увеличению его вклада в коллективные результаты и достижения, в выполнение стратегических целей компании [4].

С помощью ключевых показателей можно оценить эффективность работы каждого члена плавсостава – от матроса до капитана, – и в соответствии с этим рассчитать им премию. На сегодняшний день некоторые судоходные компании (ОАО «Судоходная компания «Волжское пароходство», ОАО «Северо-Западное пароходство») внедрили КРІ по управленческим должностям. Предлагаем внедрить КРІ для должности – капитан. В числе прочих, предлагаем КРІ, способствующие усилению внутреннего контроля расходования товарно-материальных ценностей на судах, прежде всего, топлива: например, отсутствие перерасхода топлива, экономия топлива, своевременная сдача топливных отчетов в соответствующие подразделения судоходной компании.

Считаем, что внедрение системы формирования переменной части денежного вознаграждения плавсоставу на базе КРІ будет способствовать выявлению внутрихозяйственных резервов снижения затрат на ГСМ.

Список литературы:

- [1] Крайнова В.В. Анализ зарубежного законодательства по организации внутреннего контроля / В.В. Крайнова // Вестник ВГАВТ. Выпуск 41. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2014 – С. 228–234.
- [2] Крайнова В.В. Инвентаризация как основной метод фактического контроля в организациях внутреннего водного транспорта / В.В. Крайнова, Р.С. Крайнов // Вестник ВГАВТ. Выпуск 42. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ». – 2015 – С.197–205.
- [3] Крайнова В.В. Обоснование направлений развития внутреннего контроля в организациях внутреннего водного транспорта / В.В. Крайнова // Международный бухгалтерский учет. – 2014 – № 46 (340). – С. 2–17.
- [4] Крайнова В.В. Ответственность и полномочия капитана по управлению затратами судна / В.В. Крайнова // Речной транспорт (XXI век). – 2014. – № 4 (69). – С.60–63.
- [5] Крайнова В.В. Построение системы внутреннего контроля при подготовке финансовой отчетности в организациях внутреннего водного транспорта / В.В. Крайнова // Вестник ВГАВТ. Выпуск 41. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ». – 2014 – С. 234–243.
- [6] Крайнова В.В. Распределение ответственности и полномочий – важнейшее средство внутреннего бухгалтерского контроля в судоходных компаниях / В.В. Крайнова, Р.С. Крайнов // Вестник ВГАВТ. Выпуск 43. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ». – 2015 – С. 204–211.

**THE IMPROVING OF INTERNAL CONTROL
OVER THE EXPENDITURE OF MATERIAL ASSETS ON FLEET**

V.V. Kraynova, E.S. Kazakova

Keywords: internal control, inventory holdings, fuels and lubricants, inspections, monitoring.

The article deals with the problem of internal control over the expenditure of wealth on board the ships. The experience of organizing control of fuel costs and navigation material in shipping companies is given and suggestions for improvement are made.

Статья поступила в редакцию 07.04.2016 г.

УДК 378.141.4

П.С. Салмин, к.э.н., доцент, ФГАОУ ВО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского»

*Н.А. Салмина, к.э.н., ст. преподаватель, ФГАОУ ВО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского»
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23*

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Ключевые слова: производительность труда, распределение времени, тема, дисциплина, коэффициенты значимости, интегральный показатель, сложность дисциплины, оплата труда преподавателя.

В статье рассматривается проблема определения производительности труда в сфере образования. Цель статьи – оценить эффективность труда педагогических работников. При этом точность экспертных оценок работника сферы образования и производимого им продукта обеспечивается измерительными процедурами (расчетом коэффициента значимости темы (дисциплины), интегрального показателя сложности темы (дисциплины)).

Проблема оплаты труда преподавателей ВУЗов вызывает озабоченность научной общественности и кроме крайне низких ставок оплаты труда, основной проблемой мотивации становится так называемая «уровниловка», когда вне зависимости от уровня квалификации и сложности преподаваемых дисциплин, рядовые преподаватели получают одинаковую заработную плату [1]. При этом исторически сложившаяся система градации профессорско-преподавательского состава (ППС) по уровням, в соответствии с научными степенями и званиями на сегодняшний день фактически оказалась размыта. Система ЕТС (единая тарифная сетка) уже несколько лет как отменена, а по наличию диплома и аттестата об ученой степени и звании, сказать о преподавателе практически ничего невозможно. С точки зрения эффективности научного труда делаются попытки охарактеризовать его при помощи так называемых индексов научного цитирования, хотя этот показатель на величину заработной платы, как правило, влияния не оказывает [2].

В работе предлагается методика дифференциации труда ППС в зависимости от уровня сложности преподаваемых дисциплин и определение такого уровня, что, по мнению авторов, является весьма актуальной задачей.

В классическом понимании показателем эффективности труда является его производительность, которая измеряется количеством произведенной продукции за единицу рабочего времени. Однако цель авторов заключается в определении эффективности труда не в материальном производстве, а в образовании и науке. И обычное определение производительности труда применительно к данной сфере, очевидно, не корректно. То есть, согласно этому определению под увеличением производительности труда в образовании и науке следует понимать увеличение работы преподавателя и/или научного сотрудника без возможности оценки конечного результата. К примеру, брак в производстве при расчете производительности труда производственных рабочих из этих расчетов исключается. А как оценить брак в высшей школе, никто не знает. Очевидно, что такого плана проблемы должны быть адаптированы к образовательному процессу. Имеется в виду, что повышение эффективности труда в сфере образования, выходящее за рамки установленных нормативов (число прочитанных лекций в день, подготовленных выпускных квалификационных работ студентов в год в расчете на 1 преподавателя вуза) ведет к снижению качества обучения студентов.

Логично предположить, что эффективность труда в таких сложных, ориентированных на нематериальный результат, областях, как образование и наука, не может

быть определена так же, как на производстве, и применительно к ним целесообразно рассматривать другие показатели [3].

В качестве главной цели учебного процесса в первую очередь, по мнению авторов, следует рассматривать обеспечение высокого уровня остаточных знаний студентов. Этот уровень является показателем результатов совместной работы преподавателя и студента в течение всего срока обучения. Дальнейшая профессиональная деятельность выпускника вуза оценивается работодателем, в том числе при помощи привычных показателей производительности труда. Такие показатели могли бы характеризовать эффективность работы вуза в целом (факультетов, кафедр) и преподавателей в отдельности. Однако такой подход представляется достаточно сложным для реализации и такие построения, как правило, представляют собой нематериальный актив – престиж вуза (факультета, кафедры). Аналогичный показатель для предприятий материальной сферы производства носит название «goodwill».

Следовательно, в качестве базового показателя, характеризующего эффективность работы преподавателя, имеет смысл использовать уровень остаточных знаний обучающихся. При этом возникает проблема количественной и качественной оценки этого уровня. Остаточные (как и вообще любые) знания имеют в своей основе три компонента: запоминание материала, его понимание и умение применять в практической или научной деятельности.

Традиционно считается, что остаточные знания – это такие знания, которые остаются в памяти студентов в течение определенного времени после сдачи зачета или экзамена. Здесь следует отметить, что эти знания могут быть востребованы выпускником после окончания вуза при реализации им своих профессиональных навыков. С другой стороны, эти же знания могут оказаться не востребованными в процессе обучения. Это создает дополнительные сложности при оценке остаточных знаний. То есть предлагаемый подход носит субъективный характер и должен адаптироваться под конкретную оценку.

Во-первых, необходимо определить период «затухания» этих знаний, который по определению, не может превышать оставшегося срока обучения. С этой целью традиционно в российской высшей школе по окончании срока обучения всегда проводился итоговый междисциплинарный экзамен, который, к сожалению, с переходом на новые образовательные стандарты «выпал» из учебных планов как бакалавриата, так и магистратуры. Поэтому оценка остаточных знаний приобретает особое значение. При этом новые образовательные стандарты навязывают так называемые компетенции, которые сформулированы весьма нечетко. В старых стандартах использовались «дидактические единицы», которые должны были быть усвоены студентами, и знание которых проверялось, в том числе, и Рособрудзором. То есть, в результате отмены междисциплинарных экзаменов и отсутствия однозначных критериев оценки знаний, периодичность проверки остаточных знаний, скажем, на бакалавриате со сроком обучения 4 года не должна превышать одного года. Такая периодичность может быть вычислена экспериментальным путем и может корректироваться по мере необходимости.

Во-вторых (а может быть, во-первых), система тестирования должна быть направлена на положительную мотивацию как студентов, так и преподавателей. И ни в коем случае не должна быть репрессивным механизмом для участников процесса. В противном случае, весьма вероятны подтасовки результатов, уклонение от проверок и другие действия, направленные на нивелирование негативных результатов тестирования.

В-третьих, для оценки результативности таких тестов должна использоваться понятная всем участникам процесса методика, один из вариантов которой описан ниже.

Для определения показателей сложности читаемых дисциплин использована методика моделирования и имитации процесса обратной связи между преподавателем и студентом, в результате которой формируется статистика заявленных показателей, которые, в свою очередь, могут быть получены при помощи вероятностных оценок.

Основные этапы предложенной методики состоят в следующем:

1. Определение уровня сложности преподаваемой дисциплины

Для расчета уровня остаточных знаний студентов авторами предложен метод экспертно-балльной оценки.

Для определения сложности освоения темы предлагается набор упрощенных критериев (табл. 1).

Таблица 1

Критерии оценки сложности темы

Критерий оценки	Количество баллов
1. Не усвоил	1,0
2. Очень сложно	0,8
3. Сложно	0,6
4. Несложно	0,4
5. Все понятно	0,2

Сложность освоения темы определяется методом тестирования. Результаты оценки сложности темы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты балльной оценки сложности темы

Количество баллов	Тема 1		Тема 2		Тема 3	
	Условное количество тестируемых студентов	Удельный вес студентов, усвоивших тему	Условное количество тестируемых студентов	Удельный вес студентов, усвоивших тему	Условное количество тестируемых студентов	Удельный вес студентов, усвоивших тему
1,0	0	0	1	0,05	0	0
0,8	0	0	6	0,3	4	0,2
0,6	3	0,15	3	0,15	2	0,1
0,4	8	0,4	8	0,4	13	0,65
0,2	9	0,45	2	0,1	1	0,05
	20	1	20	1	20	1

Сложность темы определяется методом средневзвешенной оценки:

$$\text{Тема 1. } 0,6 \times 0,15 + 0,4 \times 0,40 + 0,2 \times 0,45 = 0,34$$

$$\text{Тема 2. } 1 \times 0,05 + 0,8 \times 0,30 + 0,6 \times 0,15 + 0,4 \times 0,40 + 0,2 \times 0,10 = 0,56$$

$$\text{Тема 3. } 0,8 \times 0,20 + 0,6 \times 0,10 + 0,4 \times 0,65 + 0,2 \times 0,05 = 0,49$$

Тема, набравшая наибольшее количество баллов, является самой сложной к восприятию, в данном случае это тема 2.

Количество часов, необходимое для освоения той или иной дисциплины определяется учебным планом. Количество часов, необходимых для изучения тем, входящих в преподаваемую дисциплину, преподавателем определяется самостоятельно, путем разработки рабочих программ.

2. Распределение часов учебных дисциплин пропорционально уровню сложности

Распределение часов по темам дисциплины учебного плана должно производиться пропорционально уровню сложности.

Например, согласно учебному плану на освоение дисциплины отводится 72 часа. Тогда распределение часов по темам, будет следующим (табл. 3).

Таблица 3

Распределение часов по темам согласно уровню сложности

Тема	Сложность темы	Удельный вес темы	Распределение часов по темам
1	2	3	4
Тема 1	0,34	0,25	18
Тема 2	0,56	0,40	29
Тема 3	0,49	0,35	25
Итого	1,39	1,00	72 часа

Распределение часов по темам дисциплины (столбец 4, табл. 3) находим как произведение удельного веса темы в зависимости от ее сложности на количество часов, приходящихся по учебному плану на данную дисциплину:

Тема 1: $72 \times 0,25 = 18$;

Тема 2: $72 \times 0,40 = 29$;

Тема 3: $72 \times 0,35 = 25$.

Суммарная сложность тем является интегральным показателем сложности освоения дисциплины, пропорционально которому и должны распределяться часы в учебном плане.

Данный алгоритм может быть использован как для расчета количества часов, приходящихся на изучение каждой темы отдельной дисциплины, так и сложности освоения дисциплин, входящих в учебный план, что подчеркивает универсальность данного подхода.

Например, согласно учебному плану на блок, состоящий из трех дисциплин, отводится 216 часов, тогда распределение часов по дисциплинам согласно уровню сложности будет следующим (табл. 4 и 5).

Таблица 4

Определение уровня сложности дисциплины учебного плана

Тема	Сложность дисциплины 1	Вес темы	Тема	Сложность дисциплины 2	Вес темы	Тема	Сложность дисциплины 3	Вес темы
Тема 1	0,34	0,24	Тема 1	0,57	0,33	Тема 1	0,88	0,53
Тема 2	0,56	0,40	Тема 2	0,36	0,21	Тема 2	0,12	0,07
Тема ...	0,49	0,35	Тема ...	0,78	0,46	Тема ...	0,65	0,39
Итого сложность дисциплины	1,39	1	Итого сложность дисциплины	1,71	1	Итого сложность дисциплины	1,65	1
Уд. вес дисц. по уровню сложности	0,29			0,36			0,35	

Распределение часов по дисциплинам (столбец 2, табл. 5) происходит аналогично распределению часов по темам внутри одной дисциплины (см. табл. 3):

Дисциплина 1: $216 \times 0,29 = 63$;

Дисциплина 2: $216 \times 0,36 = 78$;

Дисциплина 3: $216 \times 0,35 = 75$;

Однако, как уже было отмечено, в современных стандартах критерием соответствия содержания дисциплины последнему являются компетенции [4]. Компетенции в

стандартах гуманитарных дисциплин, в частности – экономических, сформулированы весьма расплывчато, т.е. каждая из них может быть применена по «факту» к любому разделу любой дисциплины.

Таблица 5

Распределение часов по дисциплинам согласно уровню сложности

Объем аудиторной нагрузки на три дисциплины, час	Итого
1	2
Дисциплина 1, ауд. час.	63
Дисциплина 2, ауд. час.	78
Дисциплина 3, ауд. час.	75
Итого	216

При подходе, сформулированном во второй части статьи можно выделить более конкретные знания и умения, а также возможности освоения в весовых показателях. Эти показатели могут помочь более четко определить сформулированные в стандарте компетенции и присвоить им весовые коэффициенты.

Такой подход позволит определить вес дисциплины (и компетенций), и как следствие, может быть использован для оценки труда преподавателя эту дисциплину преподающего.

Дальнейшее определение суммы вознаграждения преподавателя и оценки его деятельности должно сопровождаться контрольным тестированием студентов, описанным в первой части и корректировкой весовых коэффициентов, «заработанных» преподавателем.

Т.е. для компетенций, сформулированных в стандарте нужно присваивать не весовые коэффициенты, а границы, в которых они могут применяться. При этом могут использоваться дополнительные общеизвестные фиксированные факторы, например, сложность освоения с точки зрения самой дисциплины. Например, наличие математических расчетов, построение экономико-математических и логических моделей, использование компьютерных программ и тому подобных факторов увеличивает вес дисциплины.

Также нужно понимать, что традиционно учебная нагрузка распределяется на аудиторную часть и промежуточный контроль. Отдельно осуществляется руководство курсовыми и выпускными работами студентов. Наибольших трудозатрат, как правило, требует проведение аудиторных занятий, тогда как разница между часами, скажем, лекционными и на проверку курсовых работ с точки зрения оплаты труда ничем не отличаются. Другими словами, можно набрать нагрузку руководством курсовыми и выпускными работами, при этом занимаясь исключительно их проверкой. Такая дифференциация преподавательской нагрузки должна рассматриваться отдельно от заявленной темы (а именно, в продолжение последней), поэтому перейдем к оценке сложности и эффективности труда преподавателей с точки зрения проведения аудиторных занятий.

3. Расчет размера заработной платы в зависимости от сложности преподаваемой дисциплины

Приведем простой пример.

На учебный год аудиторная нагрузка одного преподавателя составляет 300 часов, для простоты расчетов, состоящей из 3-х дисциплин по 100 часов на каждую дисциплину. Сравним уровень сложности преподавания дисциплин относительно нескольких преподавателей и попробуем рассчитать базовую заработную плату с точки зрения сложности выполняемых операций, т.е. читаемых дисциплин (следует отметить, что

такой подход распространен на промышленных предприятиях, где для каждой операции предусмотрены нормы времени и ее стоимость с точки зрения оплаты труда).

Пусть Преподаватель 1 читает дисциплины: Д₁, Д₃, Д₇

Преподаватель 2 читает дисциплины: Д₂, Д₅, Д₈

Преподаватель 3 читает дисциплины: Д₄, Д₆, Д₉

Предположим, что базовая ставка оплаты одного часа читаемой преподавателем дисциплины – 250 рублей.

Согласно алгоритму, представленному выше, сложность читаемых дисциплин сведена в таблицу 6.

Таблица 6

Расчет размера заработной платы согласно уровню сложности читаемой дисциплины

Дисциплины	Количество часов по учебному плану, ч	Коэффициент сложности дисциплины	Удельный вес дисциплины по уровню сложности	Распределение часов по дисциплинам согласно уровню сложности, ч	Размер заработной платы согласно количеству часов учебного плана	Размер заработной платы согласно уровню сложности читаемой дисциплины
1	2	3	4	5	6	7
Д ₁	100	1,39	0,1083	97	25 000,00р.	24 357,48 р.
Д ₂	100	1,71	0,1332	120	25 000,00р.	29 964,95 р.
Д ₃	100	1,65	0,1285	116	25 000,00р.	28 913,55 р.
Д ₄	100	1,26	0,0981	88	25 000,00р.	22 079,44 р.
Д ₅	100	2,06	0,1604	144	25 000,00р.	36 098,13 р.
Д ₆	100	1,10	0,0857	77	25 000,00р.	19 275,70 р.
Д ₇	100	0,90	0,0701	63	25 000,00 р.	15 771,03 р.
Д ₈	100	1,45	0,1129	102	25 000,00 р.	25 408,88 р.
Д ₉	100	1,32	0,1028	93	25 000,00 р.	23 130,84 р.
Итого	900	12,84	1,0000	900	225 000,00 р.	225 000,00 р.

Часы по дисциплинам согласно уровню сложности, будут распределяться так (столбец 5, табл. 6):

Дисциплина 1 = 900 часов × 0,1083 = 97 часов;

Дисциплина 2 = 900 часов × 0,1332 = 120 часов;

Дисциплина 3 = 900 часов × 0,1285 = 116 часов и т.д.

Размер заработной платы согласно уровню сложности читаемой дисциплины (столбец 7, табл. 6) рассчитаем следующим образом:

Дисциплина 1 = 225 000 × 0,1083 = 24 357,48 р.;

Дисциплина 2 = 225 000 × 0,1332 = 29 964,95 р.;

Дисциплина 3 = 225 000 × 0,1285 = 28 913,55 р. и т.д.

Расчет размера заработной платы по каждому преподавателю представлен в табл. 7.

4. Расчет коэффициента производительности труда.

Расчет коэффициента производительности труда проведем на примере дисциплин с самым низким и самым высоким уровнем сложности. В нашем примере это дисциплины 7 и 5. Удельный вес дисциплин по уровню их сложности соответственно равны 0,0701 и 0,1604 (табл. 6). Предположим, что в группе 20 обучающихся. В зависимости от количества студентов, сдавших экзамен на «хор» и «отлично», т.е. успешно освоивших данную дисциплину, рассчитан их удельный вес. Коэффициент производительности труда получаем при умножении удельного веса, студентов, успешно сдавших экзамен на удельный вес дисциплины по уровню сложности.

Таблица 7

Размер заработной платы

	Традиционный формат	Предложенный формат
Преподаватель 1	75 000 р.	69 042,06 р.
Преподаватель 2	75 000 р.	91 471,96 р.
Преподаватель 3	75 000 р.	64 485,98 р.
Итого	225 000,00 р.	225 000,00 р.

Таблица 8

**Расчет коэффициента производительности труда и уровня заработной платы
 в зависимости числа студентов, успешно освоивших дисциплину**

Количество студентов, сдавших экзамен на «хор» и «отл» по данной дисциплине, чел.	Удельный вес студентов, сдавших экзамен на «хор» и «отл»	Коэффициент производительности труда	Размер заработной платы
1	2	3	4
D ₇ (уровень сложности 0,0701)			
20	1,00	0,0701	15 772,50 р.
15	0,75	0,0526	11 829,38 р.
10	0,50	0,0351	7 886,25 р.
5	0,25	0,0175	3 943,13 р.
Всего 20 чел.	-	-	-
D ₅ (уровень сложности 0,1604)			
20	1,00	0,1604	36 090,00 р.
15	0,75	0,1203	27 067,50 р.
10	0,50	0,0802	18 045,00 р.
5	0,25	0,0401	9 022,50 р.
Всего 20 чел.	-	-	-

Коэффициент производительности труда (столбец 3, табл. 8) рассчитаем как произведение удельного веса дисциплины по уровню сложности и удельного веса студентов, сдавших экзамен на «хор» и «отл», например, по Дисциплине 7:

1. При условии, что экзамен успешно сдадут 100% студентов, коэффициент производительности труда = $0,0701 \times 1,00 = 0,0701$;

2. При условии, что экзамен сдадут 15 студентов из 20-и (75%), коэффициент производительности труда = $0,0701 \times 0,75 = 0,0526$;

3. При условии, что экзамен сдадут 10 студентов из 20-и (50%), коэффициент производительности труда = $0,0701 \times 0,50 = 0,0351$;

4. При условии, что экзамен сдадут 5 студентов из 20-и (25%), коэффициент производительности труда = $0,0701 \times 0,25 = 0,0175$;

Размер заработной платы (столбец 4, табл.8) рассчитывается как:

1. $225\ 000 \times 0,0701 = 15\ 772,50$ р.;

2. $225\ 000 \times 0,0526 = 11\ 829,38$ р.;

3. $225\ 000 \times 0,0351 = 7\ 886,25$ р.;

4. $225\ 000 \times 0,0175 = 3\ 943,13$ р.

По Дисциплине 5 расчет будет аналогичный. При этом сумма коэффициентов производительности труда (таблица 8) для 100% успешно сдавших все дисциплины студентов, для всех уровней сложности равна 1. То есть соответствует сумме фонда оплаты труда (225 000 р.). При производительности, меньшей 1, высвобождаются

средства, которые могут быть перераспределены, как премиальный фонд также пропорционально производительности труда.

Расчет показал, что чем больше студентов усвоило дисциплину, тем выше коэффициент производительности труда, следовательно, и уровень заработной платы, что также подтверждается расчетами.

Для дисциплины Д₇ с минимальным уровнем сложности (0,0701) максимальный уровень заработной платы при условии, что все студенты (100%) в группе из 20-и человек сдали экзамен на «хор» и «отл» составляет 15 772,50 р.

При снижении уровня освоения дисциплины (количество студентов, сдавших экзамен на «хор» и «отл» снижается), снижается и коэффициент производительности труда. Т.е. если из группы в 20 чел. количество сдадут экзамен на «хор» и «отл» – 5 чел. (25%), коэффициент производительности труда (0,0701) и уровень заработной платы (3 943,13 р.) будут самые низкие.

У дисциплины Д₅, уровень сложности которой самый высокий, наблюдается такая же картина. И даже если уровень освоения более сложной к восприятию дисциплины Д₅ и менее сложной дисциплины Д₇ одинаков, например 25% (или 5 чел., получивших высокий балл), тем не менее производительность труда и размер заработной платы у преподавателя, читающего дисциплину с более высоким уровнем сложности будут выше, чем у преподавателя, чья дисциплина является наименее сложной к восприятию.

Таким образом, коэффициент производительности труда является качественным критерием оценки эффективности работы преподавателя. Чем выше уровень освоения дисциплины студентами (большой удельный вес сдавших экзамен на «хор» и «отл»), тем выше производительность труда и уровень заработной платы и наоборот.

Предложенная концепция обладает набором организационных проблем, основную часть которых возможно решить только централизованным путем. Т.е. в виде рекомендаций и методик к стандартам Министерства образования РФ.

В настоящее время в соответствии с Указом Президента РФ № 597 [2] в РФ происходит поэтапное совершенствование системы оплаты труда работников бюджетной сферы – внедрение так называемых эффективных контрактов, которые предусматривают повышение оплаты при достижении преподавателем конкретных показателей качества и количества оказываемых услуг.

К сожалению, текущая практика показывает, что такой контракт в ряде вузов (в частности) Нижнего Новгорода (а может и в большинстве вузов России) не учитывает эффективность участия конкретного преподавателя в учебном процессе. Зачастую, такой контракт представляет собой набор невнятных показателей, под которые можно «подогнать» эффективность работы самого составителя «эффективного контракта», то есть работодателя.

Также существует проблема различного рода приписок: массовых публикаций в изданиях, никому не известных и, поэтому, не представляющих никакой научной ценности; самоцитированиях и тому подобных уловках.

Следовательно, эффективность труда преподавателей в первую очередь необходимо дифференцировать по направлениям «учебный процесс» и «наука».

Сама по себе такая дифференциация представляет собой довольно сложную задачу, заключающуюся в сочетании педагогической и научной деятельности в рамках тех требований, которые устанавливают лица, которые плохо представляют специфику описываемых проблем.

Авторы считают, что основной задачей является мотивация профессорско-преподавательского состава с точки зрения внедрения современных методик в учебный процесс и публикаций результатов внедрений таких инноваций, имеющих под собой конкретное обоснование и эффект, выраженный в балльной оценке усвоения и возможности дальнейшего применения на практике компетенций, полученных студентами.

Таким образом, данную схему можно включить в методику «эффективного контракта» с преподавателем наряду с такими показателями, как количество публикаций

в различных изданиях, индекс научного цитирования, повышение квалификации, стажировки и т.д. При этом будет определена эффективность большей части трудовой деятельности преподавателя, что является новым подходом к мотивации труда педагогических работников.

В заключении отметим, что предложенное направление дифференциации оплаты труда ППС позволит выйти на более качественный уровень преподавания дисциплин учебного плана, что мотивируется объективной оценкой сложности преподаваемых дисциплин.

Список литературы:

- [1] Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015).
- [2] Приказ Минтруда РФ от 26.04.2013 № 167 «Об утверждении рекомендаций по оформлению трудовых отношений с работником государственного (муниципального) учреждения при введении эффективного контракта».
- [3] Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2012 г. № 2190-р «О программе поэтапного совершенствования системы оплаты труда в государственных (муниципальных) учреждениях на 2012–2018 гг.».
- [4] Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1/8>.

THE METHOD OF ANALYSIS OF PRODUCTIVITY OF HIGH SCHOOL TEACHERS

P.S. Salmin, N.A. Salmina

Key words: productivity, time distribution, topic and discipline, the significance coefficients of the discipline, an integral indicator of the complexity of the discipline, remuneration of the teacher.

The article considers the problem of determining productivity in the field of education. The article aims to evaluate the effectiveness of creative work. The accuracy of expert evaluations of employee education and the manufactured product is ensured by the measuring procedures (the calculation of the significance of the topic (discipline), the integral indicator of the complexity of the subject (discipline)). It is further proposed a method of calculating the amount of credits allocated to the discipline and the total number of hours attributable to this discipline.

Статья поступила в редакцию 10.01.2017 г.

УДК 336.226.11

*А.В. Телегус, кандидат экономических наук, доцент,
ФГБОУ ДПО «Приволжский институт повышения квалификации ФНС России»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Грузинская, 48.*

ПОНЯТИЕ «НАЛОГОВЫЙ РЕЗИДЕНТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ» ДЛЯ ЛИЦ, ПЛАВАЮЩИХ НА СУДАХ ПОД ГОСУДАРСТВЕННЫМ ФЛАГОМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: налог на доходы физических лиц, налоговый резидент РФ, налоговые вычеты.

Члены экипажей судов, плавающих по Государственным флагам РФ, получают доходы от трудовой деятельности, которые облагаются по ставке, установленной п. 3 ст. 224 НК РФ в размере 13%. В статье критически анализируется возможность признания указанных лиц налоговыми резидентами РФ и получения ими налоговых вычетов по налогу на доходы физических лиц.

Одним из ключевых вопросов, возникающих в процессе налогообложения доходов физических лиц, является использование налоговых ставок по налогу на доходы физических лиц (далее – НДФЛ), дифференцированных Налоговым кодексом Российской Федерации [1] (далее – НК РФ) в зависимости от налогового статуса налогоплательщика. В частности, п. 3 ст. 224 НК РФ определено, что налоговая ставка устанавливается в размере 30% в отношении всех доходов, получаемых физическими лицами, не являющимися налоговыми резидентами РФ, за исключением доходов, получаемых от исполнения трудовых обязанностей членами экипажей судов, плавающих под Государственным флагом РФ, в отношении которых налоговая ставка устанавливается в размере 13%.

При этом для налогообложения доходов налоговых резидентов РФ используется налоговая ставка в размере 13%, установленная п. 1 ст. 224 НК РФ.

Несмотря на кажущуюся тождественность величины используемых ставок между ними имеется весьма существенное различие: если налогоплательщик является налоговым резидентом РФ, то он имеет право претендовать на различного рода вычеты, предусмотренные ст. 218–221 НК РФ (п. 3 ст. 210 НК РФ); если же налогоплательщик не имеет статус налогового резидента РФ, то при налогообложении его доходов налоговая база на суммы указанных вычетов не уменьшается, что автоматически влечет за собой увеличение его налогового бремени.

Понятие «налоговый резидент РФ» установлено п. 2 ст. 207 НК РФ, согласно которому налоговыми резидентами признаются физические лица, фактически находящиеся в РФ не менее 183 календарных дней в течение 12 следующих подряд месяцев. Период нахождения физического лица в Российской Федерации не прерывается на периоды его выезда за пределы территории Российской Федерации для краткосрочного (менее шести месяцев) лечения или обучения, а также для исполнения трудовых или иных обязанностей, связанных с выполнением работ (оказанием услуг) на морских месторождениях углеводородного сырья.

Таким образом, от правильного определения места нахождения членов экипажей судов – на территории России или вне её – напрямую зависит соответствующий правовой статус налогоплательщика – физического лица.

Для уяснения содержания термина «территория РФ» необходимо обратиться к п. 2 ст. 11 НК РФ, в котором определено следующее: территория РФ и иные территории, находящиеся под ее юрисдикцией, – территория РФ, а также территории искусственных островов, установок и сооружений, над которыми РФ осуществляет юрисдикцию в соответствии с законодательством РФ и нормами международного права.

Из названного определения, сформулированного законодателем весьма расплывчато, усматривается градация на две структурные терминологические единицы:

- 1) территория РФ, которой и является территория РФ;
- 2) иные территории, находящиеся под юрисдикцией РФ (в частности, к ним НК РФ относит различного рода специальные сооружения).

Как видно, НК РФ не дает четкого ответа на вопрос о том, что же фактически подразумевается под территорией РФ?

В данном случае уместно обратиться к п. 1 ст. 11 НК РФ, в силу которого институты, понятия и термины гражданского, семейного и других отраслей законодательства РФ, используемые в НК РФ, применяются в том значении, в каком они исполь-

зуются в этих отраслях законодательства. Соответственно, если какое-либо терминологическое понятие не оговорено нормами налогового права, надлежит обратиться к положениям отраслевого законодательства, в которых названное понятие используется. Правомочность такого подхода подтверждается позицией главных судебных инстанций страны (п. 2 Определения Конституционного Суда РФ от 18.01.2005 № 24-О, п. 8 Постановления Пленума Верховного Суда РФ и Пленума Высшего Арбитражного Суда РФ от 11.06.1999).

Существует позиция, согласно которой судно, плавающее под Государственным флагом РФ, является, по сути, территорией РФ (вне зависимости от его местонахождения в водах мирового океана). Основана она на п. 1 ст. 17 Кодекса торгового мореплавания РФ [2] (далее – КТМ), определяющего т.н. понятие «национальности судна». Дефиниция указанной статьи позволяет констатировать, что национальность России присуща судну, плавающему под Государственным флагом РФ.

Данная точка зрения следует из постановления АС Дальневосточного округа от 03.12.2014 № Ф03-5225/2014 по делу № А59-916/2014¹. Также в качестве примера привести и постановление ФАС Северо-Кавказского округа от 30.06.2014 по делу №А32-27087/2012, в котором указано, что в соответствии со ст. 17 КТМ РФ, п. 1 ст. 94 Конвенции ООН по морскому праву [3] (далее – КМП) территория иностранного судна является территорией иностранного государства, под флагом которого оно ходит.

Исходя из такого правового подхода, лица, находящиеся на судне, плавающем под флагом российского государства, являются налоговыми резидентами РФ, а следовательно, они вправе претендовать на получение налоговых вычетов, установленных ст. 218–221 НК РФ.

Однако, на наш взгляд, данный подход является поверхностным, не учитывающим ни нормы налогового права, ни нормы морского законодательства, основанным на смешении терминов «территория РФ» и «национальность РФ», что само по себе приводит в конечном итоге к выхолащиванию правового содержания термина «налоговый резидент», установленного НК РФ.

Анализируя положения п. 1 ст. 17 КТМ обратимся к мнению Г.Г. Иванова [4], отмечающего, что данная норма основана на ст. 91 КМП, согласно которой суда имеют национальность того государства, под флагом которого они имеют право плавать. Судно должно плавать под флагом только одного государства и не может переменить свой флаг во время плавания или стоянки при заходе в порт, кроме случаев действительного перехода права собственности или изменения регистрации (ст. 92 КМП).

Между судном и государством должна существовать реальная связь, которая означает, что государство флага эффективно осуществляет в административных, технических и социальных вопросах свою юрисдикцию и контроль над судами. Соответственно, государственный суверенитет в открытом море проявляется в форме юрисдикции государства в отношении судов, плавающих под его флагом. Суда, плавающие под флагом определенного государства, имеют его «национальность» (ст. 91 КМП), а в открытом море подчиняются его исключительной юрисдикции (ст. 92 КМП) [5].

Однако названные правовые акты не определяют наличие национальности судна как автоматическое наличие его территориальности, не следует данный подход и из положений нормативно-правовых актов в области налогообложения.

Следует иметь в виду, что территория Российской Федерации включает в себя территории ее субъектов, внутренние воды и территориальное море, воздушное пространство над ними (п. 1 ст. 67 Конституции РФ). Названный перечень является исчерпывающим, а суда, плавающие под Государственным флагом РФ, в нём не значатся, следовательно, они вне нахождения на территории РФ, не могут отождествляться с ней.

¹ См. также постановления Пятнадцатого арбитражного апелляционного суда от 13.10.2014 № 15АП-15414/2014, от 07.10.2014 № 15АП-14528/2014 от 11.05.2014 № 15АП-5399/2014 от 21.06.2013 по делу № А32-20880/2012.

А.В. Телегус

Понятие «налоговый резидент российской федерации» для лиц, плавающих на судах под ...

Исходя из положений ст. 1, 3 Федерального закона от 31.05.2002 № 62-ФЗ «О гражданстве Российской Федерации» четко следует, что территория РФ ограничивается её государственной границей, линией, в т.ч. проходящей по водам и определяющей рубежные точки государственной территории страны, то есть пространственный предел действия государственного суверенитета РФ.

В соответствии с п. 2 ст. 5 Закона № 4730-1, по общему правилу, прохождение Государственной границы производится как на суше, так и на море, в т.ч. во внутренних морских водах.

Учитывая изложенное, следует констатировать, что палуба судна, носящего флаг РФ, находящегося за пределами территориальных вод РФ, территорией РФ не является (данный вывод подтверждает позиция ФАС Северо-Западного округа, изложенная в постановлении от 14.07.2005 № А56-23251/04).

Следовательно, лица, находившиеся на борту соответствующего судна, плавающего за пределами РФ, не могут считаться лицами, находившимися на её территории, что влечет для них при невыполнении требований п. 2 ст. 207 НК РФ утрату статуса «налогового резидента РФ» и невозможность получения налоговых вычетов по НДС/Л. Полагаем, решать указанную проблему надлежит исключительно в законодательном порядке, путем внесения соответствующих изменений непосредственно в налоговое законодательство.

Список литературы:

- [1] Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 03.07.2016).
- [2] Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации от 30.04.1999 № 81-ФЗ.
- [3] Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву (UNCLOS) (заключена в г. Монтего-Бее 10.12.1982) (с изм. от 23.07.1994).
- [4] Иванов Г.Г. Правовое регулирование морского судоходства в Российской Федерации. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Морские вести России, 2009. – 496 с.
- [5] Международное право = *Völkerrecht* / Вольфганг Граф Витцтум, М. Боте, Р. Дольцер и др.; пер. с нем. Т. Бекназара, А. Насыровой, Н. Спица; науч. ред. Т.Ф. Яковлева; пред., сост. В. Бергманн. М.: Инфотропик Медиа, 2011. Серия «Германская юридическая литература: современный подход». Кн. 2. – 992 с.

THE CONCEPT OF «TAX RESIDENT OF THE RUSSIAN FEDERATION» FOR THE PERSONS SAILING UNDER THE STATE FLAG OF RUSSIAN FEDERATION

A.V. Telegus

Keywords: the tax to incomes of physical persons, tax resident of the Russian Federation, tax deductions

Members of crew of vessels sailing under the State flag of the Russian Federation receive income from employment that are taxed at the rate established in section 3 of article 224 of the tax code at the rate of 13%. The article critically analyzes the possibility of recognition of the specified persons tax residents of the Russian Federation and obtaining tax deductions under the tax to incomes of physical persons.

Статья поступила в редакцию 27.09.2016 г.

Раздел VI

***Экономика, логистика и управление
на транспорте***



Section VI

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



УДК 656.62:658.012

*Е.Н. Дворникова, соискатель, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ В США И РФ

Ключевые слова: лицензия, лицензирование, виды деятельности, водный транспорт, США.

В статье рассматривается зарубежный и российский опыт лицензирования отдельных видов деятельности на водном транспорте. На основе анализа выявлены сходства и различия установления разрешительного порядка отдельных видов деятельности в данной отрасли.

Особую роль в хозяйственной деятельности общества играет транспорт. В то же время использование транспортных средств для удовлетворения потребностей физических и юридических лиц представляет серьезные опасности как для человека, имущества, так и для окружающей среды. В целях минимизации рисков каждое государство имеет разветвленную систему воздействия на осуществление транспортных процессов. Как указывается в научной литературе, «во всем мире транспортная сфера экономики – наиболее управляемая и регулируемая государством, поскольку затрагивает безопасность государства и отражается на жизнедеятельности всего общества и каждого человека» [1]. Деятельность транспортных организаций, обслуживающих экономику государства, является приоритетным направлением решения государственных задач во всем мире. При создании или совершенствовании механизма регулирования и контроля указанной деятельности следует изучать и использовать положительный зарубежный опыт. Рассмотрим организационно-экономические аспекты регулирования деятельности водного транспорта в Соединенных Штатах Америки.

В США водный транспорт играет важную роль не только внутри государства, но и во внешнеэкономических отношениях страны, поэтому необходимым инструментом является централизованное управление отрасли. Основным органом федерального управления деятельности транспорта является Министерство транспорта. Помимо министерства транспорта, регулирование деятельности транспортного комплекса и его отраслей осуществляется специализированными комиссиями. В США существует специальный орган государственного надзора за соблюдением законодательства о международном судоходстве и регулировании деятельности линейных судоходных компаний и фрахтовых конференций во внешнеторговых перевозках США – Федеральная морская комиссия [2].

Федеральная Морская Комиссия (ФМС) является независимым федеральным агентством, базируемым в Вашингтоне (округ Колумбия), ответственным за регулирование транспортировки грузов во внешней торговле США. Федеральная Морская Комиссия установлена как независимый контролирующий орган Планом № 7 Перестройки от 12 августа 1961 года. В соответствии с указанным планом судоходные законы США теперь разделены на две категории: регулирующие и содействующие. На ФМС возложены функции по регулированию деятельности водного транспорта на основании положений судоходных законов, в то время как содействующая роль отводится Министерству транспорта США. Ранее, до 12 августа 1961 года, регулирование данной отрасли осуществлялось Морским Советом Соединенных Штатов и Торговым флотом Соединенных Штатов.

В структуре ФМС находится Бюро сертификации и лицензирования. Бюро является ответственным за сертификацию услуг при перевозке пассажиров водным транспортом, а также за лицензирование и регулирование деятельности общественных перевозчиков – несудовладельцев [3] и посредников транспортировки в США, среди них – грузовые экспедиторы, которые делают заказы и обрабатывают документы для грузоотправителя, и «несудоходные транспортные компании», которые действуют как торговые посредники «морского пространства» на судах судоходных линий.

Лицензирование и сертификация в США осуществляются в соответствии с положениями Закона о судоходстве 1984 года.

В Российской Федерации лицензирование отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте регулируется Федеральным законом от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (далее Закон о лицензировании) и принятыми в соответствии с ним подзаконными актами, при этом на Правительство Российской Федерации возложены полномочия в области лицензирования отдельных видов деятельности.

К данным полномочиям относятся:

- определение и утверждение перечня федеральных органов исполнительной власти, которые непосредственно должны осуществлять лицензирование видов деятельности, включенных законом в перечень лицензируемых;
- утверждение положений о лицензировании конкретных видов деятельности и принятие нормативных правовых актов по вопросам лицензирования;
- утверждение порядка лицензирования, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования;
- утверждение типовой формы лицензии;
- утверждение порядка проведения мониторинга лицензирования, подготовки и представления ежегодных докладов о лицензировании.

На морском и внутреннем водном транспорте государственным органом, осуществляющим лицензирование отдельных видов деятельности, является Федеральная служба по надзору в сфере транспорта.

Федеральная служба по надзору в сфере транспорта находится в ведении Министерства транспорта Российской Федерации и осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы. В Российской Федерации действует тринадцать управлений государственного морского и речного надзора. Законом о лицензировании определен перечень видов предпринимательской деятельности, на осуществление которых требуется лицензия. На морском и речном транспорте лицензия должна быть получена на следующие виды деятельности: перевозка пассажиров, опасных грузов, перегрузочные работы в портах с такими грузами и буксировка морским транспортом (за исключением случаев, когда буксировка осуществляется для собственных нужд хозяйствующего субъекта).

В отличие от США транспортно-экспедиторская деятельность в РФ лицензированию не подлежит.

В США, как и в РФ, лицензия выдается хозяйствующим субъектам.

Рассмотрим порядок получения лицензии в США и РФ. Так, в США при получении лицензии лицензиат подает заявление в Бюро по определенной форме с предоставлением необходимых документов. Индивидуальный предприниматель предоставляет «бизнес-лицензию» и водительские права; корпорация – учредительный договор, «сертификат хорошего состояния при партнерстве», соглашение о партнерстве, корпоративный протокол или решение о назначении ответственного лица.

При подаче заявления на получение лицензии необходимо заплатить регистрационный сбор. За получение лицензии такой сбор составляет 825\$, за переоформление лицензии – 525\$.

Уведомления о подаче заявления публикуются на сайте ФМС.

В заявлении должно быть указано наименование и адрес заявителя. Если заявителем является корпорация или партнерство, то указываются имена сотрудников или партнеров, которые впоследствии могут быть опубликованы на сайте. Если заявителем является общество с ограниченной ответственностью, то необходимо указать имена руководителей или должностных лиц. Лицо, которое подает заявку в качестве индивидуального предпринимателя, должно заполнить следующий сертификат: «Я, (имя), удостоверяю под страхом наказания за лжесвидетельство по законам Соединенных Штатов, что не был осужден после 1 сентября 1989 за любое Федеральное или государственное преступление, связанное с распределением или хранением контролируемых веществ, если я был осужден, то не вправе претендовать на получение федеральных льгот». Любые сведения, которые считаются ФМС неточными или неполными и не соответствуют лицензионным требованиям закона или положениям комиссии, могут быть отклонены. Заявителю направляется уведомление с объяснением причин отказа, в этом случае регистрационный сбор подлежит возврату. Лица, получившие уведомление, в любое время могут подать новое заявление, с предоставлением необходимой информации и документов. В случае если заявитель не предоставит необходимую информацию и документы, необходимые для завершения обработки его заявления, в его адрес будет направлено уведомление об ограничении сроков рассмотрения заявления. Отказ заявителя в предоставлении необходимой информации и документов в установленные сроки, приведет к закрытию его заявления без дальнейшей обработки. В данном случае регистрационный сбор не подлежит возврату.

При получении лицензии необходимым условием является предоставление документов, подтверждающих «финансовую ответственность» (состояние) лицензиата. Суммой подтверждения для лиц, осуществляющих морскую транспортно-экспедиторскую деятельность, является сумма в размере 50 000\$ и 75 000\$ – для общественных перевозчиков. Каждый лицензиат должен иметь хорошую репутацию и не менее трех лет опыта работы в сфере услуг, связанных с морской перевозкой.

О любом изменении сведений, указанных в заявлении, лицензиат обязан сообщить в комиссию в течение 30 дней со времени, когда ему стало известно о таком изменении. В том числе, лицензиат должен подать сведения об изменении в сторону ухудшения его финансового состояния, в этом случае лицензия будет аннулирована [4].

В России более подробную регламентацию деятельности по лицензированию содержат нормы подзаконных актов. Так, 06 марта 2012 года было принято постановление Правительства РФ «О лицензировании отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте» и утверждены соответствующие положения. Положения о лицензировании определяют порядок лицензирования отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте, осуществляемой юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями. Детализация порядка лицензирования и предоставления государственной услуги по лицензированию деятельности осуществляется Административными регламентами, утвержденными Федеральной службой по надзору в сфере транспорта.

Административные регламенты определяют сроки и последовательность административных процедур (действий) при предоставлении государственной услуги по лицензированию отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте.

Основным полномочием лицензирующих органов является предоставление лицензии. Данное полномочие включает в себя ряд действий. Для получения лицензии соискатель лицензии представляет в лицензирующий орган заявление по установленной форме и необходимые документы для получения лицензии. Лицензирующий орган проверяет полноту и достоверность сведений о соискателе лицензии и в результате принимает решение о предоставлении лицензии или об отказе в ее предоставлении. Полномочие по предоставлению лицензии является одним из наиболее значимых, поскольку оно является основанием для возникновения лицензионных правоотноше-

ний в целом и, соответственно, влечет за собой реализацию всех других полномочий. Государственная пошлина за получение лицензии составляет 7 500 рублей.

Полномочия по переоформлению лицензий включают в себя тот же набор действий, что и при предоставлении лицензии, однако по отношению к последнему имеют вторичный характер, в связи с чем возникает еще одно действие по внесению изменений в реестр лицензий. Государственная пошлина за переоформления лицензии, в соответствии с НК РФ составляет 3 500 рублей.

Лицензирующие органы ведут реестры лицензий, занося в них все необходимые сведения о процессе лицензирования отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте. Сведения, содержащиеся в реестрах, являются открытыми. Лицензирующие органы обеспечивают доступ к данным сведениям. Вся необходимая информация о выданных лицензиях содержится на сайте Ространснадзора, что облегчает полномочия по контролю за соблюдением лицензиатами лицензионных требований в области морского и внутреннего водного транспорта, а также информирование и защита прав потребителей транспортных услуг.

Таким образом, В США огромное значение при выдаче лицензии уделяется финансовому состоянию хозяйствующего субъекта, желающего получить лицензию. Тем самым проверяется «финансовая» ответственность лицензиата, т.е. сможет ли он покрыть те убытки, которые будут причинены при осуществлении им транспортной деятельности.

Приведенный сравнительный анализ российского и американского опыта лицензирования отдельных видов деятельности и на основании рассмотрения основных положений закона о судоходстве США и закона о лицензировании РФ, можно сделать вывод, что в США и в России государственные органы принимают активное участие в регулировании деятельности водного транспорта, и эффективным способом воздействия со стороны государства на хозяйствующих субъектов, осуществляющих транспортную деятельность, является разрешительный порядок – лицензирование, установленное законодательными актами. Отличием лицензирования в рассматриваемых государствах являются требования, предъявляемые к лицензиатам. Так, например, в качестве основных цензов для лицензирования в США выступает финансовое состояние и хорошая репутация лицензиата, которые установлены с целью недопущения на рынок транспортных услуг недобросовестных исполнителей по оказанию транспортных услуг. В Российской Федерации финансовому состоянию лицензиата не отводится столь значительная роль для получения лицензии. Считаем, что в настоящее время назрела необходимость внесения изменений в Закон о лицензировании в части установления дополнительных требований к соискателям лицензии на осуществление деятельности на водном транспорте, касающихся их финансового состояния и деловой репутации с учетом действующей правовой системы РФ.

Список литературы:

- [1] Костров В.Н. Государственное регулирование на транспорте: учеб. пособие для вузов / В.Н. Костров, А.А. Локтев, А.И. Телегин, М.А. Государев; под общей ред. проф., д.э.н. В.Н. Кострова, проф., д.т.н. А.И. Телегина. – изд. 3-е, испр. и доп. – Н. Новгород: Изд-во Волго-Вятской академии гос. службы, 2007. – 464 с.
- [2] Зарубежный опыт формирования административно-правового статуса органов, обеспечивающих контроль и надзор за деятельностью в морских портах, и возможность его использования в российских условиях (Скутина А.В.) // СПС Консультант плюс («Международное публичное и частное право», 2011, № 4).
- [3] Транспортно-экспедиторские услуги при международной перевозке грузов (Кокин А.С., Левиков Г.А.) // СПС Консультант плюс («Инфотропик Медиа», 2011).
- [4] Federal Maritime Commission. – Режим доступа: <http://www.fmc.gov>.
- [5] Постановление Правительства РФ от 06.03.2012 N 193 (ред. от 10.08.2016) «О лицензировании отдельных видов деятельности на морском и внутреннем водном транспорте» // СПС Консультант плюс.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF LICENSING CERTAIN TYPES OF ACTIVITIES IN WATER TRANSPORT IN THE UNITED STATES AND THE RUSSIAN FEDERATION

E.N. Dvornikova

Key words: *license, licensing, types of activities, water transport, the USA.*

The article considers foreign and Russian experience of licensing certain types of activities in water transport. On the basis of the analysis the author revealed similarities and differences in establishment a permitting procedure of certain activities in this industry.

Статья поступила в редакцию 22.09.2016 г.

УДК 627.215.2:656.028

*Е.С. Жендарева, к. э. н., доцент, ФГБОУ ВО «СГУВТ»
630099, г. Новосибирск, ул. Шетинкина, 33*

РЕЧНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ КАК ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТРАНСПОРТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Ключевые слова: *речной транспорт, транспортная инфраструктура, нерудные строительные материалы, добыча, производственно-транспортный комплекс.*

Представлена комплексная оценка экономической эффективности организации производственно-транспортных процессов в составе комплекса по добыче и доставке нерудных строительных материалов потребителям с учётом факторов риска и специфики хозяйственной деятельности предприятий.

В транспортной системе Западной Сибири внутренний водный транспорт выполняет связующую функцию, реализованную на базе инфраструктуры речных портов. Крупные реки подходят к главным транспортнообразующим городам региона – Новосибирску, Томску, Кемерово, Омску, Тюмени, Сургуту. Сейчас речные предприятия региона ориентированы на перевозки массовых грузов, как правило не требующих срочной доставки. Доля щебня и песка в структуре перевозок составляет около 50% и 35% соответственно. Для региона характерны безальтернативность сложившихся транспортных схем, ограниченная взаимозаменяемость видов транспорта и путей сообщения.

Добыча и доставка нерудных строительных материалов (НСМ) в настоящее время является важным направлением эксплуатационной деятельности и источником формирования доходов многих речных портов. В этой связи первостепенное значение приобретают задачи повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности портов при добыче и доставке НСМ потребителям. Их решение может быть осуществлено в рамках речных производственно-транспортных комплексов (РПТК) путём оптимизации производственных и транспортных процессов, а также рационального использования имеющихся ресурсов.

Производственные процессы на транспорте имеют свою специфику использования трудовых, энергетических и информационных ресурсов, средств и предметов труда для достижения поставленных целей в обслуживании экономики и социальной сферы. Это имеет место и при добыче и доставке НСМ, где отмечается динамичность

процессов и вероятностный характер изменения событий во времени и в пространстве [1].

Организация производственно-транспортных процессов добычи и доставки НСМ характеризуется разнообразием русловых карьеров и условий их освоения, отсутствием возможности сформировать единый общероссийский рынок. В границах Обского и Обь-Иртышского речных бассейнов русловая добыча строительного песка осуществляется во всех субъектах, за исключением Ямало-Ненецкого АО. Межобластные перевозки песка развиты слабо, т.к. потребности в данном материале удовлетворяются преимущественно за счёт собственных производителей.

Территориальная организация производства и потребления различных видов щебня в регионе имеет особенности. Наибольшее количество карьеров щебня сосредоточено в Кемеровской, Новосибирской и Томской областях, Алтайском крае. Речной щебень производит одно крупное предприятие Обь-Иртышского бассейна – АО «Томская судоходная компания». Потребности экономики Омской и Тюменской областей, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого АО, удовлетворяются преимущественно внутрибассейновыми поставками, в которых речной транспорт играет весомую роль.

Первопричиной локализации рынков добычи и производства НСМ являются высокие затраты на их транспортировку. Поэтому добыча и производство НСМ в основном приурочены к местам их потребления – крупным индустриальным центрам – Новосибирску, Кемерово, Омску, Томску и др., а также районам разработки нефтегазовых месторождений ХМАО и ЯНАО.

Предпосылками дальнейшего роста рынка НСМ являются увеличение темпов жилищного и дорожного строительства в регионе. При этом рост потребления НСМ требует не только дальнейшего развития местной минерально-сырьевой базы, но и совершенствования производственных и транспортных процессов при освоении разрабатываемых месторождений.

В структуре потребительской стоимости НСМ доминируют транспортные издержки. Одним из путей их снижения может быть оптимизация производственных и транспортных процессов в составе специализированных комплексов. При этом производственный процесс НСМ включает непосредственно добычу и обогащение (фракционирование, дробление, сортировка), а транспортный – погрузку, перевозку и выгрузку на причалах судоходных предприятий и клиентуры.

Проблемы субъектов речного транспорта, занятых в сфере добычи, производства и транспортировки НСМ в регионе:

- значительный моральный и физический износ основных фондов предприятий (техническое состояние на уровне 70-х гг. XX века);
- снижение производительности труда, связанное, прежде всего, с нерациональной организацией добычи и переработки сырья;
- недостаточное внимание к разработке новых месторождений.

Русловая добыча НСМ является самостоятельным производственным процессом, интегрированным в транспортный. Это законченный производственный цикл, все элементы которого находятся под непосредственным контролем порта, т.к. выполняются его производительными силами. Организационная структура комплекса, сформированного на базе речного предприятия и осуществляющего добычу и транспортировку НСМ внутренним водным транспортом, включает карьеры, водные пути, склады, технические средства добычи, перевозки, перегрузки, обогащения и пр., объединённые технологией производственно-транспортного процесса.

Производственные процессы добычи НСМ речными производственно-транспортными комплексами в реальных условиях хозяйствования могут существенно различаться. С одной стороны, это связано с особенностями отдельных месторождений природного сырья (вид добываемых НСМ, глубина выемки, мощность полезного слоя, уровни воды в русле в период добычи и других факторов). С другой – данные

процессы зависят от организационно-экономических и производственных условий предприятий – наличия технических средств, трудовых и финансовых ресурсов, особенностей применяемых технологий.

Особенности функционирования РПТК по добыче и доставке НСМ исследованы на примере ООО «Судоходная компания «Сибирь» и АО «Томская судоходная компания». Результаты деятельности хозяйствующих субъектов можно выразить соотношением итоговых показателей и ресурсов, которые представлены следующим образом:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, x_{i+1}, \dots, x_n), \quad (1)$$

где Y – реальный выпуск продукции;

x_i – объёмные показатели производственных ресурсов.

Производственно-транспортный комплекс добычи и доставки НСМ, может быть представлен как открытая экономическая система, цели и задачи которой формируются и изменяются.

Модель такой системы имеет следующий вид:

$$Y = f(\theta, \alpha, \psi, \tau, \phi, \rho), \quad (2)$$

где θ – цели и планы;

α – ресурсы внешней и внутренней среды;

ψ – исполнители;

τ – производственно-транспортный процесс;

ϕ – функции управления;

ρ – результативность деятельности.

Производственно-хозяйственная деятельность комплекса по добыче и доставке НСМ выглядит как процесс движения, направленного на производство продукции и доставку её потребителям для удовлетворения спроса, для описания которого предлагается функция вида:

$$F = f(X, Y) \quad (3)$$

где X и Y – параметры, которые определяют соответственно количественные и качественные характеристики производственно-транспортной системы:

$$X = \{x_i(t)\}; Y = \{y_j(t)\}, \quad (4)$$

где i и j – признаки количественной и качественной характеристик исследуемых параметров;

t – временной интервал, которому соответствует текущее состояние системы.

В качестве количественных характеристик деятельности комплекса по добыче и доставке НСМ выступают водные пути, флот, причалы и причальные сооружения, техника для добычи, обогащения, сортировки и перегрузки, склады и другие составляющие материально-технической базы речных предприятий. Качественные характеристики – это составные элементы организационной структуры производственно-транспортной системы. Эффективность работы системы может быть обеспечена за счёт совершенствования её качественных и количественных составляющих.

С позиций системного подхода объект исследования проблемы – РПТК по добыче и доставке НСМ – представляется в виде определённой системы, которая состоит из отдельных элементов – подсистем. Определена структура комплекса и установлены внутренние, а также внешние связи (рис. 1).

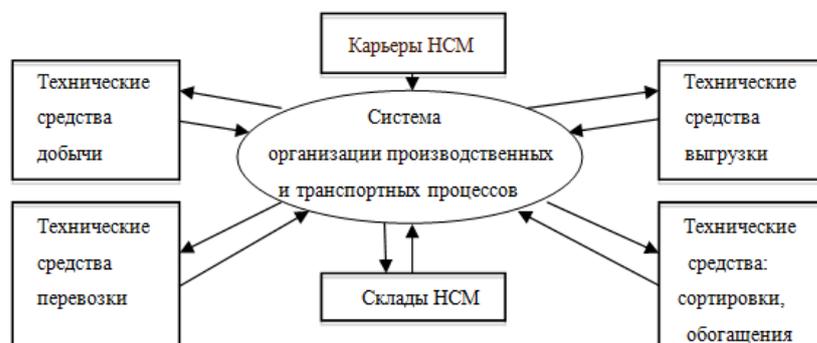


Рис. 1. Структура производственно-транспортного комплекса и схема взаимодействия его элементов

Основным элементом здесь является система организации производственно-транспортных процессов добычи и доставки НСМ. Она определяет способы взаимодействия всех элементов комплекса при выполнении отдельных операций в процессе решения производственных задач. Системный подход реализуется применительно к предмету исследования – «методам экономического обоснования».

Система исследования проблемы представляется в виде комплекса оптимизационных задач. Определён их перечень и последовательность поэтапного решения в виде соответствующих циклов (рис. 2). При завершении цикла производится оценка экономической эффективности РПТК. Если она отрицательна, то формируется новый цикл и алгоритм поиска решения повторяется. Процедура разработки и принятия решения завершается при получении положительной оценки. Таким образом, реализуется концепция пригодности, согласно которой система признается эффективной.



Рис. 2. Логическая последовательность оценки эффективности функционирования речных комплексов по добыче и доставке НСМ

Экономическое обоснование организации производственно-транспортных процессов добычи и доставки НСМ основано на реализации концепции оптимальности, при которой поиск и принятие решения завершается при достижении максимально возможного результата (рис. 3). В составе комплекса задач выделены следующие:

- закрепление пунктов потребления НСМ за пунктами добычи;
- распределение технических средств добычи и перегрузки по участкам работы;
- оптимизация плана расстановки флота по направлениям перевозок и участкам работы.

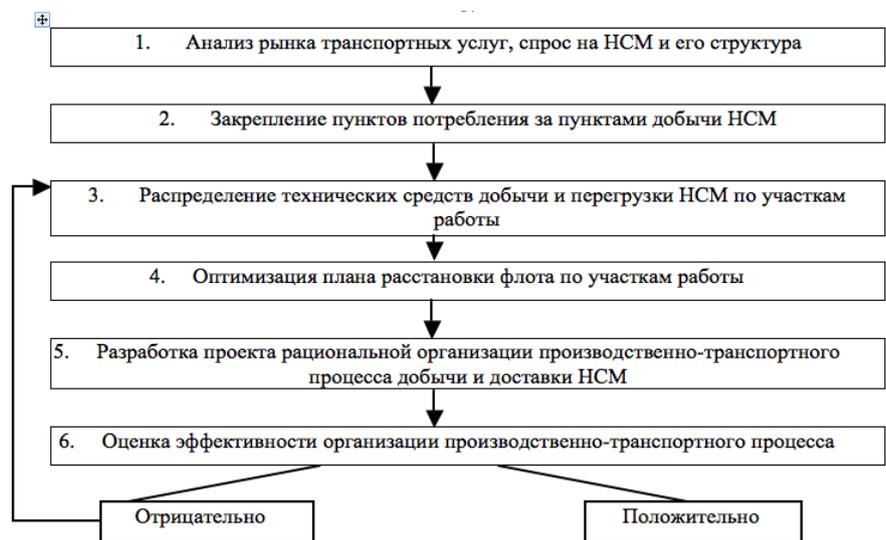


Рис. 3. Алгоритм решения задачи оптимизации производственных и транспортных процессов в составе РПТК

В качестве критерия оценки эффективности принят показатель себестоимости по всем этапам производственно-транспортного процесса и неявных издержек потребителей продукции. Предпочтение ему отдано, так как данный показатель обладает свойством аддитивности, и отдельные его составляющие могут быть определены по действующим на различных видах транспорта отраслевым методикам:

$$s = s_{\phi} + s_{nm} + s_{nc} + s_{xp} + \frac{C_{zp} \cdot t_{\phi} \cdot E_n}{365 \cdot 100}, \text{ руб./т.} \quad (5)$$

Для получения результатов решения задачи может быть применена методика расчета себестоимости методом элементарных ставок [2]. Для определения себестоимости транспортный процесс добычи и доставки НСМ внутренним водным транспортом рассматривается с момента добычи и погрузки в судно до момента выгрузки его в пункте назначения (перевалки), и разбивается на пять последовательно выполняемых взаимосвязанных этапов:

- добыча НСМ из обводненного месторождения плавучими перегрузочными машинами с одновременной погрузкой их в судно;
- перевозка НСМ от места добычи к месту выгрузки;
- выгрузка НСМ из судна фронтальной механизацией в пункте назначения;
- хранение на складе;
- отгрузка на автомобильный или железнодорожный транспорт.

На пятом этапе алгоритма (рис. 3) для ООО «Судоходная компания «Сибирь» разработан проект рациональной организации производственно-транспортных процессов [3] доставки НСМ, приведённый в таблице 1. В методике расчёта предусмотрено согласование работы флота и перегрузочной техники, а также выбор формы организации движения флота.

Экономическая эффективность функционирования РПТК на добыче и доставке НСМ определена с учетом оценки влияния природно-климатических и рыночных факторов. Первый из них – это вероятностный характер изменения глубин судового хода, второй – нестабильность спроса на НСМ и грузовых потоков, третий – повышение цен на энергоносители (ГСМ и электроэнергию).

Величина риска нестабильности спроса определена показателем доходов. Они уменьшаются в неблагоприятных ситуациях на рынке транспортных услуг по доставке НСМ. Два остальных фактора риска оцениваются показателями суммарных эксплуатационных расходов, которые увеличиваются из-за повышения цен на энергоносители и потери провозной способности флота вследствие снижения загрузки судов по осадке.

Таблица 1

Проект организации производственно-транспортных процессов на добыче и доставке НСМ

Маршрут перевозок	Расстояние, км	Масса перевозок, тыс. т	Тип состава	Судопоток, сост.	Круговой рейс, час	Рабочий период, сут	Возможное количество рейсов, ед.	Потребность во флоте, сост.	Технические средства добычи, выгрузки
Орское – СТЭЛС	38	90	1741+P56*	47	17	25	36	1,31	Землесос КПЛ-16
Орское – Сибтрансстрой	45	100	1741+P56*	52	19	25	32	1,63	Землесос КПЛ-16
Орское – ЛГР	38	120	1741+P56*	62	16	25	38	1,63	Землесос ПК «Альбатрос»
Орское – ЗЖБИ-42	61	70	1741+P56*	36	21	25	29	1,24	Землесос КПЛ-16
Сергеевское – ЛГР	63	300	1741+P56*	154	20	20	24	6,42	Землесос ПК «Альбатрос»
о-в Песчаный – Красный Яр	6	200	P33Б+P56	93	22	93	102	1,10	КПЛ-16 КПЛ-16
о-в Песчаный – ЗЖБИ-1	55	80	P33Б+P56	38	31	93	72	0,53	КПЛ-16 КПЛ-16
о-в Песчаный – Пескобаза ДЭУ №1	32	100	P33Б+P56	47	27	93	83	0,57	КПЛ-16 КПЛ-16
о-в Песчаный – ЗЖБИ-42	55	10	P33Б+P56	5	31	93	72	0,07	КПЛ-16 КПЛ-16

Таблица 2

Оценка факторов риска при функционировании РПТК и организации производственно-транспортных процессов, млн руб.

Факторы риска	Экономические показатели при вероятности наступления событий			Математическое ожидание	Риск, δ_i
	0,45	0,33	0,22		
1. Изменение спроса на НСМ	181,9	214	235,4	204,00	16,03
2. Рост цен на энергоносители	144,86	141,61	151,35	145,20	1,35
3. Изменение глубин судового хода	145,2	180	128,72	153,06	19,94

Таблица 3

Рентабельность функционирования комплекса с учётом влияния факторов риска

Показатели эффективности	Без учёта влияния факторов риска	С учётом влияния отдельных факторов риска			С учётом влияния всех факторов риска
		колебание спроса	повышение цен на ГСМ	колебание глубин	
Доходы, млн. руб.	204,00	188,0	204	204	188
Расходы, млн. руб.	141,61	131,88	146,55	172,84	174,19
Прибыль, млн. руб.	62,33	56,12	57,45	31,16	23,54
Рентабельность по издержкам, %	44,0	42,6	39,2	18,0	14,3

Анализ результатов расчётов, приведённых в таблице 2, свидетельствует о том, что величина риска при функционировании РПТК на добыче и доставке НСМ в ООО «Судоходная компания «Сибирь» составляет потери доходов в размере 16,0 млн руб. и увеличение эксплуатационных расходов на 21,4 млн руб.

Итоговая оценка экономической эффективности функционирования РПТК выражена показателем рентабельности по издержкам и отражена в таблице 3. В идеальных условиях хозяйствования величина этого показателя составляет 44,0%, при снижении спроса на 15–42,6%, при увеличении цен на энергоносители от 5 до 15–39,2%, при уменьшении глубины судового хода на 15–18,0%. При учете всех действующих факторов риска показатель рентабельности составляет 14,3%.

Список литературы:

- [1] Жендарева Е.С. Предпосылки совершенствования транспортного процесса в речных портах / Е.С. Жендарева // Междунар. научн.-практ. конф.: Современные направления теоретических и прикладных исследований-2013. – Выпуск 1. Том 1. – Одесса: Куприенко. – 2013. – С. 10–12.
[2] Жендарева Е.С. Методические особенности оценки эффективности организации транспортного процесса доставки нерудных строительных материалов / Е.С. Жендарева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2012. – № 2. – С. 122–125.
[3] Жендарева Е.С. Оценка эффективности добычи и доставки нерудных строительных материалов в Новосибирском речном порту / Е.С. Жендарева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – №3. – С. 46–49.

**RIVER COMPANIES OF WESTERN SIBERIA
AS PRODUCTION AND TRANSPORT COMPLEXES**

E.S. Zhendareva

Е.С. Жендарева

Речные предприятия Западной Сибири как производственно-транспортные комплексы

Key words: *river transport, transport infrastructure, non-metallic building materials, mining, production and transport complex.*

The article describes a comprehensive assessment of the economic efficiency of the production and transport processes in the complex for extraction and delivery of non-metallic building materials to consumers. The risk factors and specifics of economic activity of enterprises were taken into account.

Статья поступила в редакцию 06.10.2016 г.

УДК 656.921.2

В.В. Кожухарь, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Т.С. Сергеева, к.т.н., доц., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Н.И. Волкова, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

А.В. Паничев, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕГИОНОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Ключевые слова: *Дальневосточный федеральный округ (ДФО), комплексная экономико-математическая модель (КЭММ), параметры модели, транспортная география, ресурсная карта, транспортно-экономический баланс, развитие, производительные силы, проблемы, постановка и решение модели.*

Изложены проблемы развития производительных сил ДФО. Выполнена постановка и разработка параметров КЭММ: транспортная география, ресурсная карта, транспортно-экономический баланс. Обоснована необходимость создания единой методики расчета полных издержек на транспортные услуги для решения КЭММ.

Реализация КЭММ – это мультимодальная схема завоза различных грузов производственно-технического назначения, товаров народного потребления промышленных и продовольственных.

Дальний Восток – Дальневосточный Федеральный округ – это 9 регионов: Республика Саха (Якутия); на северо-восток от РС(Я) – Магаданская область, Чукотский автономный округ, Камчатский край, Хабаровский край, Сахалин; на юг от РС(Я) – Амурская область, Еврейская автономная область, Приморский край. Площадь 6163,3 тыс. кв.км. (36% территории РФ). Из них РС(Я) 3103,2 тыс.кв.км. Население 6,2 млн чел. жителей России (4,4 %). Из них жители РС(Я) – около 1 млн чел.

Добыча и производство российских алмазов и олова – 80%, почти все в РС(Я). 50% золота – как минимум половина в РС(Я). 40% рыбы в ДФО, в РС(Я) ноль, нет производств на вывоз.

Средняя зарплата в ДФО – 42 тыс. руб. и это благодаря районным и северным коэффициентам. Цены на потребительские товары на 25% выше средних по России (в РС(Я) – на 50% из-за схемы завоза грузов сейчас). Это автотранспорт, автозимики, авиация. Информация по данным открытых источников (информограмма Марии Клементьевой АиФ № 2, 2016 г.).

Основные проблемы ДФО – развитие производительных сил, это вечная проблема развития Сибири, а значит и России. Это стоимостная оценка суммы производственных фондов всех отраслей: горнодобывающая, обрабатывающая промышленность,

сельское хозяйство и транспорт. На определенных этапах мирового научно-технического прогресса (НТП), а также трудовых ресурсов (физических и интеллектуальных), также на определенных этапах НТП их подготовки и обучения. Проблемы сводятся главным образом к балансировке наличия и потребности в трудовых ресурсах физических и особенно интеллектуальных по регионам страны. Диспропорция известна – избыток в европейской части и острый дефицит в восточных регионах страны. Чем выше темпы роста НТП, тем острее проблемы. Решение проблемы потребности в современных средствах труда (ОПФ) ранее решалось и чаще всего решается до сих пор передислокацией ОПФ из Европы как зарубежной, так и отечественной. Создание их на месте потребления – это дополнительно огромные средства в материальных и трудовых ресурсах на их производство.

Интегрируя изложенное, можно сформулировать задачи, которые необходимо решать по всем их параметрам. Инструментом решения подобных задач является постановка комплексных экономико-математических моделей (КЭММ) обоснования транспортного обслуживания этих регионов [1].

Основой постановки таких КЭММ должны быть следующие параметры:

- транспортная география региона. Все транспортные пути региона: водные, железнодорожные, автомобильные (федеральные, местные, автозимники), авиационные;
- географическая и ресурсная карта региона, характеризующая размещение по территории региона производительных сил. Все населенные пункты, объекты добывающей и перерабатывающей промышленности, сельского хозяйства, транспортной инфраструктуры. Все это дифференцировано по численности населения, видам ресурсов, производственным мощностям различных производств, их технико-эксплуатационным и эксплуатационно-экономическим характеристикам;
- транспортно-экономический баланс региона дифференцировано по всем товарам-грузам. Номенклатура и объемы производимых и потребляемых на территории региона товаров. Массовые производимые на территории региона: золото, алмазы, олово, редкоземельные металлы, газ, нефть, лес, уголь, местные стройматериалы, сельхозпродукты и т.д. Потребляемые массовые: различный металл, стройматериалы различные, топливо (дизельное, бензины). Грузы-товары производственно-технического назначения, товары народного потребления и продовольственно-промышленные товары и т.д. Баланс ввозимого и вывозимого по номенклатуре и объему груза, т.е. разница. Это и есть грузопотоки на ввоз и вывоз.

Объединяя эти параметры путем наложения друг на друга получаем постановку КЭММ, т.е. мультимодальную схему завоза грузов в исследуемый регион [7].

Другими словами, получаем пункты перевалки различных родов грузов с одного вида транспорта на другой, а также пункты депонирования грузов при завозе на северные реки Оленек, Анабар, Яна, Индигирка, Колыма. Это обобщенная транспортная задача линейного программирования хорошо теоретически разработанная. Разработка и реализация такой КЭММ возможна в трех вариантах – текущее навигационное планирование; пятилетнее планирование; планирование на перспективу 3 и более пятилеток. Каждый из вариантов отличается глубиной, степенью проработки перечисленных параметров и временем реализации. Пятилетнее и перспективное планирование требуют большей глубины и научно-методического обеспечения проработки всех параметров КЭММ [2–4].

В то же время планирование в настоящий момент потеряло смысл, поскольку нет субъекта заинтересованного в реализации такой КЭММ. До разделения ЛОРП (Ленского объединенного речного пароходства) в 1993 г. на Верхне-Ленское и пароходство в рамках территории РС(Я), сохранившего аббревиатуру ЛОРП. Аналогичная задача решалась в рамках старого ЛОРП в 1986–1988 г. ЛОРП организовывался для обеспечения завоза грузов на северо-восток СССР в соответствии с развитием производительных сил этого региона. Перевозки находились под особым контролем Госнабза, Совмина СССР и РСФСР, аппарата госпартконтроля. К 1993 г. материально-

техническая база завоза грузов на северо-восток страны была мощной и мощно развивалась. Строительство БАМа и АЯМа. Усть-Кут, порт Осетрово, железнодорожная станция Лена начало БАМа. Порт Осетрово крупнейший в мире речной порт, в то время оборудованный современными погрузочно-разгрузочными комплексами. Грузооборот достигал более 5 млн. тонн грузов. Из них половина нефтеналив, половина генгрузы. Флот ЛОРП состоял из более 1500 судов различного назначения, в т.ч. судов с выходом в Арктику. Суда типа Сибирский 2-х проектов построены в Финляндии для ЛОРП. Суда типа Лене-Нефть 2-х проектов, спроектированы для перевозок нефтегрузов в бассейне р. Лена. Они строились за рубежом и на Лене. После приватизации речного транспорта в России в бассейне р. Лены функционируют сотни малых и средних судоходных компаний, материально-техническая база которых полностью изношена, а источников средств для обновления флота нет. Большую долю в завозе грузов в республику выполняет автомобильный и авиационный транспорт. В то же время, современное положение развития производственно-экономических отношений в стране требует усиления функции централизованного планирования использования и оптимизации развития производительных сил страны с учетом внешних и внутренних факторов.

Субъектом, осуществляющим эти функции, должны быть логистические компании, объединяющие различные виды транспорта, являющиеся государственными, т.е. 51% акций должен принадлежать государству, что и позволит учитывать интересы государства в развитии производительных сил региона. Такие компании должны быть созданы в каждом регионе ДФО силами правительств этих регионов путем интегрирования крупных транспортных компаний различных видов транспорта с полным их научно-методическим обеспечением и материальной поддержкой (преференции, субсидии, создание соответствующих хозяйственно-экономических механизмов и т.д.). Возвращаясь к планированию, реализующему КЭММ необходимо отметить, что ее разработка и последующий расчет технологических коэффициентов матрицы модели и реализация самой модели невозможен без создания методики расчета сопоставимых эксплуатационно-экономических показателей различных видов транспорта. Не критикуя существующие системы формирования тарифов и цен на услуги различных видов транспорта в России и регионах страны, отмечаем их непригодность для КЭММ. Только для целей КЭММ, необходимо создать единую методику калькуляции полных сопоставимых затрат на перевозки на каждом виде транспорта, в том числе и на содержание пути и всей транспортной инфраструктуры. Именно в этом случае при решении КЭММ будут обеспечены минимальные затраты на развитие производительных сил регионов ДФО. [5, 6, 8, 9].

Список литературы:

- [1] Сергеева Т.С. Разработка научно-методических вопросов оценки области эффективного применения различных видов транспорта // Труды ВГАВТ. Вып. 287. Н.Новгород. Изд-во: ВГАВТ. 1999.
- [2] Сергеева Т.С. Разработка экономико-математической модели оптимизации завоза грузов потребителям // Труды ВГАВТ. Вып. 296. Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ. 2001.
- [3] Сергеева Т.С. Методика декомпозиции комплексной экономико-математической модели оптимизации регионального завоза грузов // Труды ВГАВТ. Вып. 296. Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ. 2001.
- [4] Сергеева Т.С. Разработка методики расчета полных затрат по доставке грузов в регионы // Труды ВГАВТ. Вып. 296. Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ. 2001.
- [5] Кожухарь В.И., Сергеева Т.С. О математическом моделировании функционирования транспортно-технологических систем (ТТС) // Межд. науч.-пром. форум «Великие реки 2014», 13–16 мая 2014 г. Н.Новгород [тезисы докладов]. – Н. Новгород: Изд-во ННГСУ. 2014.
- [6] Кожухарь В.И., Сергеева Т.С. Ретроспективы и прогноз математического моделирования транспортного процесса // Вестник ВГАВТ. – № 40.
- [7] Кожухарь В.И., Абдулин Г.Х., Кузьмичев И.К., Никулина М.В., Сергеева Т.С. Антикризисное управление: учебное пособие. Рекомендовано Мин. Транспорта РФ в качестве учебного

пособия в сфере образования для студентов высших учебных заведений. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2007.

[8] Варчак П.В., Кожухарь В.И., Сергеева Т.С. Проблемы, которые надо решать // Материалы Межд. науч.-практ. конф. «Инновационное развитие транспортно-логистического комплекса прикаспийского макрорегиона». Издатель «Каспийский институт морского и речного флота» – филиал ФБОУ «ВГАВТ». 2012.

[9] Варчак П.В. Анализ методики обоснования оптимального соотношения пропускной способности портов и провозной способности флота // Речной транспорт. – № 1. – 2015.

FORMULATION OF PROBLEMS WITH TRANSPORT SERVICE IN THE FAR EAST REGIONS

V.V. Kozhukhar', T.S. Sergeeva, N.I. Volkova, A.V. Panichev

Key words: the Far Eastern Federal district (FEFD), integrated economic-mathematical model (IEMM), model parameters, transport geography, resource map, transport-economic balance, development, productive forces, problems, model formulation and solution.

In the article the problems of productive forces development in the FEFD are posed. The authors formulated and developed the IEMM parameters: transport geography, resource map, transport-economic balance. The necessity of creation a uniform methodology of calculating full costs of transport services for IEMM is proved.

Статья поступила в редакцию 02.06.2016 г.

УДК 656.621

В.Ю. Корьев, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ВЫБОРУ НАЗНАЧЕНИЙ СУДАМ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ТАНКЕРНОГО ФЛОТА

Ключевые слова: принятие решений, назначения судам, оперативное регулирование, работа флота, метод экспертных оценок.

Статья посвящена вопросам разработки формализованного эмпирического метода определения назначений судам танкерного флота на стадии оперативного регулирования. Перечислены основные факторы, влияющие на процесс выбора назначений и приведен пример решения типовой задачи выбора назначений.

В настоящее время в практике управления работой флота довольно остро стоит задача поиска оптимальных вариантов назначений судам при рейсовом регулировании. Данная задача упоминалась ранее в работах многих ученых, а наиболее подробно изложена в работах д.т.н. Платова Ю.И. [1], [2], но следует отметить, что предложенные алгоритмы применить на практике довольно проблематично и при решении многофакторных задач в комплексной постановке без достаточного уровня автоматизации управленческих процессов невозможно.

В данной статье мы предлагаем полуавтоматический метод поэтапного выбора назначений судам, учитывающий все значимые факторы. Для решения этой задачи используем метод экспертных оценок по матрицам оценочных критериев. Предлагаемый

нами подход позволяет решать эту задачу в комплексной постановке без построения сложных автоматизированных систем сбора, хранения и обработки информации.

Типичная задача назначения выглядит следующим образом.

Имеется несколько судов, которые необходимо назначить на некоторое количество рейсов. Все суда пригодны для перевозки на данных рейсах. Все суда в исходный момент времени находятся в разных точках дислокации и имеют разное количество топлива на борту (купленное по разной цене). Кроме того, каждое судно завершило или завершает перевозку определенного груза, и грузовые танки находятся в неподготовленном состоянии, т.е. на подготовку к тому или иному рейсу может потребоваться дополнительное время и денежные средства. В то же время мы имеем несколько портов погрузки разными видами груза и в разном количестве, где суда ожидают в определенные периоды времени, соответственно прибытие раньше заявленного временного окна грозит расходами на ожидание постановки, а прибытие позже – отменой рейса. Отметим также, что расходы на судозаходы в порты погрузки и выгрузки отличаются по разным типам судов.

Кроме того, каждому судну необходимо топливо для рейса, которое можно приобрести в любом из встречающихся пунктов бункеровки, на балластном или грузежном переходе, причем всегда остается условие, что в любой момент времени на судне должно быть достаточное количество топлива, для продолжения рейса.

Количество запасов на борту (особенно топливо) может оказывать существенное влияние на количество груза, которое предстоит погрузить. Поэтому не всегда выгодно искать пункт бункеровки по самой низкой цене, решения необходимо просчитать и сравнить.

Можно видеть, что число взаимосвязей в такой задаче очень велико, даже при небольшом количестве судов и пунктов назначения.

Решение такой задачи традиционными методами на базе линейных или нелинейных оптимизационных моделей весьма проблематично. Именно поэтому целесообразно рассмотреть эмпирические способы решения задачи выбора назначений.

В качестве примера рассмотрим следующую задачу.

Таблица 1

Информация по рассматриваемому флоту

Название судна/Проект	Дислокация на текущий момент	Наименование груза в предыдущем рейсе
ВФ Танкер-1/РСТ-27	Керченский пролив	Мазут
ВФ Танкер-2/РСТ-27	Керченский пролив	Мазут
ВФ Танкер-3/РСТ-27	Керченский пролив	Мазут
ВФ Танкер-4/РСТ-27	Керченский пролив	Дизельное топливо
Механик Антонов/19614	Поти, Грузия	Дизельное топливо
Механик Сазонов/19614	Керченский пролив	Подсолнечное масло
Механик Харитонов/19614	Пролив Босфор, Турция	Бензин

Таблица 2

Информация по рассматриваемым рейсам

Рейс	Наименование груза	Временное окно под погрузку	Количество груза для проектов РСТ-27/19614
Ростов-451аа Кавказ	Мазут	05-07/08/2015	5750/5250
Самара-451аа Кавказ	Дизельное топливо 10ppm	10-13/08/2015	4300/4050
Кавказ-Батуми	Бензин	05-08/08/2015	5500/4600

Рейс	Наименование груза	Временное окно под погрузку	Количество груза для проектов РСТ-27/19614
Татьянка-Поти	Бензин	10-12/08/2015	5750/4050
Ростов-451аа Кавказ	Нафта	09-13/08/2015	5600/4600

На первом этапе определим приоритеты назначений по критерию оценки затрат на подготовку танков к погрузке заданного груза, для этого строится следующая матрица приоритетов.

Таблица 3

Приоритеты назначений по критерию оценки затрат на подготовку танков

Название судна/Проект					
	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	3	3	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	3	3	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	3	3	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	3	2	2	2	3
Механик Антонов/19614	3	2	2	2	3
Механик Сазонов/19614	2	2	2	2	2
Механик Харитонов/19614	2	2	3	3	3

Значения приоритетов в таблице 3:

- 3 – не требуется подготовка;
- 2 – необходима мойка в один цикл;
- 1 – необходима мойка в 2 цикла;
- 0 – перевозка недопустима.

Также строим матрицу приоритетов по критерию оценки возможности перевозки данного груза данным танкером.

Таблица 4

Приоритеты назначений по критерию оценки возможности перевозки данного груза

Название судна/Проект					
	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	1	1	1	1	1
Механик Антонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Сазонов/19614	0	1	1	1	1
Механик Харитонов/19614	1	1	1	1	1

В.Ю. Корьев

Формализация эмпирического подхода к выбору назначений судам при оперативном

Значения приоритетов в таблице 4:

- 1 – перевозка допустима;
- 0 – перевозка недопустима.

На основе произведения двух предыдущих матриц строим итоговую матрицу приоритетов первого этапа выбора назначений.

Таблица 5

Итоговые приоритеты назначений первого этапа

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	3	3	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	3	3	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	3	3	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	3	2	2	2	3
Механик Антонов/19614	3	2	2	2	3
Механик Сазонов/19614	0	2	2	2	2
Механик Харитонов/19614	2	2	3	3	3

На втором этапе определяются приоритеты по критерию прибытия в согласованное временное окно под погрузку.

Таблица 6

Приоритеты назначений по критерию прибытия в согласованное временное окно

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	2	2	2	2	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	2	2	2	2	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	2	2	2	2	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	2	2	2	2	1
Механик Антонов/19614	0	0	0	0	2
Механик Сазонов/19614	0	2	2	2	1
Механик Харитонов/19614	0	0	0	0	2

Значения приоритетов в таблице 6:

- 2 – судно прибывает в согласованное временное окно;
- 1 – судно прибывает ранее согласованного временного окна, что скорее всего повлечет дополнительный простой;
- 0 – судно прибывает позднее согласованного временного окна, что скорее всего повлечет отмену рейса.

На третьем этапе определяются приоритеты по критерию достаточности имеющегося на борту топлива для совершения рейса.

Таблица 7

Приоритеты назначений по критерию достаточности имеющегося на борту тяжелого топлива

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	1	1	1	1	1
Механик Антонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Сазонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Харитонов/19614	1	1	1	1	1

Таблица 8

Приоритеты назначений по критерию достаточности имеющегося на борту дизельного топлива

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	1	1	1	1	1
Механик Антонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Сазонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Харитонов/19614	1	1	1	1	1

Значения приоритетов в таблицах 7 и 8:

- 2 – топлива достаточно для выполнения последующего рейса целиком без дополнительной бункеровки;
- 1 – топлива достаточно для прибытия в пункт ближайшей бункеровки;
- 0 – топлива недостаточно для прибытия в пункт ближайшей бункеровки.

На основе произведения двух предыдущих матриц строим итоговую матрицу приоритетов третьего этапа выбора назначений.

Таблица 9

Итоговые приоритеты назначений третьего этапа

Название судна/Проект	Ростов-45 Гаа Кавказ	Самара-45 Гаа Кавказ	Кавказ-Багуми	Татьянка-Поти	Ростов-45 Гаа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	1	1	1	1	1
Механик Антонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Сазонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Харитонов/19614	1	1	1	1	1

Из итоговой матрицы видно, что все суда потенциально могут быть назначены на все рейсы исходя из требований по достаточности наличия топлива, но при условии bunkеровки топливом в процессе совершения рейса.

Кроме того, на этом же этапе строим матрицу минимальных стоимостей bunkеровок топлива по пунктам применительно к каждому варианту назначения.

Таблица 10

Минимальные стоимости bunkеровки тяжелым топливом

Название судна/Проект	Ростов-45 Гаа Кавказ	Самара-45 Гаа Кавказ	Кавказ-Багуми	Татьянка-Поти	Ростов-45 Гаа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	250	200	320	200	250
ВФ Танкер -2/РСТ-27	250	200	320	200	250
ВФ Танкер -3/РСТ-27	250	200	320	200	250
ВФ Танкер -4/РСТ-27	250	200	320	200	250
Механик Антонов/19614	250	200	320	200	250
Механик Сазонов/19614	250	200	320	200	250
Механик Харитонов/ 19614	250	200	320	200	250
Пункты bunkеровки	Ростов	Волгоград	Керчь пролив	Волгоград	Ростов

Таблица 11

Минимальные стоимости бункеровки дизельным топливом

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	800	700	1000	700	800
ВФ Танкер -2/РСТ-27	800	700	1000	700	800
ВФ Танкер -3/РСТ-27	800	700	1000	700	800
ВФ Танкер -4/РСТ-27	800	700	1000	700	800
Механик Антонов/19614	800	700	1000	700	800
Механик Сазонов/19614	800	700	1000	700	800
Механик Харитонов/ 19614	800	700	1000	700	800
Пункты бункеровки	Ростов	Волгоград	Керчь пролив	Волгоград	Ростов

Значения стоимостей в таблицах 10 и 11 приведены в долларах США за тонну топлива.

Из этих матриц получаем данные по предпочтительным пунктам бункеровок, для каждого варианта рейса.

На четвертом этапе определяются приоритеты по критерию – возможность вывоза договорного объема груза.

Таблица 12

Приоритеты назначений по критерию – возможность вывоза договорного объема груза

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	1	1	1	1	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	1	1	1	1	1
Механик Антонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Сазонов/19614	1	1	1	1	1
Механик Харитонов/19614	1	1	1	1	1

Значения приоритетов в таблице 12:

1 – судно удовлетворяет требованиям по загрузке;

0 – судно не удовлетворяет требованиям по загрузке.

Строим финальную итоговую матрицу приоритетов, где соблюдаются все необходимые требования к назначениям, значения критериев в которой являются произведе-

В.Ю. Корьев

Формализация эмпирического подхода к выбору назначений судам при оперативном

нием всех предыдущих итоговых матриц на каждом этапе, с указанием предпочтительных пунктов бункеровки.

Таблица 13

Финальная итоговая матрица приоритетов

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ
ВФ Танкер-1/РСТ-27	6	6	2	2	1
ВФ Танкер -2/РСТ-27	6	6	2	2	1
ВФ Танкер -3/РСТ-27	6	6	2	2	1
ВФ Танкер -4/РСТ-27	6	4	4	4	3
Механик Антонов/19614	0	0	0	0	6
Механик Сазонов/19614	0	4	4	4	2
Механик Харитонов/19614	0	0	0	0	6
Пункты бункеровки тяжелым топливом	Ростов	Волгоград	Керчь пролив	Волгоград	Ростов
Пункты бункеровки дизельным топливом	Ростов	Волгоград	Керчь пролив	Волгоград	Ростов

Эта матрица и является финальной стадией решения поставленной задачи.

Из таблицы 13 можно видеть приоритетные суда для каждого перспективного рейса и провести финальную оценку предпочтений по назначениям.

Далее, для каждого варианта назначений рассчитываем сводный тайм-чартерный эквивалент или любой другой комплексный экономический показатель эффективности.

Таблица 14

Вариант назначений № 1

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ	ТЧЭ, долл. США
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1					7 612,00
ВФ Танкер -2/РСТ-27		1				3 478,02
ВФ Танкер -3/РСТ-27						0,00
ВФ Танкер -4/РСТ-27			1			501,82
Механик Антонов/19614					1	3 649,32
Механик Сазонов/19614				1		1 052,18
Механик Харитонов/19614						0,00
Сводный ТЧЭ						2 852,27

где 1 – признак назначения.

Таблица 15

Вариант назначений № 2

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ-Батуми	Татьянка-Поти	Ростов-451аа Кавказ	ТЧЭ, долл. США
ВФ Танкер-1/РСТ-27						0,00
ВФ Танкер -2/РСТ-27		1				3 478,02
ВФ Танкер -3/РСТ-27	1					7 533,60
ВФ Танкер -4/РСТ-27				1		2 306,80
Механик Антонов/19614						0,00
Механик Сазонов/19614			1			-488,89
Механик Харитонов/19614					1	3 271,23
Сводный ТЧЭ						3 047,46

где 1 – признак назначения.

Таблица 16

Вариант назначений № 3

Название судна/Проект	Ростов-451аа Кавказ	Самара-451аа Кавказ	Кавказ- Батуми	Татьянка- Поти	Ростов-451аа Кавказ	ТЧЭ, долл. США
ВФ Танкер-1/РСТ-27	1					7 612,00
ВФ Танкер -2/РСТ-27		1				3 478,02
ВФ Танкер -3/РСТ-27			1			-340,30
ВФ Танкер -4/РСТ-27				1		2 306,80
Механик Антонов/19614					1	3 649,32
Механик Сазонов/19614						0,00
Механик Харитонов/19614						0,00
Сводный ТЧЭ						3 038,01

где 1 – признак назначения.

Мы рассмотрели три варианта назначений и по каждому получили разные показатели экономической эффективности, тем не менее каждый вариант удовлетворяет заявленным требованиям и входит в область допустимых значений.

Описанный метод экспертных оценок по матрицам оценочных критериев не требует создания сложной автоматизированной системы и может быть использован любым специалистом для решения задачи выбора назначений при оперативном регулировании работы флота.

Список литературы:

[1] Платов Ю.И. Алгоритм выбора назначений судам при оперативном регулировании работы флота / Ю.И. Платов // Труды ГИИВТ. – Горький, 1983. – Вып. 195. – С. 3–10.

В.Ю. Корьев

Формализация эмпирического подхода к выбору назначений судам при оперативном

[2] Платов Ю.И. Оперативное управление работой речного нефтеналивного флота: автореф. док.техн. наук: 05.22.19 / Ю.И. Платов. – Н.Новгород, 1998. – 48 с.

FORMALIZATION OF EMPIRICAL APPROACH TO TANKER DESTINATIONS SELECTION UNDER OPERATIVE REGULATION OF FLEET WORK

V.J. Koryev

Key words: decisions making, ship destinations, operative regulation, fleet work, expert estimations method.

The article is devoted to the development of the formalized empirical method of selecting ship destinations for tanker fleet on the operative regulation stage. The main factors influencing the process of ship destinations selection are listed. The author gives an example of solving a typical selecting destinations task.

Статья поступила в редакцию 11.11.2016 г.

И.К. Кузьмичев, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

А.Б. Корнев, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

А.Г. Малышкин, д.т.н. профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ЗАДАЧИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА РЕЧНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ключевые слова: социальные и коммерческие пассажирские перевозки; судоходные компании, пассажирские суда, пассажиропотоки, региональные программы развития пассажирских перевозок, безопасность поездки, ценовая доступность, удобство для пассажиров.

В статье рассматриваются социальные, экономические, технические и научные проблемы развития пассажирских перевозок речным транспортом. Освещаются причины убыточности социальных пассажирских перевозок. Для молодых ученых, магистрантов и студентов предлагаются темы научных исследований в области повышения эффективности речных пассажирских перевозок.

Важнейшей задачей транспорта общего пользования в любой стране является перевозка пассажиров, само существование современной цивилизации невозможно без пассажирских перевозок. Среди критериев, учитываемых Организацией Объединенных Наций при оценке благосостояния населения страны, находится и показатель подвижности населения, соответствующий суммарной дальности поездок одного жителя страны в год (тыс. км /чел.-год). Несмотря на огромную территорию нашей страны и низкую среднюю плотность населения, показатель подвижности наших граждан в 2 раза ниже, чем в странах Западной Европы, где средняя плотность населения почти в 20 раз выше, чем в РФ.

Согласно статистическим данным в последние годы существования СССР речным транспортом РФ перевозилось более 100 млн. пассажиров в год (навигацию), а в 2015 г. речники России перевезли только 13,5 млн.

Авторы настоящей статьи в «Вестнике университета водного транспорта» обеспокоены современным состоянием речных пассажирских перевозок. Мы постараемся вскрыть причины падения перевозок, наметить направления научных исследований по этой проблеме и предлагаем пытливым студентам, магистрантам, аспирантам, молодым преподавателям включиться в творческие поиски по разрешению как проблемы в целом, так и многих частных задач, которые могут быть предметами исследований в дипломных проектах и диссертациях.

Генеральная задача в этом научном направлении, достойная докторской диссертации, может быть сформулирована следующим образом: обосновать место и роль речного транспорта в общей системе пассажирских перевозок в Российской Федерации. 100 млн., или 13 млн., или объективны какие-то другие показатели возможности (необходимости) перевозок пассажиров речным транспортом в стране? Под этой генеральной задачей лежат многие ведомственные, региональные и муниципальные задачи по организации перевозок, обоснованию требований к пассажирским судам и разработке сетки типов пассажирских судов различного назначения, созданию и обслуживанию береговой инфраструктуры, обоснованию тарифов и дотаций на организацию социальных перевозок пассажиров, решению юридических аспектов государственно-частного партнерства и другие организационные, экономические, юридические и технические задачи [5–7].

Для понимания проблемы речных пассажирских перевозок в целом необходимо предварительно сделать несколько общих замечаний.

Первое. Речные пассажирские перевозки следует подразделять на две категории – социальные и коммерческие. Социальные (или социально значимые) осуществляются в целях удовлетворения жизненно важных потребностей населения: поездки на работу, на учебу, на дачу, в учреждения здравоохранения, торговли, государственной службы и т.д. Поскольку в нашей стране строится социальное государство, то в функции федеральных и местных органов власти входит удовлетворение потребности населения в социальных перевозках [1–3]. Региональные органы власти полностью контролируют работу судоходных компаний (СК), осуществляющих социальные перевозки: утверждают схемы пассажирских линий и расписания движения судов, устанавливают тарифы на поездки пассажиров, дотируют судоходные компании, поскольку социальные перевозки для СК убыточны.

Коммерческие перевозки включают туристические и экскурсионные поездки, обслуживание конференций, симпозиумов, корпоративов и других мероприятий. Коммерческие перевозки оплачиваются арендаторами судов и не регулируются органами власти. Для СК коммерческие перевозки прибыльны.

Второе. Речные пассажирские перевозки осуществляются в 56 субъектах Российской Федерации, где имеются судоходные реки и необходимая береговая инфраструктура по обслуживанию пассажиров. При этом в некоторых регионах речной транспорт является основным, а на отдельных направлениях даже единственным видом пассажирского сообщения, особенно это характерно для территорий Сибири и Севера с ограниченно развитой сетью наземного транспорта [4–6], [10]. Согласно статистическим данным на этих территориях проживает 7% населения нашей страны, но там сосредоточены основные запасы нефти и природного газа, золота и алмазов, меди, платины, никеля и редкоземельных элементов. Без надежной транспортной связи освоить эти природные запасы невозможно.

Исторически сложилось так, что труднодоступные северные территории России осваивались с помощью речных путей сообщения. И сегодня большая часть населения этих территорий проживает в приречных районах. Плотность судоходных водных путей (в км на 1000 кв. км территории) в районах Севера и Сибири в 1,5 раза выше, чем в среднем по России. Зато плотность железных и автодорог в 3–5, а то и в 10 раз меньше среднероссийских значений. Развитие северных территорий сопровождается устойчивым ростом социальных пассажирских перевозок речным транспортом. В по-

следние годы в республиках Коми и Саха (Якутия), Ямало-Ненецком а Ханты-Мансийском автономных округах, Архангельской области и на севере Красноярского края прирост речных пассажирских перевозок ежегодно составлял примерно 3,0–3,5%. Колебания случались в зависимости от погодных условий, влияющих на продолжительность навигации.

Третье. Основной проблемой судоходных компаний, осуществляющих социальные пассажирские перевозки, является их убыточность. Речники в этой ситуации не находятся в каком-то особом положении: социальные перевозки убыточны и на наземных видах транспорта. Убыточность речных социальных перевозок объясняется многими причинами, не вдаваясь в детали, отметим лишь некоторые:

– находящиеся в распоряжении судоходных компаний пассажирские суда построены еще в Советское время, они физически изношены и требуют больших затрат на ремонт и запасные части;

– пассажироместимость судов часто не соответствует размерам пассажиропотоков; основные типы действующих пассажирских судов («Ракета», «Линда», «Заря», «Восход») рассчитаны на 60–70 пассажиров, а на многих местных маршрутах, особенно на боковых реках, суточный пассажиропоток составляет 10–15 человек, в результате суда «везут воздух» недополучая доходы;

– социальные пассажирские перевозки востребованы только в светлое время суток, т.е. половину времени флот простаивает, в совокупности с короткой продолжительностью навигации в Северных регионах (140–170 суток) говорить об окупаемости речных социальных пассажирских перевозок не приходится; по имеющимся у нас данным из пассажирских судоходных компаний Восточных бассейнов доходы от продажи проездных билетов и оплаты за провоз багажа лишь на 26–40% покрывают расходы на организацию социальных пассажирских перевозок.

Четвертое. Поскольку в нашей стране строится социальное государство, то Федеральная власть последовательно демонстрирует свою поддержку пассажирским перевозкам как средству удовлетворения социальных потребностей населения. В 2008 г. принята «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года» (Постановление Правительства РФ № 1734-р от 22.11.2008 г.), определившая генеральные задачи и конкретные пути развития транспорта страны до 2030 г. и на более отдаленную перспективу [1]. 29 февраля 2016г. Правительством РФ утверждена «Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации» (Постановление Правительства РФ № 327 от 29.02.2016 г. [2]), конкретизирующая задачи государственной транспортной стратегии применительно к внутренним водным путям и речному флоту. А 15 августа 2016 г. в г. Волгограде состоялось заседание Президиума Государственного Совета с повесткой дня о развитии внутренних водных путей страны. Во исполнение решения Госсовета Президент В.В. Путин утвердил перечень поручений Правительству Российской Федерации и органам исполнительной власти субъектов РФ, среди которых есть пункты, касающиеся «организации социально значимых пассажирских перевозок». [3].

Обобщая «пассажирскую» часть этих документов, выделим два принципиальных момента:

– задачи, поставленные перед транспортным комплексом страны, определяются как выполнение социальной функции государства по предоставлению населению страны доступных по цене, комфортных и безопасных транспортных услуг, а ответственность за их решение возложена не только на транспортные ведомства, но и на регионы;

– федеральная власть готова взять и на себя часть ответственности за организацию социальных перевозок и предлагает регионам представить обоснованные предложения по государственной поддержке системы социально значимых пассажирских перевозок и предложения по совершенствованию законодательства в этой сфере [1], [6].

С учетом этих принципиальных замечаний сформулируем в укрупненном виде задачи по реализации стратегии развития социальных пассажирских перевозок речным транспортом – обратив особое внимание на научную составляющую этих задач.

Основанием для организации перевозок служит наличие пассажиропотоков, тяготеющих к судоходным водным путям. Выше уже отмечалось, что в регионах Сибири и Севера нашей страны население сосредоточено в основном по берегам рек, являющихся и транспортными коммуникациями и в значительной степени источниками жизнеобеспечения населения. А теперь обратим внимание на географические карты этих регионов и увидим, что на Оби от Новосибирска до Салехарда (2600 км) есть только один мост – в Сургуте, на Енисее от Красноярска до Дудинки (2000 км) и на Лене от Усть-Кута до устья (3500 км) нет ни одного моста. В нашей родной Нижегородской области Волга протекает на расстоянии 300 км и делит территорию области на две примерно равные части, а переходов с берега на берег только два: в Городце по плотине ГЭС и в Н.Новгороде по железнодорожно-автомобильному мосту.

В летний период сообщение «берег левый – берег правый» осуществляется на лодках или на паромах, сформированных, как правило, из баржи – площадки и толкача, не обеспечивающих пассажирам надлежащей безопасности и элементарных удобств. Зимой организуется автомобильное сообщение по специально намороженным автозимникам, а в осеннее и весеннее межсезонье на 1–1,5 месяца связь вообще прекращается.

Исследование пассажиропотоков следует начать именно с переправ. Важно знать не только среднесуточную интенсивность пассажиропотоков, но и их неравномерность по периодам года, по дням недели, по часам суток; знать характеристику пассажиров – едут они «налегке» или с багажом, знать расстояние между конечными пунктами переправ, степень оснащенности пунктов швартовки техническими средствами (береговой причал, дебаркадер, необорудованный берег) и т.д.

Эти сведения послужат основанием для выбора судна с определенными техническими характеристиками: пассажироместимость, скорость, наличие средств посадки-высадки пассажиров на необорудованный берег, наличие средств, обеспечивающих пассажирам элементарные удобства или даже комфорт на борту судна (аудио- и видеотехника, мягкие кресла или жесткие скамейки, буфет, прогулочная площадка и др.)

В Нижегородской области восточнее областного центра и до границы с республикой Марий Эл по правому берегу Волги расположены 8 крупных населенных пунктов (в т.ч. Работки, Лысково, Бармино, Васильсурск), на левом берегу 7 примерно таких же по населенности пунктов (Макарьево, Разнежье, Михайловское). Само существование этих пунктов в составе одной области определяет необходимость надежной транспортной связи между ними. Волга должна не разъединять, а объединять эти пункты, в том числе и с помощью переправ, действующих круглогодично.

Работу по анализу пассажиропотоков могут выполнить студенты университета, прибывшие к нам на учебу из приволжских районов области. Студенты специальностей экономика, юриспруденция, менеджмент могут быть направлены на практику в администрации своих районов (практически к себе домой) с заданием изучить пассажиропотоки, тяготеющие к водному транспорту. Организационную часть этой практики должны взять на себя заместители деканов по научной работе, должности которых введены на факультетах в 2016 году: выявить таких студентов, договориться с администрациями районов о приеме студентов на практику, вместе с руководителем дипломного проектирования отработать задание на практику, а в дальнейшем и на дипломный проект. Через год-два университет будет иметь достаточно полную и объективную информацию о пассажиропотоках в Нижегородской области в освоении которых может участвовать водный транспорт.

Если есть пассажиропотоки, то их надо осваивать. В «Транспортной стратегии» [1] отмечено, что в краях и областях должны быть разработаны «Региональные целе-

вые программы развития речных пассажирских перевозок». Известно, что в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, Якутии, Красноярском крае были сделаны некоторые шаги по разработке таких программ как силами региональных Министерств (Департаментов) транспорта, так и сторонними организациями через открытые конкурсы. Наш университет мог бы в инициативном порядке создать проект такой «Программы» для Нижегородской области. Область может стать полигоном для отработки методик и решения конкретных вопросов организации речных пассажирских перевозок. Сотрудники университета, аспиранты, студенты без больших затрат могут получить необходимые исходные данные, общаясь с органами региональной и муниципальной власти, изучить опыт нижегородских судостроителей и эксплуатационников, выяснить их видение государственной поддержки и совершенствования законодательства в области социальных пассажирских перевозок. Содержание региональной целевой «Программы» должно быть направлено на реализацию основного требования «Транспортной стратегии»: полностью удовлетворить потребность населения региона в социальных пассажирских перевозках, доступных по цене, комфортных и безопасных.

Отметим еще один важный посыл «Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года»: создать скоростные суда для работы на мелководье. В принципе, такие суда уже созданы, это суда на воздушной подушке (СВП). Эти аппараты стали настоящим инновационным прорывом на речном флоте, они принципиально меняют представление о речном транспорте как сезонном виде сообщения. Они способны двигаться не только над водной, но и над ледовой и плотной заснеженной поверхностью, преодолевать песчаные косы, выходить на пологий берег (с уклоном до 7%).

История создания действующих образцов СВП уходит в далекие годы XIX века. Еще в 1882 г. французский инженер Г. Лаваль построил и испытал первое в мире СВП. А 25 июня 1959 г. в день празднования пятидесятилетия пересечения пролива Ла-Манш летчиком Л. Блерио английское судно на воздушной подушке SR.N1 стартовало в порту Дувр, пересекло Ла-Манш и через два часа вышло на берег во французском порту Кале. С тех пор эта дата считается днем начала эксплуатации СВП. Через очень короткое время были построены суда новых типов (SR.N3 на 150 пассажиров, SR.N4 на 250 пассажиров и 30 автомобилей и другие), которые полностью обеспечили перевозку пассажиров и автомобилей через Ла-Манш из Англии в континентальную Европу. Переправа действовала вплоть до строительства тоннеля под Ла-Маншем [8], [9].

Принцип действия воздушной подушки заключается в создании между корпусом судна и опорной поверхностью (вода, лед, грунт) зоны повышенного давления воздуха. В результате корпус судна полностью или частично выходит из воды, при движении судно преодолевает только (или в основном) сопротивление воздуха, за счет чего существенно возрастает его скорость.

В зависимости от способа ограждения воздушной подушки СВП подразделяются на скеговые и амфибийные. Скеги – это бортовые кили, при движении судна они частично погружены в воду и тем самым предотвращают утечку воздуха из подушки в направлении бортов, а с носовой и кормовой части подушка прикрывается «фартуками» из специального эластичного материала. Преимущества скеговых судов в сравнительно небольшой утечке воздуха из подушки, но они могут передвигаться только по воде, не могут выйти на берег или преодолеть песчаные косы. Заглубление скегов (осадка судна) на стоянке 0,45 м, в движении 0,2 м; судно может «уткнуться» носовой частью в пологий берег с мягким грунтом и по откидному трапу осуществить посадку-высадку пассажиров или в обычном варианте швартоваться бортом к причалу.

Из действующих скеговых судов наиболее известны теплоходы типа «Зарница» (проект № 1435, пассажировместимость 48 мест, мощность 250 л.с., скорость 36 км/ч) и типа «Орион» (проект № 1746, 80 мест, 1000 л.с., 53 км/ч). Двигатели у судов обоих типов водомётные.

У амфибийных судов воздушная подушка по всему периметру корпуса ограждается эластичной «юбкой», что позволяет судну передвигаться над водной или твердой поверхностью. В последние годы отечественной химической промышленностью получены прочные, гибкие, износостойкие материалы, что позволило конструкторам создать бортовое ограждение воздушной подушки в виде эластичных цилиндрических баллонов. Баллоны обеспечивают судну плавучесть при стоянке на воде и предотвращают соприкосновение жесткого корпуса с грунтом при стоянке на твердой поверхности. На сегодня амфибийные СВП баллонетного типа считаются наиболее перспективными. Наиболее известны амфибийные аппараты типа «Марс» и «Хивус» (пассажировместимостью 8, 10, 20 и 50 мест), строящиеся Нижегородскими предприятиями, «Арктика» (25–30 мест, г. Омск), «Ирбис» (25 мест), «Пума» (16 мест) и др. На судах малой пассажировместимости установлен один дизельный двигатель с приводом на вентилятор и на маршевый движитель (воздушный винт), на судах пассажировместимостью 20 и более мест – два двигателя и два воздушных винта. Общая мощность двигателей при пассажировместимости от 10 до 50 мест составляет 110–850 л.с. На поддержание воздушной подушки расходуется примерно 60% общей мощности, на движение 35%, на вспомогательные механизмы и потери 5%.

Практики очень быстро оценили преимущества СВП, в особенности их главное достоинство – возможность круглогодичной эксплуатации. Конструкторами и судостроительными предприятиями Н. Новгорода, С.-Петербурга, Омска и других городов спроектированы и построены сотни СВП разного назначения. Они широко применяются в МЧС, МВД, Минздраве, приобретаются частными владельцами. Постепенно СВП появляются и на социальных маршрутах, особенно на переправах. Возможности использования СВП на переправах, на «подхвате» пассажиров от железнодорожных станций примыкания к водным путям (Лабитнанги, Приобье, Нижневартовск, Лесосибирск, Лена и многие другие), на местных социальных маршрутах от областных и районных центров до муниципальных населенных пунктов практически не ограничены [6], [9].

Но пока массового внедрения СВП на социальных пассажирских перевозках не наблюдается. Основная причина заключается в убыточности социальных перевозок. Убытки судоходных компаний (СК), осуществляющих социальные пассажирские перевозки, должны покрываться дотациями из местных бюджетов. Администрации регионов неохотно идут на их выделение, тщательно высчитывают каждый рубль расходов СК. В результате СК существует в режиме выживания, не имеют оборотных средств на покупку запчастей, не говоря уже о приобретении нового флота или капитальном ремонте действующих судов. Частные инвестиции в убыточные предприятия не идут, в пассажирских СК реализуется некапиталоемкая модель существования, суда списываются по причине физического износа, спрос населения на социально значимые перевозки в полном объеме не удовлетворяется [4–6], [10].

Предыдущим абзацем статьи авторы зафиксировали некий «водораздел» между потребностью в речных социально значимых пассажирских перевозках и возможностью их осуществления в силу их убыточности для СК.

Как преодолеть этот «водораздел»? Совершенно очевидно, что при организации социально значимых пассажирских перевозок приоритет должен быть отдан не прибыли СК, а ценовой доступности населения, обеспечению безопасности пассажиров и созданию для них удобства и даже комфорта во время поездки и берегового обслуживания. В преодолении этого «водораздела» заинтересованы три стороны:

- пассажиры (население);
- перевозчики (судоходные компании);
- государство (администрации регионов).

Государство обязано обеспечить социальную потребность населения в перевозках по доступной цене; СК обеспечивает безопасность и удобства для пассажиров, но при этом, как акционерное общество, СК способна выполнять перевозки только при нали-

ции прибыли; пассажиры поедут речным транспортом, если поездка будет удобной и безопасной, а цена билета доступна для их бюджета,

В разрешении противоречий треугольника «государство-перевозчик-пассажир» могут сказать свое слово пытливые умы наших студентов, магистрантов, аспирантов. Первое обстоятельство, на которое обращает внимание пассажир, это удобства. Под удобствами следует понимать широкий перечень требований пассажиров, влияющих на выбор вида транспорта: продолжительность поездки, интервал отправления транспортных средств на пассажирской линии; расстояние от начальном-конечного пункта пассажирской линии до подъезда дома и места работы; наглядная информация о расписании, наличии свободных мест, цене билета; система обслуживания пассажиров в ожидании начала поездки и по прибытии в конечный пункт; комфорт в салоне транспортного средства и т.д. Представляется возможным создать некий модуль удобств, обобщающий режим предпочтения пассажира при выборе вида транспортного средства. Обоснование такого модуля может быть темой магистерской или кандидатской диссертации.

Темой серьезной научной работы может послужить исследование экономических аспектов социальных перевозок пассажиров. Социальные перевозки сегодня убыточны; по мнению авторов, они останутся убыточными и в обозримой перспективе, т.к. наряду с ростом благосостояния населения и соответственно допустимым ростом цен на проездные билеты будут расти требования к обеспечению безопасности перевозок, охране окружающей среды, созданию больших удобств для пассажиров на борту и на берегу. Все это потребует дополнительных затрат на оборудование и эксплуатацию флота и береговой инфраструктуры.

Важнейшей проблемой экономики социальных пассажирских перевозок всегда будут тарифы (цена билета). Нашим экономистам предоставляется возможность создать методику или хотя бы выработать концептуальные предложения по формированию пассажирских тарифов. Размеры тарифов должны быть увязаны с уровнем жизни населения региона, размером потребительской корзины и долей транспортных расходов в ней, себестоимостью перевозок пассажиров в СК и на автотранспорте на параллельных маршрутах и т.д. С размерами тарифов тесно связана сумма дотаций СК из местного бюджета. Соотношение между тарифами и дотациями – архисложная задача, она требует удовлетворения противоречивых интересов пассажиров, СК и местных бюджетов, но тем интереснее будет творческая работа по ее разрешению.

Подлежит исследованию юридический статус пассажирских СК. В Ханты-Мансийском автономном округе и Красноярском крае статус компаний – открытое акционерное общество с уставным капиталом, сформированным администрацией округа (края). Экономические и юридические аспекты управления компанией находятся у Департамента (Министерства) транспорта округа (края), дирекция компании отвечает за оперативное управление перевозками, техническое обслуживание, ремонт и снабжение флота, подбор кадров плавсостава, береговое обслуживание пассажиров и др. Приобретение нового флота, капитальный и средний ремонт судов, покупка запасных частей производится за счет бюджета округа (края).

На заседании Государственного Совета (г. Волгоград, 15 августа 2016 г.) высказывалось предложение о придании СК, выполняющим социальные пассажирские перевозки, статуса казенных предприятий [3]. Этот вопрос тоже может быть предметом исследования наших специалистов наряду с обоснованием предложений по государственной поддержке судостроительных предприятий и СК, выполняющих социальные перевозки.

Большой простор для творческих поисков предоставляют использование на социальных пассажирских перевозках, особенно на переправах, СВП. Эти инновационные для речного флота аппараты позволяют осуществлять круглогодичные перевозки, но научного обоснования широкого внедрения СВП в практику речных пассажирских перевозок пока не производилось. Зимняя эксплуатация пассажирского флота – явле-

ние для речников новое, характеризующееся не только дополнительным расходом топлива на обогрев салона, но и необходимостью разрешения ряда организационных и технических проблем: бункеровка топливом, охрана судов во время ночного отстоя, оперативный ремонт баллонов в полевых условиях, борьба с обледенением при движении по открытой воде при минусовой температуре, управляемость при движении по гладкой ледовой поверхности в ветреную погоду и др.

Студенты инженерных специальностей (механики, кораблестроители, судоводители) могли бы в своих дипломных проектах исследовать и внести предложения по разработке комплекса требований к техническому оснащению судов в зависимости от условий плавания и характеристик пассажиропотоков, по применению новых материалов для судовых систем и оборудования судов, по повышению надежности отдельных узлов, по компоновке помещений и созданию больших удобств для пассажиров. В частности могут спроектировать пассажирские кресла с откидными спинками, образующими площадку для багажа вместо багажного отсека; спроектировать удобные трапы собственной конструкции для высадки пассажиров на необорудованный берег; предложить средства, улучшающие устойчивость на курсе при движении СВП в ветреную погоду, и порешать много других и мелких, и серьезных задач.

Ректорат поддержит инициативы факультетов, кафедр, филиалов университета, отдельных преподавателей, а также других заинтересованных лиц и предприятий по разработке конкретных предложений по развитию социально значимых пассажирских перевозок на речном транспорте.

Список литературы:

- [1] Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена Правительством РФ 22 ноября 2008 г. №1734-р.
- [2] Стратегия развития внутреннего водного транспорта РФ на период до 2030 года. Утверждена постановлением Правительства РФ 29 февраля 2016 г. № 327-р.
- [3] Перечень поручений по итогам заседания Президиума Госсовета по вопросу развития внутренних водных путей. Опубликован в разделе Поручения Президента, 10 сентября 2016 г. – Режим доступа: kremlin.ru/d/52871
- [4] Малышкин А.Г., Сандулов С.Г. Проблемы речных пассажирских перевозок в регионах с ограниченно развитой сетью наземного транспорта // Речной транспорт. – 2009. – №1. – С. 30–33.
- [5] Минеев В.И., Малышкин А.Г. «Речному транспорту нужен пассажирский флот!» // Речной транспорт. – № 2-2010, – С. 53–56.
- [6] Корнев А.Б., Малышкин А.Г., Федоров Л.Н., Шаманин Ю.Л. О проблемах социально-значимых пассажирских перевозок на речном транспорте // Современные производственные силы. – 2014. – № 2. – С. 51–58.
- [7] Пумбрасова Н.В., Дубова Е.В. / Маломерный речной транспорт в городских пассажирских перевозках как перспективное направление решения проблем городского общественного пассажирского транспорта // Вестник ВГАВТ, вып. 35. –Н.Новгород, 2013, – С. 299–303.
- [8] Честнов Е.И., Зарубежные суда на воздушной подушке // Труды ЦНИИЭВТ, вып.117. – Москва: Транспорт, 1975 – С. 144
- [9] Кузьмичев И.К., Малышкин А.Г. Суда на воздушной подушке – путь решения проблемы пассажирских перевозок в регионах с ограниченно развитой сетью наземного транспорта // Транспорт Урала. – № 2-2015, – С. 31–34.
- [10] Смердов В.Н., Любимов В.И. Пассажирские скоростные суда – важные составляющие транспортного комплекса Ленского бассейна // Речной транспорт. –№ 2. –2014.

THE TASKS OF SCIENTIFIC RESEARCHES IN THE FIELD OF PASSENGER TRANSPORTATIONS ON RIVER TRANSPORT

I.K. Kuzmichev, A.B. Kornev, A.G. Malyshkin

И.К. Кузьмичев, А.Б. Корнев, А.Г. Малышкин

Задачи научных исследований в области пассажирских перевозок на речном транспорте

Key words: social and commercial passenger transportation, shipping companies, passenger ships, passenger traffic, regional programs of passenger transportation development, travel safety, price affordability, passengers' convenience.

The article considers the social, economic, technical and scientific problems of development of passenger transportation by river transport. The causes of social passenger transportation losses are covered. The authors offer young scientists, undergraduates and students the scientific research subjects in the field of increasing the efficiency of river passenger transportation.

Статья поступила в редакцию 22.12.2016 г.

УДК 331.108.45; 378.147

С.В. Кузьмичев, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Н.В. Мордовченков, профессор, доктор экономических наук, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

А.А. Сироткин, доцент, кандидат экономических наук,
ФГБОУ ВО «НГПУ им. Козьмы Минина»

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ КАДРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СЕГМЕНТА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: персонал, обучение, повышение квалификации, программа, компетентность, транспортно-экспедиционная отрасль.

Представлена современная теория и практика организационно-методической работы по формированию и развитию компетентности кадров железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли. Рассматривается участие вузов и компаний железнодорожной отрасли в подготовке кадров и развитии компетентности персонала железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли. Разработаны схемы, структурирующие работу по формированию и развитию компетентности кадров в сфере транспортно-экспедиционного обслуживания.

Введение

Эффективное функционирование транспортных компаний, в целом, и железнодорожных, в частности, во многом зависит от квалификации и компетентности работающего в них персонала. Одним из ключевых компонентов подготовки кадров для железнодорожной отрасли и повышения квалификации работников этого сегмента в России являются образовательные программы. Вместе с тем развитие транспортно-экспедиционного обслуживания в России невозможно без применения на практике только актуальных профессиональных знаний, а также необходимых способностей и умений, обеспечивающих востребованность и конкурентоспособность обученного контингента в соответствующем сегменте рынка труда. То есть программы подготовки кадров и повышения квалификации должны соответствовать реальным потребностям железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли и конкретных железнодорожных компаний, работающих в нем. Следовательно, очень важно тщательно прорабатывать методические и организационные вопросы подготовки кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли и повышения квалификации работников этого сегмента. С этой целью необходимо ком-

плексно (системно) изучать и использовать соответствующую теорию и практику методической и организационной работы как компонента подготовки кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли и повышения квалификации работников этого сегмента.

Цель работы состоит в выявлении основных актуальных теоретических и практических решений организационно-методического характера по подготовке кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционного обслуживания и повышению квалификации персонала этого сегмента. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: определение предпосылок формирования и развития компетентности кадров железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли; выявление тенденций развития компетентности персонала транспортно-экспедиционной сферы на железнодорожном транспорте в России; изучение российского опыта реализации данных решений; разработка рекомендаций по оптимизации подготовки кадров и повышения квалификации соответствующих групп работников.

Методологическая основа исследования

Исследование проводилось с применением методов научного познания: сравнение, анализ и синтез. Для решения поставленных задач в работе применялся метод системного анализа.

Интерпретация результатов исследования и их анализ

Исследованию проблемы обучения и повышения квалификации работников сферы железнодорожного транспорта посвятили свои работы многие отечественные ученые, среди которых Апатцев В.И. [12], Баклашин А.И. [8], Бурносов Н.М. [2], Галахов В.И. [2], Демеших [2], Левин Б.А. [2, 12], Латыфуллин И.И. [8], Слободжанко А.В. [12], Устинова Г.И. [2] и др. Вопросы, связанные с профессиональной подготовкой инженеров железнодорожного транспорта, изучаются в диссертационных исследованиях Повесьма Н.В. [9], Третьяковой Л.В. [18] и др. Вместе с тем, рассматриваются уровни, критерии и показатели профессионально-управленческой культуры современных инженеров железнодорожного транспорта [22, 23]. При этом важное место занимает деятельностно-рефлексивный и управленческо-технологический критерии оценки основ профессионально-управленческой культуры современного инженера железнодорожного транспорта. Кроме этого, некоторые проведенные исследования [5] свидетельствуют о проблеме недостаточной компетентности персонала железнодорожной отрасли.

В современных экономических условиях подготовке кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли и повышению квалификации работников этого сегмента содействуют, прежде всего, отраслевые образовательные организации.

Например, в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» в последние годы при обучении студентов специальности «Логистика и управление цепями поставок» реализуется модель «тройная спираль» (TripleHelix) [4, с. 67]. Эта организационная модель является средством инновационного обучения. В модели «тройная спираль» вуз рассматривается как центральный элемент, взаимодействующий с бизнесом и государством (табл. 1).

Из элементного состава «тройной спирали» (табл. 1) видно, что железнодорожный вуз осуществляет образовательную, инновационную и коммерческую деятельность, что является необходимым условием, с одной стороны, для получения синергетического социально-экономического эффекта как самим вузом, так и его партнерами в модели (бизнесом и государством), а с другой – для комплексного развития железнодорожной отрасли.

Элементы модели «тройная спираль» и их функции

Название элемента	Деятельность элемента в рамках модели
Вуз как научно-образовательный комплекс	Проводит обучение студентов профиля подготовки «Логистика и управление цепями поставок» направления «Менеджмент». Выполняет гранты по исследованию транспортно-логистического рынка Новосибирска, области, региона и страны. Осуществляет инновационную работу (в структуре вуза функционирует Бизнес-инкубатор в транспортной сфере [1] и Центр развития инновационных
Бизнес	Иницирует целевую подготовку в вузовской системе персонала среднего звена и (или) совместно с вузом проводит такую подготовку. Руководители и специалисты железнодорожных компаний (по запросу вуза) встречаются со студентами в рамках мероприятий, посвященных трудоустройству студентов. Представители бизнеса проводят для студентов тематические мастер-классы. По заказам бизнеса разрабатываются программы повышения квалификации персонала, выполняющего транспортно-экспедиционную работу.
Федеральные, региональные и муниципальные органы власти	Реализуется кооперация Федерального агентства железнодорожного транспорта и других органов власти с вузовской системой подготовки транспортных кадров, что ориентировано на достижение государственных целей и задач в сфере железнодорожного транспорта

Другим отраслевым вузом, активно работающим над вопросом управления компетентностью персонала, осуществляющего транспортно-экспедиционную работу, является «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» (МИИТ). С целью ритмичного сбыта транспортных услуг ОАО «РЖД» на базе Института управленческих и информационных технологий (ИУИТ) МИИТ разработана программа «Технология выявления и устранения непроизводительных потерь в структурных подразделениях Центра фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО)». В 2016 году на базе ИУИТ МИИТ в рамках деятельности центра маркетинга и транспортного обслуживания на железнодорожном транспорте объявлен набор на магистерскую программу «Логистика на транспорте» [21, с. 76–77].

С организационной точки зрения, положительно в подготовке кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли зарекомендовали себя тематические круглые столы и научно-практические конференции, проводимые железнодорожными вузами.

В современных экономических условиях подготовка кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли и повышение квалификации работников этого сегмента основаны на следующих организационных принципах:

- своевременность подготовки и повышения квалификации;
- ориентация образовательных программ (модулей) на компетенции и уровень квалификации, требуемые конкретному работодателю;
- оптимальная продолжительность и эффективность адаптации студента (выпускника) на рабочем месте в конкретной железнодорожной компании;
- совмещенность повышения квалификации с выполнением работником своих функциональных должностных обязанностей – специалист обучается на своем рабочем месте или с помощью дистанционных образовательных технологий.

Следует отметить, что управлением компетентностью транспортно-экспедиционного персонала занимаются и в самом железнодорожном бизнесе.

Например, большая методическая и организационная работа, направленная на эффективное обучение и повышение квалификации персонала по современным программам, проводится Центром фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) ОАО «РЖД». За последние годы ЦФТО было создано более десятка различных обра-

зовательных курсов и авторских разработок [21, с. 76]. Некоторые из этих программ рассмотрены ниже (табл. 2).

Таблица 2

**Примеры программ повышения квалификации,
разработанные ЦФТО**

Год	Название программы	Цель программы	Целевая аудитория
2013	«Эффективный менеджмент транспортной отрасли: грузовые перевозки» (разработана совместно с Корпоративным университетом ОАО «РЖД»)	Формирование группы «агентов изменений» для внедрения клиентоориентированного сервиса в грузовых перевозках, организации грузовой работы и взаимодействия с потребителями услуг по принципу одного окна	Менеджеры по работе с клиентами и специалисты центров маркетинга и продвижения услуг, а также руководители технологических отделов ЦФТО
2014	«Бизнес-моделирование технологических процессов транспортного обслуживания ОАО «РЖД» (разработана совместно с Корпоративным университетом ОАО «РЖД»)	Формирование систематизированных знаний и стандартных подходов к описанию новых транспортно-логических услуг и созданию соответствующих регламентов взаимодействия с производственным блоком, а также формирование единых технологических решений, связанных с развитием и совершенствованием автоматизированной системы «ЭТРАН»	Руководители и специалисты технологических отделов ЦФТО
2015	«Современные методы продажи услуг в сфере грузовых перевозок» (разработана совместно с ИУИТ МИИТ)	Обучение решению проблем повышения уровня обслуживания грузовладельцев.	Агенты фирменного транспортного обслуживания

Представленная (в табл. 2) информация свидетельствует о том, что программы повышения квалификации железнодорожного персонала, осуществляющего транспортно-экспедиционную работу, разрабатываются ЦФТО ежегодно.

Образовательные ресурсы, имеющиеся в распоряжении ОАО «РЖД», дополняет разработанная и реализованная в 2015 году на базе Корпоративного университета ОАО «РЖД» принципиально новая программа подготовки руководителей и специалистов отделов мониторинга и маркетинга рынка грузовых перевозок, осуществляющих прогнозирование объемов предъявления груза к перевозке («Современные методы эффективной аналитики и прогнозирования») [21, с. 76]. Данная программа направлена на целевую подготовку руководителей и специалистов конкретных подразделений железнодорожных компаний.

Традиционно с подготовкой студента, востребованного в будущем на рынке железнодорожных транспортно-экспедиционных услуг, связана студенческая научно-исследовательская работа, в частности, опубликование студентами научных статей по различным вопросам железнодорожного транспортно-экспедиционного обслуживания, например, коммерческой работе [3], информационным технологиям [7], кадровым инновациям [10], функционированию объектов транспортно-экспедиционной инфраструктуры [11], операторам железнодорожного подвижного состава [13] и т.п.

Одним из современных трендов в образовании является использование в учебном процессе инновационных средств обучения и технологий, адаптированных под требования слушателей, например, к ним относятся системы управления обучением (LMS – Learning Management System). Одной из распространенных модификаций LMS является Moodle – система дистанционного обучения, которая работает с помощью сети

Интернет. В этой электронной образовательной среде возможно создание лекционных материалов, содержащих презентации и видеофайлы, вопросы внутри лекции (с настраиваемой последовательностью изучением), средств промежуточного и итогового контроля, в т.ч. тестов. Имеется также возможность совместной работы слушателей (через гиперссылку на документ или таблицу, созданные в приложениях Google) с коммуникацией их с педагогом через чат и систему отправки электронных сообщений.

Одним из авторов статьи в системе «Moodle» спроектированы и применяются электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК) для обучения в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина» бакалавров по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» (профиль «Организация перевозок на транспорте»). Эти ЭУМК содержат, в том числе, учебный материал (в который входят авторские презентации, практические и самостоятельные работы, тесты) по транспортно-экспедиционному обслуживанию в железнодорожном сегменте, а также прошли внутреннюю экспертизу, что подтверждается соответствующими сертификатами.

По нашему мнению, подготовка современного высококвалифицированного экспедитора для железнодорожного сегмента в условиях рыночной экономики, в целом, включает систему специальных блоков, отражающих структуру профессиональной деятельности данного специалиста (рис. 1).



Рис. 1. Систематизация содержания в подготовке конкурентоспособного экспедитора

Наряду с этим, положительно зарекомендовал себя сетевой семинар по организации системы Сервисных центров ПАО «ТрансКонтейнер», в рамках которого проводились лекции, одна из которых была посвящена современной нормативной базе транспортно-экспедиционной деятельности, а также опыту работы зарубежных железных дорог в сфере предоставления транспортно-экспедиционных услуг [14].

Авторами статьи разработана графическая модель подготовки экспедиторов в условиях глобализации и государственного регулирования транспортно-логистической инфраструктуры (рис. 2).



Рис. 2. Схема реализации комплексной программы подготовки экспедиторов

Вместе с тем, на железнодорожном транспорте в последнее время проводится дополнительное профессиональное обучение экспедиторского персонала (табл. 3).

Таблица 3

Дополнительное профессиональное образование экспедиторского персонала на железнодорожном транспорте (составлено на основании [8])

Наименование учебной программы	Контингент	Аннотация учебной программы
Современные методы продажи услуг в сфере грузовых перевозок	Начальники и заместители начальников линейных агентств фирменного транспортного обслуживания, агенты и специалисты системы фирменного транспортного обслуживания (СФТО)	Повышение качества обслуживания грузоотправителей и грузополучателей. Регламенты и технологии, определяющие порядок оформления перевозочных документов. Формирование навыков эффективного взаимодействия с клиентами и внутри коллектива.
Организация коммерческой работы на основании функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозок	Начальники грузовых станций, начальники грузовых районов, заместители начальников станций по коммерческой работе	Грузовые и коммерческие операции на железнодорожных путях общего пользования. Организация перевозки опасных и негабаритных грузов. Особенности приема опасных грузов к перевозке, их размещения и крепления в вагонах и контейнерах, документального оформления; оформления перевозочных документов на порожние вагоны после выгрузки опасных грузов. Требования к подвиж-

Наименование учебной программы	Контингент	Аннотация учебной программы
зочного процесса		ному составу для погрузки опасных и негабаритных грузов. Тарифы, сборы и плата за грузовые железнодорожные перевозки, выполняемые ОАО «РЖД». Виды маршрутов. Маршрутизация вагонопотоков, расчеты экономической эффективности. Принципы правового регулирования железнодорожных перевозок.
Грузовая и коммерческая работа	Руководители и специалисты	Нормативные документы, регламентирующие перевозки на железнодорожном транспорте. Организация актово-претензионной работы. Основы транспортной логистики и транспортной безопасности на железнодорожном транспорте, менеджмента качества в грузовой работе.
Актуальные вопросы организации фирменного транспортного обслуживания и нормативно-правового регулирования на железнодорожном транспорте	Агенты СФТО, товарные кассиры	Современные технологии организации фирменного транспортного обслуживания. Ребрендинг СФТО. Институт агента-менеджера как развитие СФТО. Маркетинговая среда железнодорожной компании. Рынок грузоперевозок. Клиенты и их поведение. Стратегия сбыта. Ценообразование и тарифы на железнодорожном транспорте. Устав железнодорожного транспорта о перевозках грузов. Правовые методы повышения сохранности груза и железнодорожного подвижного состава в пути следования. Логистические концепции условий перевозок грузов. Автоматизированная система (АС) «ЭТРАН». Порядок оформления перевозочных документов через ТКД и Единый клиентский центр в АС «ЭТРАН». Клиентоориентированные коммуникативные технологии.

Кроме этого, одним из авторов статьи на основе изучения и анализа имеющихся образовательных программ, рекомендаций, научных и учебных публикаций [6, 15, 16, 17], ориентированных на подготовку экспедиторов-железнодорожников, а также собственного научно-педагогического опыта работы, была разработана программа повышения квалификации «Системный подход к транспортно-экспедиционному обслуживанию на железнодорожном транспорте» (табл. 4), утвержденная в Нижегородском филиале МИИТ.

Таблица 4

Краткое содержание авторской программы повышения квалификации «Системный подход к транспортно-экспедиционному обслуживанию на железнодорожном транспорте»

Номер модуля	Название модуля	Рассматриваемые вопросы в модуле
1	Организация и технология транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте	Коммерческая работа в железнодорожном сегменте; организационные основы транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте; сравнение вариантов транспортно-экспедиционного обслуживания с участием железнодорожного транспорта
2	Современные транспортно-экспедиционные услуги на железнодорожном транспорте	Информационно-справочные, коммерческие и технологические транспортно-экспедиционные услуги на железнодорожном транспорте

Номер модуля	Название модуля	Рассматриваемые вопросы в модуле
3	Актуальные решения по развитию транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте	Организационно-экономические решения по развитию транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте; технико-технологические решения по развитию транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте
4	Разработка перспективных компонентов развития транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте	Возможности интеграции в транспортно-экспедиционное обслуживание новых участников; технология одного окна

Разработанная программа повышения квалификации «Системный подход к транспортно-экспедиционному обслуживанию на железнодорожном транспорте» также характеризуется комплексом параметров (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика параметров авторской программы повышения квалификации «Системный подход к транспортно-экспедиционному обслуживанию на железнодорожном транспорте»

Параметр программы	Характеристика параметра
Целевая аудитория	Менеджеры транспортных служб; транспортные экспедиторы железнодорожных грузовых станций, терминалов; товарные кассиры; агенты центров фирменного транспортного обслуживания; специалисты контакт-центров, маркетологи компаний-операторов подвижного состава; специалисты по грузовой и коммерческой работе.
Средства:	
– теоретического обучения	Лекции, тематический видеоматериал
– практического обучения	Кейс-задания, задачи
– контроля знаний	Тесты, вопросы на зачет
Объем	72 часа
Формы обучения	Очно-заочная, с использованием дистанционных технологий
Программное обеспечение	Комплекс программ для железнодорожных перевозок и таможенного оформления; Электронный справочник «Бизнес. Отрасль перевозки»
Документ по окончании обучения	Удостоверение о повышении квалификации

Комплексное использование предлагаемых образовательных модулей (см. табл. 4) и средств обучения и контроля знаний (см. табл. 5) создает реальные возможности для качественного формирования специальных компетенций, необходимых для профессиональной работы современного экспедитора в железнодорожной отрасли.

Продвижение разработанной программы осуществлялось в Горьковском территориальном центре фирменного транспортного обслуживания ОАО «РЖД», филиале ПАО «ТрансКонтейнер» на Горьковской железной дороге, Нижегородском агентстве АО «Федеральная грузовая компания» и Нижегородском филиале АО «РЖД-Логистика».

С целью получения эффективного образовательного результата при подготовке кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли авторы статьи рекомендуют следующий алгоритм:

– начинать обучение с «установочной» лекции (краткий обзор и инструкции по изучению учебного материала, график обучения; презентация учебно-методического и кадрового обеспечения процесса обучения);

– проводить для студентов познавательные экскурсии на отраслевые объекты;

– задействовать в преподавании профессиональных работников транспортно-экспедиционной отрасли и компетентных преподавателей;

– использовать гибкие образовательные программы.

Вместе с тем авторы статьи солидарны с рекомендацией использования новых образовательных технологий (дистанционное обучение – самообучение по учебной программе в среде Интернет) для повышения уровня квалификации специалистов железнодорожного транспорта [19, с. 73].

Таким образом, из приведенной информации видно, что при подготовке в современных рыночных условиях кадров для железнодорожного сегмента транспортно-экспедиционной отрасли железнодорожные вузы в своих организационных подходах и образовательных программах стремятся учитывать реальные запросы (проблемы) бизнес-сообщества. Вместе с тем, железнодорожные компании изменяют свое отношение к повышению квалификации персонала с традиционного на восприятие данного образовательного процесса в качестве одного из приоритетных для компании проектов. Кроме этого, чем больше различных программ подготовки кадров и повышения квалификации персонала предлагает вуз, тем больше у него возможностей для создания «интегрирующих» учебных курсов, способных в перспективе оказаться востребованными на рынке образовательных услуг.

Список литературы:

- [1] Бизнес-инкубатор в транспортной сфере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stu.ru/science/index.php?page=1542>, свободный.
- [2] Бурносов Н.М., Левин Б.А., Баклашин А.И., Галахова В.И., Демещих, Латыфуллина И.И., Устинова Г.И. Работа с кадрами железнодорожного транспорта в условиях экономических реформ: учебное пособие. – М.: ВЗИИТ, 1993. – 73 с.
- [3] Казначеев А.Н., Сиротки А.А. Коммерческая работа в транспортно-экспедиционном обслуживании. В сборнике: Актуальные вопросы экономики региона: анализ, диагностика и прогнозирование Материалы V Межд. студ. научно-практич. конф. Нижегородский филиал МИИТ; редактор Н.В. Пшениснов. – 2015. – С. 265–275.
- [4] Комаров К.Л., Зайцева Т.С. Формирование инновационной системы подготовки кадров для терминально-логистических центров // Железнодорожный транспорт. – 2013. – №2. – С. 67.
- [5] Кретов С.П. Механизм формирования трудового потенциала железнодорожного транспорта при его реформировании (на примере Западно-Сибирской железной дороги): дис. ... канд. экон. наук. – С. 51.
- [6] Мордовченков Н.В., Сироткин А.А., Кузьмичев С.В. Системный подход к развитию транспортно-экспедиционного обслуживания в железнодорожной холдинговой компании // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2015. – № 45. – С. 265–275.
- [7] Пакина С.А., Сироткин А.А. Современные информационные системы как инструменты обеспечения качества транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте. В сборнике: Актуальные вопросы экономики региона: анализ, диагностика и прогнозирование Материалы V Межд. студ. научно-практич. конф. Нижегородский филиал МИИТ; редактор Н.В. Пшениснов. – 2015. – С. 326–330.
- [8] План дополнительного профессионального образования руководителей и специалистов холдинга «РЖД» в высших учебных заведения железнодорожного транспорта на 2015 год Утвержден распоряжением ОАО «РЖД» от 16.02.2015г № 398р.
- [9] Повесьма Н.В. Развитие социальной компетентности будущих специалистов железнодорожного транспорта в вузе : дис. ... канд. пед. наук. – Челябинск, 2011. – 211 с.
- [10] Попков А.А. Новый подход к повышению квалификации специалистов ОАО «РЖД» Сибирский государственный университет путей сообщения // Международная научная конференция «Молодые исследователи – регионам», – Вологда, 2013.
- [11] Прокофьева О.С., Бутаковой Н.Г. Иркутский государственный технический университет «Проблемы развития грузоперерабатывающих терминалов и складских комплексов» // Авиа-

- машиностроение и транспорт Сибири – 2012: сб. научных трудов студентов и преподавателей института авиамашиностроения и транспорта. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – С. 96–100.
- [12] Развитие персонала на железнодорожном транспорте: Методическое пособие / В.И. Апатцев, Б.А. Левин, А.В. Слобожанко. – М.: ВЗИИТ, 1994. – 71 с.
- [13] Репина Р.В., Сироткин А.А. Операторы железнодорожного подвижного состава в транспортно-экспедиционном обслуживании: современные проблемы и перспективы развития // В сб.: Актуальные проблемы развития транспорта; материалы III Межд. студ. научно-практич. конф. – Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, Нижегородский филиал. – 2016. – С. 25–29.
- [14] СГУПС – Повышение квалификации – Сервис-центры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stu.ru/iptt/index.php?page=590>.
- [15] Сироткин А.А., Китов А.Г. Транспортно-экспедиционное обслуживание на наземном транспорте: современное состояние и перспективы развития: учебное пособие. – М.: Издательство Общества с ограниченной ответственностью «ТАНСЛИТ», 2016. – 160 с.
- [16] Сироткин А.А., Китов А.Г., Кузнецов В.П. Методологические основы формирования и совершенствования логистики на железнодорожном транспорте // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 2-1 (67-1). – С. 1086–1089.
- [17] Сироткин А.А., Мордовченков Н.В. Методологические основы решения логистических проблем операторов железнодорожного подвижного состава // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 1-2 (66-2). – С. 549–552.
- [18] 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. – Н.Новгород, 2005. – 173 с.
- [19] Федоров Г.В. Методы организации процесса профессионального развития персонала на железнодорожном транспорте: дис. ... канд. техн. наук. М., 2005, С. 73–75.
- [20] Центр развития инновационных компетенций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stu.ru/science/index.php?page=1541>, свободный.
- [21] ЦФТО повышает уровень // РЖД-Партнер. – 2016. – № 1–2. – С. 76–77.
- [22] Чурилин А.В. Уровни, критерии и показатели профессионально-управленческой культуры инженеров железнодорожного транспорта // Высшее образование сегодня. – 2012. – № 6.
- [23] Чурилин А.В. Формирование в вузе основ профессионально-управленческой культуры инженеров железнодорожного транспорта: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2013. – 194 с.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE PERSONNEL COMPETENCE IN THE RAILWAY SEGMENT OF THE FORWARDING INDUSTRY

S.V. Kuzmichev, N.V. Mordovchenkov, A.A. Sirotkin

Key words: *personnel, training, advanced training, program, competence, forwarding industry.*

In the article the modern theory and practice of organizational and methodical work on forming and development of the personnel competence in the railway segment of the forwarding industry are provided. Participation of high schools and railway industry companies in training and development of the personnel competence in the stated segment is considered. The authors developed the schemes structuring work on forming and development of the competence in the sphere of forwarding servicing.

Статья поступила в редакцию 11.01.2016 г.

УДК 338.49

Н.В. Мордовченков, доктор экономич. наук, профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Т.Е. Новикова, кандидат экономич. наук, доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

КОНВЕРГЕНЦИЯ МИРОВОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ РЫНКА: ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ АСПЕКТ

Ключевые слова: *конвергенция, интеграция, глобализация, рыночная инфраструктура, контроллинг, рынок транспортных услуг.*

В статье рассматриваются вопросы развития рыночной инфраструктуры в условиях государственного регулирования экономики и менеджмента. Представлена модель конвергенции региональной и мировой экономики с учетом глобализации мировой системы рынков.

Причины обращения ученых и экономистов к вопросу конвергенции¹ различны. Дело в том, что конвергенция может выступать и необходимым условием, и результатом экономической интеграции на региональном уровне.

В первом случае без достижения определенного уровня конвергенции практически невозможны дальнейшие шаги по углублению интеграции стран, например, если их экономические интересы будут различны, то достижение общих задач интеграции будет более сложным и затратным. Не менее важны и различия институционального характера, т.к. имея различный механизм принятия решений, невозможно правильно понять действия партнера, а следовательно, создать дополнительные препятствия для интеграции [1].

По нашему мнению, формирование современной региональной рыночной инфраструктуры связано с необходимостью не только расширения и углубления параметров исследования, но и моделирования хозяйственных процессов. Необходимо формировать созидательную (блокирующую) инфраструктуру, препятствующую разрушительному (негативному) воздействию на социально-экономическую систему на мезо-уровне [3].

Комплексное исследование региональной инфраструктуры в условиях рынка необходимо осуществлять в соответствии с отдельно взятой концепцией (дифференцированный подход), а затем группировать аналогичные по характерным признакам концепции (интегрированный подход). Рассмотрение вопроса рыночной инфраструктуры говорит о том, что происходит ее трансформация в направлении совершенствования и эффективности. Под воздействием глобализации каждый регион вынужден надлежащим образом корректировать свою региональную инфраструктурную политику, при этом используется системный анализ и разрабатывается собственная комплексно-технологическая инфраструктурная стратегия, созданная на основе позитивного сценария на будущее [2, 5].

Мировой опыт свидетельствует, что при помощи гармонизированной международной инфраструктуры удастся рационально решать на основе интеграции такие актуальные современные мегапроблемы, как транспортная, телекоммуникационная, топливно-энергетическая и продовольственная. Региональная инфраструктура обеспечивает, в частности, решение задач, связанных с дальнейшим развитием специализации и кооперирования обрабатывающей промышленности, эколого-экономической безопасности в условиях государственного регулирования экономики [3].

¹ Конвергенция от лат. слова *convergere* – приближаться, сходиться

Эволюция рыночной экономики характеризуется созданием единого динамично развивающегося инфраструктурного комплекса, требующего системного методологического исследования. Эффект мультипликатора при обработке и использовании эмпирических данных должен привести к формированию искомой методологии. Решение проблем функционирования инфраструктуры, применение эконометрических методов и моделей являются эффективным опытом и инструментарием для государственного регулирования в практике исследования анализа и прогнозирования региональной инфраструктуры. Авторами статьи подтверждается необходимость создания адаптированной графической модели современной рыночной инфраструктуры в условиях государственного регулирования экономики и менеджмента (рис. 1).

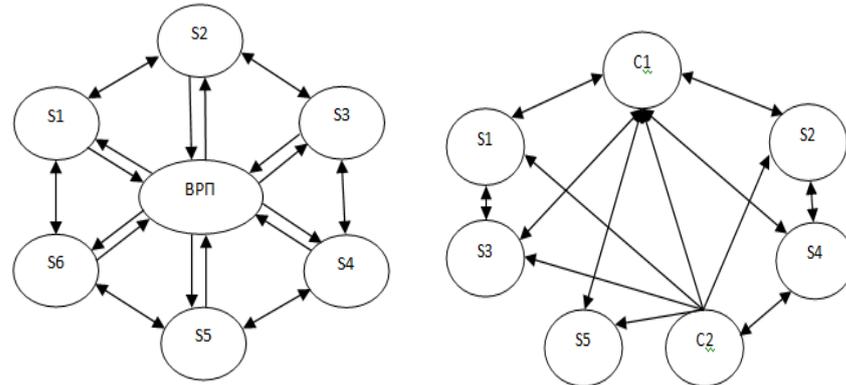


Рис. 1. Концептуальная схема управления рыночной инфраструктурой региона

Исследуя глобальные процессы мировой системы рынков, авторы статьи в качестве рабочей гипотезы сделали также предположение об адекватной терминологии (из теории электромагнитного поля), ретранслируемой на региональную инфраструктуру (конкретная область связанности групп товаров, их продавцов и покупателей). Замкнутая направленность цепочки спроса и предложения аналогична замкнутой эконо-

мической силовой линии, интенсивность которой пропорциональна потоку товара по этой линии (в денежном эквиваленте) [3].

Вместе с тем состояние конвергенции в системе региональных рынков наступает в том случае, если число силовых экономических линий, пересекающих границы любого региона, превышает число замкнутых силовых линий, расположенных строго в границах отдельно взятого региона [2] (рис. 2).



а) Модуль мезоэкономики (экономика регионов)

б) Модуль мегаэкономики (глобализация экономики)

Рис. 2 Модель конвергенции региональной и глобальной экономики

S1...S6 – предприятия моногорода, регионы, страны, включенные в систему международной экономики;

ВРП – формируемый внутренний продукт S_i -го региона.

C1 и C2 – ТНК1 и ТНК2 (транснациональные корпорации).

По нашему мнению, трансформируя известную эконометрическую модель Я. Тинбергена, получим консолидированную гравитационную функцию региона в глобальную сеть экономики при государственном ее регулировании, т.е.

$$\lambda = \sum_{j=1}^m \sum_{i=0}^n 1/1 - a * \alpha_0 * Y_i^{\alpha_1} * Y_j^{\alpha_2} * D_{ij}^{\alpha_3}, \quad (1)$$

где λ – консолидированная функция региональной экономики под глобальным воздействием мировой системы рынков в условиях государственного регулирования;

i – характеризует процесс экспортных поставок товаров (работ, услуг);

j – то же по импорту;

m – количество возможных контрактов (договоров) по экспорту;

n – количество возможных внешнеэкономических контрактов по импорту;

$1/1-a$ – мультипликатор региональной инфраструктуры;

a – коэффициент дисконтирования;

α_0 – коэффициент привлекательности внешнеэкономической деятельности региона;

Y_i – валовой региональный продукт отдельно взятого региона-экспортера в условиях государственного регулирования;

Y_j – валовой региональный продукт отдельно взятого региона-импортера в условиях государственного регулирования;

D_{ij} – расстояние между двумя регионами;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – эластичность экспорта по независимым переменным [3].

Используя, развивая и дополняя гравитационный метод, авторы солидарны с концепцией внедрения инфраструктурного зонирования, на основе которого может быть реализовано комплексное развитие промышленно-транспортных и социально-демографических агломераций, созданы реальные условия для привлекательности инвестиционно-инновационного капитала, спроектирована оптимальная дислокация инфраструктурного комплекса с учетом экономически обоснованного прогнозирования, полезности конвергенции глобализации и социально-значимого ресурса в контексте повышения качества жизни. На основе комплексного исследования и известной теории экономики регионов Айзарда, применения эконометрических методов, математического моделирования (эконометрических моделей) авторы вправе утверждать о необходимости создания и трансформации нового научного направления – методологии системного исследования комплексных транспортных проблем в развитии региональной экономической инфраструктуры в условиях рынка.

Для повышения эффективности рыночной инфраструктуры необходимы активные упреждающие меры по воздействию инфраструктурных элементов организационно-экономического механизма на экономику региона (рис. 3).



Рис. 3. Конвергенция элементов организационно-экономического механизма развития инфраструктуры региона в условиях рынка

Значительное влияние в управлении экономикой региона оказывает контроллинг, представляющий собой органическое единство методов и механизмов рыночной инфраструктуры. Экономический механизм контроллинга по оценке экономической

диагностики функционирования системы должен быть приоритетным в практике управления субъектами федерации и важнейшей составной частью регионального управления экономикой и финансами. Мезоконтроллинг позволяет сделать качественное смещение акцентов от фиксирования фактических статистических данных в направлении активного оперативного контроля за реализацией планов и комплексного анализа развития рыночной инфраструктуры региона. Авторами статьи представлена графическая модель контроллинга с учетом выделения базовых взаимодействующих инфраструктурных элементов в экономике регионов исходя из проведенного теоретического исследования (рис. 4).

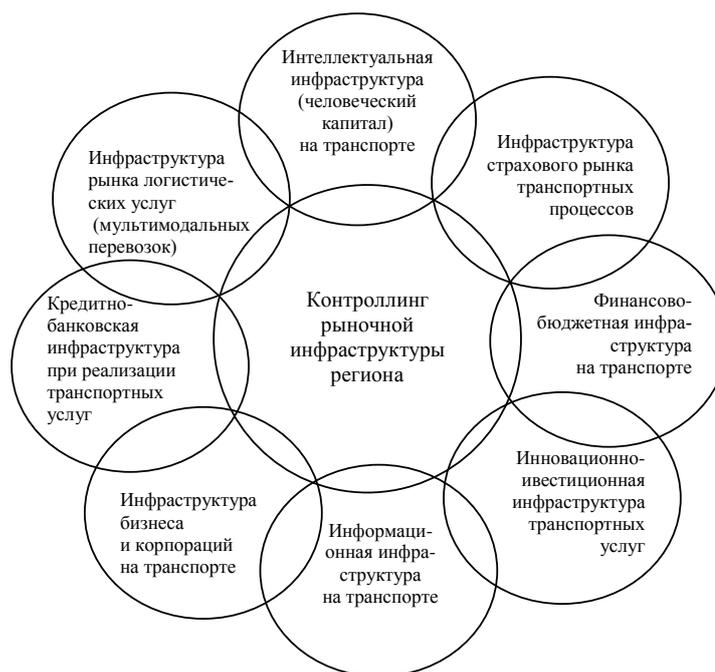


Рис. 4. Конвергенция *i*-элементов инфраструктуры контроллинга региональной экономики в условиях рынка

Таким образом региональный контроллинг является прогрессивным организационно-экономическим механизмом управления субъектов федерации на основе существующих программ развития региона, статистической и оперативной информации о деятельности хозяйствующих объектов и социологических опросов населения [4].

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что даже с позиции одного отдельно взятого региона значимые звенья рыночной инфраструктуры формируют методологическую основу (философию) государственной надежности и конкурентоспособности мезоэкономики, мезомаркетинга и мезоменеджмента в условиях трансформации рынка.

При этом в качестве важнейшего организационно-экономического механизма повышения эффективности региональной инфраструктуры в условиях рынка предлагается партнерство государства и частного сектора экономики на основе концессии.

Конвергенция элементов производственной, экономической, институциональной инфраструктуры и инфраструктуры жизнеобеспечения создадут синергетический эффект, способствующий трансформации экономики и менеджмента региона.

Эффективная инфраструктурная политика в условиях государственного регулирования и влияния глобальных процессов должна быть построена по центроостремительному, а не по центробежному принципу, создавая достойные предпосылки качества жизни, обеспечивая систему безопасности (национальную, правовую, экономическую, экологическую, социальную, информационную), политика должна быть конкурентоспособной, и тогда привлекательность региона позволит повысить его рейтинг и значимость не только на мезоуровне, но и в условиях трансформации мировой системы рынков.

Список литературы:

- [1] Авдокушин Е.Ф., Цой А.В. ЕАЭС в системе современных процессов международной экономической интеграции // Вопросы новой экономики. – 2016. №3 (39). – С. 5.
- [2] Мордовченков Н.В. Методологические основы совершенствования функционирования современной инфраструктуры (региональный аспект): монография. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.Н. Лобачевского, 2002. – 322 с.
- [3] Мордовченков Н.В. Инновационная система комплексного исследования и моделирования региональной инфраструктуры в условиях глобализации экономики и финансов / Н.В. Мордовченков // Межрегиональная группа ученых – институт проблем новой экономики. – 2004. – №3–4. – С. 44–49.
- [4] Экономика развития региона: проблемы, поиски, перспективы: ежегодник. – Вып. 9 / ООИ РАН, ЮССРЭН, ЮНЦ РАН, Вол. ГУ; гл.ред. О. В. Иншаков; ред.: В.В. Курченко [и др.]; редсовет: Л. А. Аносова [и др.]. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2008. – 790с.
- [5] Региональная экономика: учебник / В.И. Видяпин [и др.]; доп. Мин-вом образования РФ для студ. вузов экон. спец.; под ред.В.И. Видяпина, М.В. Степанова. – М.: Инфра-М, 2012. – 666 с.

**CONVERGENCE OF GLOBAL AND REGIONAL ECONOMY
IN THE CONDITIONS OF MARKET:
INFRASTRUCTURAL ASPECT**

N.V. Mordovchenkov, T.E. Novikova

Key words: convergence, integration, globalization, market infrastructure, controlling, transport services market.

The article considers the issues of market infrastructure development in the conditions of the government regulation of economy and management. The authors present the model of the regional and world economy convergence in view of the world market system globalization.

Статья поступила в редакцию 24.11.2016 г.

УДК 656.078

А.А. Никитин, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.Н. Костров, д.э.н., профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

С.В. Костров, к.э.н. ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЕРЕВОЗОК

Ключевые слова: *взаимодействие, инфраструктура, порт, комбинированные перевозки.*

В статье рассматривается управленческий аспект системы, важный для организационно-экономического взаимодействия всех уровней жизненного цикла обработки грузов в речном порту при осуществлении комбинированных перевозок.

Как утверждают В.А. Долятовский и В.Н. Долятовская, исследование систем управления возникло как ответвление «административной науки», сформулированной А. Файолем. В 50–60-е годы были разработаны первые технологии анализа систем управления и были заложены основы нормативного подхода к процессам анализа [2].

Достаточно глубоко исследование систем управления применительно к транспортной отрасли проведены А.К. Покровским [6].

Транспортно-технологическая система, указывается А.К. Покровским, – это взаимосвязанный комплекс эксплуатационных, технических и технологических факторов, обеспечивающих метрически скоростную сохранную доставку груза клиента при приемлемом для последнего уровне транспортных издержек, не снижающих конкурентоспособность товаров и не сдерживающих развитие торгово-промышленных связей [6]. Наличие других, например, маркетинговых, коммерческих, информационных факторов добавляет логистическая концепция управления [5].

Вместе с тем, следует отметить, что портовая инфраструктура выполняет в первую очередь производственную функцию (обработка грузов), к тому же теория управления имеет универсальный характер и применима практически ко всем объектам производственно-транспортной деятельности.

В настоящее время одними из наиболее распространенных средств ведения бизнеса стали альянсы предприятий, что очень важно и в логистике, основанной на применении мультимодальных и интермодальных технологий, составляющих базис современных комбинированных перевозок.

Очевидно, что когда конкурируют группы компаний, делают вывод Мартин Кристофер и Хелен Пэк, то целью должна стать максимизация объединенного преимущества, а не конкурентного преимущества в его традиционном значении, применяемой для отдельной компании. Для получения этого объединенного преимущества и распространения коллективной конкурентоспособности и навыков на всю группу компаний / всех участников необходимо объединение знаний и информации и их использование.

При разработке стратегии маркетинга и логистики, основанной на партнерстве и взаимодействии элементов интегрированной системы, можно говорить об «управлении знаниями»¹, основанном на следующей идее:

¹ Здесь авторы имеют в виду управление знаниями в альянсах, но управление знаниями может носить и корпоративный характер, который гораздо уже по сравнению с альянсами предприятий (примеч.).

Компетенции + навыки = возможности,

и что именно возможности обеспечивают конкурентное преимущество. Различают три вида ключевых возможностей:

- управление взаимоотношениями с партнёрами и клиентами;
- управление использованием инноваций;
- эффективное управление интегрированной цепочкой поставок.

Таким образом, основная задача состоит в получении полного набора компетенций и навыков в этих сферах деятельности. При этом партнерство и организационно-экономическое взаимодействие приобретают решающее значение [4].

Все это позволяет расширять и углублять возможности использования логистического инструментария в инновационной экономике, в том числе в воднотранспортной системе в рамках моделирования взаимодействия элементов и подсистем портовой инфраструктуры транспортных узлов в системе комбинированных перевозок.

Портовая система строится из элементов, выполняющих логистические функции по терминальному обслуживанию грузопотоков – причалов с перегрузочной техникой, складских ресурсов и других, относящихся к инфраструктурным элементам и не только. Авторская классификация портовой инфраструктуры представлена на рис. 1.

Любая система управления, в том числе и портовая, состоит из объекта и субъекта (органа) управления, причем орган управления включён в контур обратной связи (рис. 2). Обозначения на рис.: X – входящие потоки; Y – выходящие потоки; Y' – текущее состояние объекта, измеренное субъектом управления; ξ – вектор случайных возмущений; $t \in T$, где T – цикл управления (отрезок времени, в течение которого достигаются цели управления).

Необходимо отметить, что наблюдаемость объекта управления ограничена неопределённостью и неточностью поступающей информации, т.е. не является полной и достоверной $|Y'(t)| < |Y(t)|$, что получается за счет ошибок измерения, применяемых методов передачи информации, искажений и т.д.

При этом для эффективного функционирования и развития портовой системы орган управления должен иметь:

1. Цель (G) управления.
2. Модель объекта управления (M), т.е. знание объекта.
3. Ограничения (L) – ресурсов, методов, знаний.
4. Состояние и воздействие внешней среды (W).

$Gt - Y_{ж}(T)$ определение цели, основано на желаемых результатах, конечном состоянии объекта управления. $Y'(t)$ сопоставляется с G, M, L, W и вычисляется текущее отклонение от цели: $\delta Y(t) = Y_{ж}(t)$, если $\delta Y = 0$, то управление не требуется. Управляющие воздействия $U(t)$ зависят от отклонений $\delta Y(t)$, G, M, L, W : $\bar{U}(t) = F [dY(t), G, M, L, W]$, где $\bar{U}(t)$ – вектор управляющих воздействий.

Если рассматривать систему управления в фазовой плоскости (система координат $Y1-Y2$), то со временем формируется фазовая траектория (рис. 3). При этом реальная траектория всегда отличается от заданной, и управленческое воздействие приводит их в соответствие.

Одним из свойств систем управления, как известно, является *устойчивость*, т.е. способность сохранять свое состояние с незначительными отклонениями после возмущающего воздействия. Динамическая система изменяет значения входной координаты в соответствии с законом:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(y, t), y(0) = b.$$

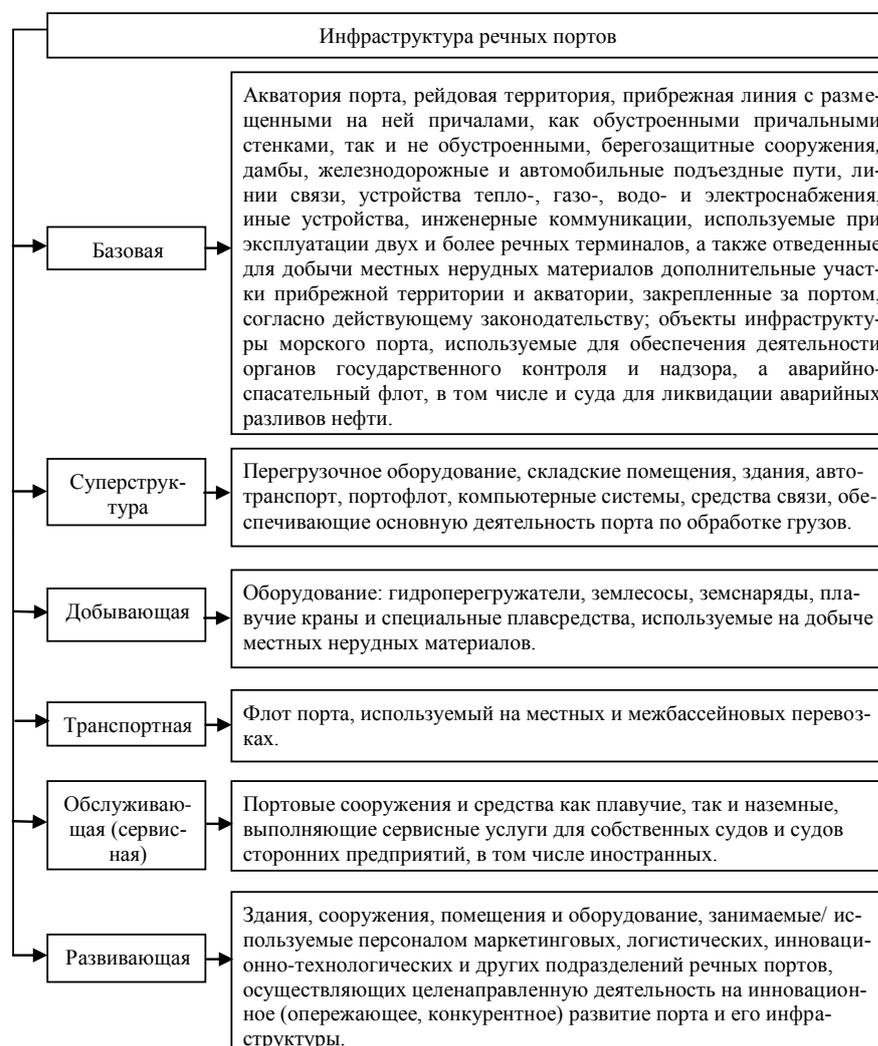


Рис. 1. Классификация инфраструктуры речных портов

Резюмируя сказанное выше, необходимо отметить, несмотря на то, что в управлении развитием и функционированием транспортной системы в настоящее время налаживается система комплексного планирования, что связано с такими глобальными федеральными программами, как Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года, в настоящее время в России нет адаптированных к специфике внутреннего водного транспорта общих научно-методических рекомендаций формирования проектов и программ развития портовой инфраструктуры. Этот факт обуславливает необходимость исследований по совершенствованию научно-методических подходов к формированию эффективных проектов и программ развития портовой инфраструктуры водного транспорта, основанных на международном опыте в решении этого вопроса, с учётом широкого применения комбинированных систем доставки грузов через речные порты.



Рис. 2. Схема системы управления портовой инфраструктурой

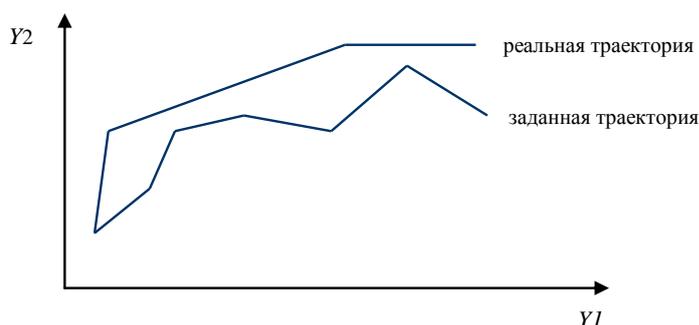


Рис. 3. Фазовые траектории

Важное место в исследовании вопросов взаимодействия элементов портовой инфраструктуры занимают аналитические модели межотраслевых транспортных систем, где каждый вид транспорта или транспортное предприятие, являясь самостоятельными субъектами транспортного рынка, работают на принципах сотрудничества и партнерства. Процесс доставки груза в этих условиях рассматривается как единая транспортная система (ЕТС), где участники перевозки объединены горизонтальными связями, работают во взаимодействии и выполняют отраслевые функции в общем процессе [1, 4].

В результате система комбинированных перевозок $S_{ij}^{CKП}$, принимая за основу модель Е.Н. Зайцева [3], может быть представлена в виде множества звеньев (видов транспорта или коммуникаций) и элементов (предприятий) с условиями, характеризующими эффективное функционирование и взаимодействие элементов системы:

$$S_{inkj}^{ТП} \in S_{ij}^{СКП};$$

$$S_{ij}^{СКП} = \{S_{inkj}^{ТП} | Y, X, F, C, H, T\},$$

где Y – параметры выхода комбинированной транспортной системы, характеризующие результат и эффективность ее функционирования;

X – набор основных переменных комбинированной транспортной системы, влияющих на изменения ее параметров в процессе функционирования и развития, получаемый результат;

F – набор факторов, характеризующих вид и характер воздействия внешней среды;

C – структура комбинированной транспортной системы, как совокупность элементов $S_{inkj}^{ТП}$ системы и связей между элементами в виде множества

$$Q = \{q_{inkj} : i = 1 \dots I ; n = 1 \dots N ; k = 1 \dots K ; j = 1 \dots J\};$$

H – свойства структуры системы, определяющие ее качество и характер стратегического взаимодействия элементов и звеньев;

T – период времени, например, текущее время $t, t \in [0, T]$.

Из анализа модели следует, что важным организационным моментом в управлении конкурентоспособностью комбинированных перевозок является создание эффективной структуры, обеспечивающей формирование системы создания выходной ценности с определением вклада в конечный результат каждого участника (звена, элемента) системы. При этом уровень системы может быть различным, в зависимости от целей исследований и решаемых задач: комбинированный терминал, воднотранспортный узел, региональный или межрегиональный маршрут, транспортный коридор или «транспортная ось» и т.д.

Рациональная структура и форма интегрированного управления взаимодействием субъектов системы комбинированных перевозок должны отвечать следующим требованиям:

- обладать функциональной пригодностью;
- создавать условия для эффективной работы всех элементов (звеньев);
- иметь минимальное количество уровней управления;
- обеспечивать оперативность в принятии решений и их реализации;
- гарантировать заданную надежность функционирования системы.

Обеспечение востребованности системы комбинированных перевозок и предлагаемой транспортной услуги обуславливается на первом этапе повышением конкурентоспособности за счет текущих мер (оптимизации варианта освоения перевозок по качеству, цене, надежности и т.п.), далее – тактических, то есть структурных изменений (применение новых элементов и их организационных форм взаимодействия), а затем – мероприятий стратегического характера (модернизация, строительство и приобретение нового флота, погрузоразгрузочного оборудования, развитие транспортно-логистической инфраструктуры и т.п.). Реализация предлагаемого в статье интерактивного алгоритма предусматривает оценку конкурентоспособности каждого показателя по контролируемым направлениям в следующей последовательности:

$K_{ТУ} \rightarrow K_{РС} \rightarrow K_{РБ}$, где $K_{ТУ}, K_{РС}, K_{РБ}$ – показатели конкурентоспособности соответственно транспортной услуги, структуры системы (состава и взаимосвязей элементов) и производственных ресурсов.

Выбор способа расчета показателей конкурентоспособности продукции (услуг) ведется обычно в зависимости от особенностей исследуемых атрибутов системы комбинированных перевозок (СКП). Для целей мониторинга конкурентоспособности транспортной услуги СКП с учетом [3] авторами рекомендуется использовать балль-

но-параметрический метод. Для расчета показателей конкурентоспособности производственных ресурсов данной системы в наибольшей степени подходит метод эталонного сравнения.

При определении конкурентоспособности структуры СКП также следует учитывать ряд особенностей. Во-первых, как показано А.А. Фетисовым [7], структура системы – это показатель ее состояния, то есть качество, и она может оцениваться через производительность системы или иную ценность результата, в том числе надежность, стабильность его получения. Поэтому в качестве атрибутов возможной структуры системы комбинированной перевозки могут использоваться два показателя: производительность и надежность функционирования СКП.

Производительность системы комбинированных перевозок или ее звена (элемента) $\Pi_p^{СКП}$ определяется отношением результата (выхода) системы $I_{\text{вых}}^{СКП}$ к затраченным ресурсам (входу) $I_{\text{вх}}^{СКП}$, то есть

$$\Pi_p^{СКП} = \frac{I_{\text{вых}}^{СКП}}{I_{\text{вх}}^{СКП}}.$$

Это соотношение в расчете на единицу времени будет выражаться формулой:

$$\Pi_p^{СКП} = \frac{Q_3^{СКП} l}{I_p^{СКП} t_3^{СКП}},$$

где $Q_3^{СКП} l$ – объем выполненных СКП перевозок, т-км;

$I_p^{СКП}$ – количество занятых в работе производственных ресурсов, руб.;

$t_3^{СКП}$ – период эксплуатации производственных ресурсов СКП, сутки.

Надежность системы интегрированного управления комбинированными перевозками определяется надежностью тех элементов, которые подвержены воздействию дестабилизирующих факторов. Выход из строя любого из компонентов системы управления нарушает нормальную работу структуры системы комбинированных перевозок. Поэтому надежность структуры управления и типа соединения взаимодействующих элементов системы комбинированных перевозок оценивается по формуле:

$$K_n^{СКП} = \sum_{r=1}^R \frac{n_r^{СКП}}{n_{об,r}^{СКП}},$$

где $K_n^{СКП}$ – коэффициент надежности структуры системы комбинированных перевозок;

$n_r^{СКП}$ – общее число качественно выполненных по r -му оценочному параметру процессов (функций, операций) системы комбинированных перевозок при $r = 1 \dots R$;

$n_{об,r}^{СКП}$ – общее число процессов (функций, операций) по r -му параметру системы комбинированных перевозок.

Значения коэффициента надежности структуры СКП находятся в пределах $0 \leq K_n^{СКП} \leq 1$. Поэтому чем выше значение коэффициента $K_n^{СКП}$, тем надежнее работают и взаимодействуют элементы (звенья) комбинированной системы перевозок.

Изложенный авторами методический подход может быть использован при проектировании на внутреннем водном транспорте как отдельных портовых терминалов, так и интегрированных портовых систем общей, единой транспортно-логистической цепи грузодвижения.

Список литературы:

- [1] Галабурда В.Г. Единая транспортная система: учеб. для вузов / В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А. Тимошин. – М.: Транспорт, 1996. – 295 с.
- [2] Долятовский В.А. Исследование систем управления: учебно-практическое пособие / В.А. Долятовский, В.Н. Долятовская. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Изд. центр «МарТ», 2003 – 256 с. (Серия «Новые технологии»). – (С. 3).
- [3] Зайцев Е.Н. Разработка методологии синтеза комплексной системы управления смешанными перевозками с целью повышения эффективности транспортно-логистических систем при неопределенности факторов их взаимодействия: дис. ... докт. техн. наук. – СПб., 2006. – 356 с.
- [4] Королева Е.А. Организационно-экономические основы функционирования транспортных коридоров: дис. ... докт. экон. наук: 08.00.05. – М., 2002. – 371 с.
- [5] Костров В.Н. Транспортная логистика: учебное пособие / В.Н. Костров, В.В. Цверов. – Н.Новгород: ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2009. – 224 с.
- [6] Покровский А.К. Исследование систем управления (транспортная отрасль): учебное пособие / А.К. Покровский. – М.: КНОРУС, 2010. – 360 с.
- [7] Фетисов А.А. Теория систем // Хомосапиенсология. – № 1 (7). – 2005. – 321 с.

**MODELING OF ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC
INTERACTION OF THE ELEMENTS OF PORT
INFRASTRUCTURE IN COMBINED TRANSPORTATION**

A.A. Nikitin, V.N. Kostrov, S.V. Kostrov

Key words: *interaction, infrastructure, port, combined transportation*

The article considers the management aspect of the system significant in the organizational-economic interaction at all levels of the cargo handling life cycle in a river port during the combined transportation performance.

Статья поступила в редакцию 21.07.2016 г.

УДК 656.624.3

*А.О. Ничипорук, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

**ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ
ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

Ключевые слова: *грузовые перевозки, транспортно-логистические системы.*

Рассмотрены структура и элементы логистических систем, опыт и особенности их построения на транспорте. Сформулировано понятие и предложена структурная композиция, обозначены задачи и направления исследований в области развития методического обеспечения качества и эффективности функционирования транспортно-логистических систем.

В последнее время главным направлением развития и совершенствования транспортного обслуживания в сфере производства, распределения и потребления продукции за рубежом и в нашей стране является логистика.

За рубежом необходимость использования логистики наиболее остро проявилась в периоды кризисов, так как многие действовавшие ранее системы распределения товаров оказались экономически устаревшими. Тогда специалисты обратились к логистике как одной из форм интеграции снабжения, производства, транспорта, распределения. В условиях перенасыщения рынка и усиления конкуренции логистика явилась важным резервом в повышении потенциала предприятий, действенным инструментом для снижения затрат. В общей структуре логистических издержек в различных отраслях промышленности экономически развитых стран наибольшую долю занимают затраты на управление запасами (20–40%), транспортные расходы (15–35%) и расходы на административно-управленческие функции (9–14%) [1, 2, 3]. При этом наблюдается рост издержек многих компаний на ряд логистических функций: транспортировка, обработка заказов, информационно-компьютерная поддержка, а также на логистическое администрирование.

В нашей стране высокий уровень запасов, слабая взаимосвязь участников по производству, распределению, доставке и потреблению продукции также требует поиска новых решений этой проблемы. Логистика предоставляет возможность создания гармоничных логистических систем с установленными параметрами движения сквозных материальных потоков, отличительной особенностью которых является высокая степень согласованности. Логистическая система – это сложная, структурированная экономическая система, состоящая из совокупности элементов (звеньев), связанных единым процессом управления движением материальных и сопутствующих потоков, границы и задачи функционирования которых объединены внутренними или внешними целями [2, 4, 5]. Принципиальная схема логистической системы приведена на рис. 1.



Рис. 1. Принципиальная схема логистической системы

На макро- и микроуровнях в виде логистической системы может быть представлено промпредприятие, территориально-производственный или транспортный комплексы, торговое объединение и т.п. Цель логистической системы – доставка товаров и изделий в заданное место, в нужном количестве и ассортименте, при заданном уровне издержек, в максимально возможной степени подготовленных к производственному или личному потреблению [4]. В логистической системе обычно формируется комплекс подсистем, состоящей из информационного, организационного, экономического, технического, правового, эргономического, экологического и других видов обеспечения.

С учетом проанализированной выше информации в более детализированном виде логистическая система представлена нами на рис. 2.

Следует отметить, что цели создания макрологистических систем (больших систем, элементами которых являются отдельные субъекты хозяйствования) могут в значительной степени отличаться от целей и критериев синтеза микрологистических систем (охватывающих внутривидовую логистическую сферу одного предприятия).

Для конкретного предприятия основным критерием оптимизации его деятельности в рыночных условиях могут выступать: минимальные интегральные логистические издержки, максимальная прибыль (или объем реализации продукции), макси-

мально возможное увеличение занимаемого рыночного сегмента, удержание рыночных позиций и т.д.

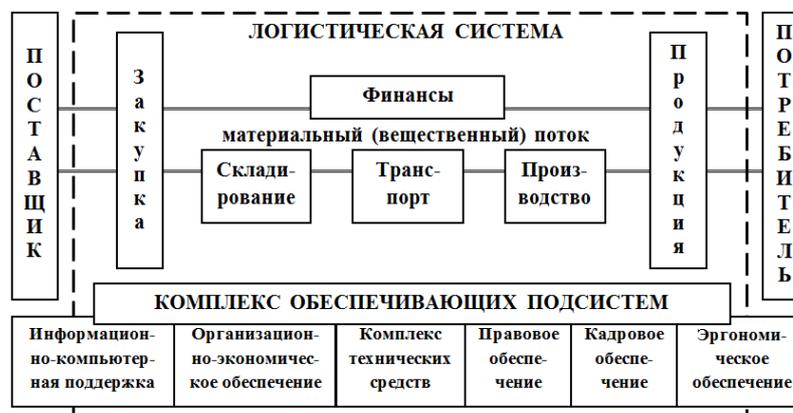


Рис. 2. Границы, элементы и подсистемы логистической системы

В большинстве случаев при создании и функционировании макрологистических систем также используется критерий минимума общих логистических издержек. Однако основные критерии формирования макрологистических систем должны изначально определяться общегосударственными целями (экологическими, социальными, военными, политическими и др.). Например, для снижения ущерба окружающей среде от деятельности транспорта может быть создана логистическая система оптимизации региональных грузопотоков, позволяющая за счет оптимальной маршрутизации рационализировать транспортные потоки и обеспечить перераспределение перевозок в пользу более экологичных видов транспорта [1–3].

Транспорт является основным связующим звеном между производством и потреблением, между элементами отдельных логистических систем. Поэтому в условиях функционирования логистических систем важное значение придается повышению роли транспорта. В логистических цепях транспорт может осуществлять доставку грузов от поставщика до потребителя, практически по всем возможным вариантам транспортирования (предприятие – склад, склад – склад, склад – потребитель), переставая при этом быть обособленной отраслью экономики и выступая как производитель широкого круга логистических услуг, предоставляющий весь комплекс транспортных услуг.

У большинства предприятий-производителей продукции транспортные издержки составляют значительную часть в общих затратах, а доля их в разных отраслях производства достигает 30% продажной цены товара. Поэтому даже в высокоорганизованной экономике построение оптимальной логистической транспортной цепи позволяет, по оценкам специалистов, сокращать общие расходы более чем на 20% [1].

Учитывая вышесказанное, транспорт сам по себе является одной из самых больших и сложных систем, целью функционирования которой является полное удовлетворение потребностей общества в перевозках грузов и пассажиров [6, 7]. Транспортная система – комплекс различных видов транспорта, взаимодействующих друг с другом. Причем, в ряде случаев отдельные виды транспорта могут рассматриваться, как конкурентные, и наоборот, дополняющие друг друга при перевозках грузов на определенных направлениях. Так, специфика деятельности водного транспорта заключается в зависимости от смежных видов транспорта, соответственно, его эффективная работа существенно зависит от согласованности технологии, организации и управления, коммерческо-правового обеспечения, по всем транспортно-технологическим ли-

ниям. На этой принципиально новой основе в 1960–1970-е годы были созданы пакетные, контейнерные, паромные, ролкерные и другие комплексные технологии доставки грузов, получившие название транспортно-технологические системы (ТТС) [8, 9].

ТТС – это система взаимоувязанной технологии и организации перевозки грузов с минимальными народнохозяйственными издержками от отправителя до получателя с участием одного или нескольких видов транспорта, действующая на основе соглашений (договоров) между отправителями, перевозчиками и получателями грузов, заключаемых для каждой конкретной ТТС, и определяющая технологические, организационные и коммерческо-правовые условия их функционирования [1, 8].

Применительно к речному транспорту Дуниным В.А. [9] сформулировано следующее понятие ТТС: это комплекс транспортных средств, причалов, грузоотправителей и грузополучателей с оптимальным порядком их взаимодействия и управления для решения конкретной транспортной задачи с наименьшими затратами трудовых, материальных и финансовых ресурсов. ТТС охватывает как непосредственно транспортный процесс с его элементами, так и управление этим процессом.

Для успешной эксплуатации ТТС требуется создание технико-экономических и организационно-правовых основ формирования, развития и функционирования транспортной системы в целом. При этом учеными-транспортниками на морском транспорте системообразующим компонентом ТТС считалась укрупненная грузовая единица, а также возможность перевозки грузов «от двери до двери». Целесообразность организации ТТС предлагалось определять с учетом сложившихся конкретных условий [1, 8].

В современных условиях функционирования транспортного комплекса, перехода к рыночной модели хозяйствования ряд ученых указывает на необходимость логистического подхода в организации работы соответствующих ТТС, которые на начальной стадии были созданы в СССР. Разработанные учеными-транспортниками общие подходы к проектированию и организации ТТС не потеряли своей актуальности и в настоящее время, однако требуется уточнение методических положений в области обеспечения качества и оценки эффективности с учетом современных логистического и системного подходов. Основными критериями разработки и функционирования ТТС были минимальные затраты транспорта, а интересы и издержки обслуживаемых им отраслей рассматривались не по всей цепи доставки, с позиций только грузоотправителей и грузополучателей. В условиях плановой экономики такой подход был оправдан, но в современных условиях требует своего пересмотра.

Таким образом, с точки зрения логистики, необходим переход от ориентации на транспорт в рамках ТТС к учету интересов всех участников продвижения товарно-транспортного (грузового) потока, возникающего при перемещении товара от поставщика к потребителю при активном участии транспорта.

Следовательно, транспорт необходимо рассматривать не как отдельную, обособленную систему, а как ключевую составляющую более крупной и сложной системы товародвижения, функционирующей и работающей с грузопотоками на основе принципов и законов логистики – транспортно-логистической системы (рис. 3).



Рис. 3. Принципиальная схема транспортно-логистической системы

Инфраструктура транспортно-логистической системы (ТЛС) зависит от объемов транспортируемых грузов, их номенклатуры, направления и дальности перевозки. Элементами ТЛС могут быть грузовладельцы и различные виды транспорта, обеспечивающие процесс доставки грузов. Особое значение в работе ТЛС придается перегрузочным терминалам.

Создание ТЛС направлено на усиление интеграционных процессов и взаимодействия с потенциальными партнерами (участниками логистической цепи доставки грузов), в том числе и конкурентами. Для обеспечения устойчивой и эффективной работы транспорта должна проводиться работа по оптимизации управления перевозочным процессом, использования трудовых, финансовых и материальных ресурсов, сокращению издержек. В ТЛС тарифные ставки, сроки доставки, уровни сохранности грузов и сервисного обслуживания должны соответствовать рынку транспортных услуг, который формируется на основе предельных (верхних) значений транспортных затрат, продолжительности транспортировки, уровней сохранности доставляемой продукции и транспортно-экспедиционного обслуживания клиентов [10].

Следовательно, ТЛС – совокупность объектов и субъектов транспортной и логистической инфраструктуры вместе с товарными (грузовыми) потоками между ними, выполняющая функции транспортировки, хранения, распределения товаров (грузов), а также информационного (документарного), тарифного (экономического) и нормативно-правового (коммерческого) сопровождения товарных потоков.

Типовая структура ТЛС, представленная автором на рис. 4, является унифицированной для большинства обслуживаемых различными видами транспорта грузопотоков.



Рис. 4. Границы, основные элементы и подсистемы транспортно-логистической системы

Однако в практике работы существуют и отличные от типовой ТЛС, обусловленные спецификой конкретного грузопотока или особенностями работы транспорта. Так, речные порты, осуществляющие добычу и поставку НСМ, могут выступать в качестве грузоотправителей и грузовладельцев. Соответственно, границы и элементы ТЛС поставки НСМ в этом случае будут отличаться от типовой модели, что показано нами на рис. 5.

Учитывая, что действующие в настоящее время многие ТЛС уже сформировались на базе ранее разработанных и внедренных на различных видах транспорта ТТС, проблема обеспечения качества и эффективности их функционирования в современных условиях по-прежнему является актуальной и до конца нерешенной. Существует необходимость в уточнении показателей и критериев качества и эффективности функционирования ТЛС в связи с тем, что изменилась не только система взаимоотношений между участниками товарно-транспортного процесса, но претерпела изменения и система требований, показателей оценки работы транспорта, предъявляемых грузо-владельцами и обществом (государством).



Рис. 5. Транспортно-логистическая система добычи и поставки нерудных стройматериалов речными предприятиями

Таким образом, основными нерешенными задачами в области разработки и совершенствования методического обеспечения качества и эффективности функционирования ТЛС с участием ВВТ, по мнению автора, с учетом обозначенных ранее предпосылок и проведенного анализа, являются:

1) для типовых ТЛС, обслуживающих широкую номенклатуру грузопотоков, с использованием различных схем и способов перевозки грузов, в том числе в укрупненных грузовых единицах:

- разработка методических основ определения временных показателей и стоимости доставки грузов с комплексным учетом показателей и критериев, пригодных для использования не только транспортными организациями, но и грузовладельцами, позволяющих оценить интегральную стоимость доставки груза в рамках всей ТЛС, а также повышение безопасности и снижение ущерба окружающей среде как дополнительных качественных показателей, предъявляемых к транспорту обществом и государством;

- разработка математического аппарата формирования объединенных грузовых единиц, учитывающего необходимость сквозного транспортирования этих грузовых единиц, а также обеспечение оптимальной загрузки различного подвижного состава на всех видах транспорта, задействованных в системе доставки груза;

- разработка экономико-математической модели обоснования и выбора оптимальной схемы и способа доставки грузов различными видами транспорта в рамках ТЛС, основанной на интегральной стоимости доставки груза и необходимой для оценки и обоснования транспортно-логистических схем доставки, эффективных с точки зрения грузовладельцев и транспортников и отвечающих современным требованиям безопасности и экологичности;

2) для специальных ТЛС, структура, схемы и способы перевозки в которых обуславливаются особенностями конкретного грузопотока (например, на ВВТ это ТЛС добычи и поставки НСМ речными транспортными предприятиями):

- разработка моделей и методов обоснования логистических схем транспортирования и поставки грузов, учитывающих особенности структурного построения и функционирования конкретной ТЛС;

- разработка моделей и методик экономической оценки эффективности и качества транспортирования, учитывающих особенности перевозки (поставки) грузов;

- оценка качества поставляемых и перевозимых грузов, зависящего от избранного способа и технологии перевозки (добычи) груза, а также особенностей работы транспортных и других предприятий в рамках ТЛС;

3) для подсистем, обеспечивающих функционирование ТЛС, интеграцию и эффективное взаимодействие всех участников доставки грузов, применительно к эксплуатации водного транспорта:

– оценка современного состояния и перспектив развития системы технического регулирования перевозок грузов на ВВТ, необходимости обновления существующей нормативно-технической базы с использованием новых, современных подходов;

– обоснование развития системы нормативно-коммерческого обеспечения качества и эффективности перевозок грузов и её научно-исследовательской базы в рамках сложившихся и перспективных, формирующихся ТЛС.

Список литературы:

- [1] Винников В.В. Логистика на водном транспорте / В.В. Винников, Е.Д. Быкова, С.В. Винников. – Одесса: Феникс, 2004. – 222 с.
- [2] Миротин Л.Б. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах / Л.Б. Миротин, В.А. Гудков, В.В. Зырянов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 704 с.
- [3] Сергеев В.И. Менеджмент в бизнес-логистике / В.И. Сергеев. – М.: Изд. дом «ФИЛИНЪ», 1997. – 772 с.
- [4] Гаджинский, А.М. Логистика : учебник для бакалавров / А.М. Гаджинский. – 21-е изд. – М.: Дашков и К, 2014. – 420 с.
- [5] Еловой И.А. Логистика : учебно-методическое пособие / И.А. Еловой. 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 165 с.
- [6] Ивуть Р.Б. Логистические системы на транспорте : учебно-методическое пособие / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель, В. С. Холупов. – Минск: БНТУ, 2014. – 76 с.
- [7] Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (в ред. распоряжения Правительства Российской Федерации № 1032 от 11.06.2014 г.) / М.: Правительство РФ, 2014. Режим доступа: <http://mintrans.ru>.
- [8] Гагарский Э.А. Технология транспортировки и перегрузки грузов в смешанных и комбинированных сообщениях : дис. ... докт. техн. наук: 05.22.19 / Гагарский Энгельс Александрович. – Москва, 2004. – 137 с.
- [9] Дунин В.А. Повышение эффективности перевозок грузов речным транспортом на основе создания транспортно-технологических систем (на примере Волжского объединенного речного пароходства) : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.19 (в виде научного доклада) / Дунин Виталий Алексеевич. – Горький, 1990. – 30 с.
- [10] Михайлова О.Н. Введение в логистику : учебно-метод. Пособие / О.Н. Михайлова. – М.: Издательский дом «Доликов и Ко», 1999. – 104 с.

EXPERIENCE AND PROBLEMS OF CREATION OF TRANSPORT AND LOGISTIC SYSTEMS OF CARGO DELIVERY

A.O. Nichiporouk

Keywords: *freight transportation, transport and logistic systems.*

The structure and elements of logistic systems, experience and features of their creation on transport are considered. The concept is formulated and the structural composition is offered, tasks and the directions of researches in the field of development of methodical quality assurance and efficiency of functioning of transport and logistic systems are designated.

Статья поступила в редакцию 22.02.2017 г.

УДК 330.1

*Е.А. Пахомова, доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

ВЛИЯНИЕ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ И КВАЗИРЫНОЧНЫХ ИНСТИТУТОВ НА РАЗВИТИЕ ПОСТСОВЕТСКОГО СОЦИУМА

Ключевые слова: *институты, блат, коммунальная собственность, советский период.*

Статья посвящена блату как социальному институту. Выявлены причины его появления и укоренения в советский период. Проанализированы негативные особенности влияния блата на развитие буржуазных отношений в России в постсоветский период.

Фразу нобелевского лауреата в области экономики Дугласа Норта, согласно которой «институты имеют значения», стала в настоящее время практически общепризнанной. Важно упомянуть, что под институтами в данном случае следует понимать не только учреждения, но «...«правила игры» в обществе, или, выражаясь более формально, созданные человеком ограничительные рамки, которые организуют взаимоотношения между людьми» [9, с. 17]. Иначе говоря, именно институты задают структуру побудительных мотивов взаимодействия между людьми во всех сферах, в том числе в политической и экономической.

Важно отметить, что институты – и учреждения, и правила – не сохраняются, как правило, в неизменном виде, но трансформируются под влиянием различных факторов. При этом «изменения формальных и неформальных институтов могут принимать чрезвычайно разнообразные формы в зависимости от условий (революционных или эволюционных), в которых они происходят» [12, с. 61].

В большинстве случаев крайне важным является вопрос о взаимовлиянии формальных и неформальных институтов – особенно это касается ситуаций, связанных с коренными изменениями в государстве и обществе. Американским исследователем С. Пейовичем был выдвинут «тезис о взаимодействии», когда разные случаи рассматриваются по отдельности: 1) формальные институты подавляют, но не меняют неформальные институты; 2) формальные правила вступают в прямое противоречие с неформальными; 3) формальные правила либо не соблюдаются, либо не принимаются во внимание; 4) формальные и неформальные правила дополняют друг друга – как в случае, когда государство кодифицирует неформальные правила, которые выработаны в ходе спонтанного развития [12, с. 52].

Особенную роль в становлении рыночных (а также и квазирыночных) отношений в России сыграл институт блата. Согласно данным части этимологических словарей, само слово «блат» происходит от польского «blat», означающего «тот, кто укрывает», которое, в свою очередь, происходит от еврейского слова «blatt» в значении «свой», «близкий» [10, с. 58] (судя по всему, идишское происхождения данного слова можно признать вполне достоверным, так как именно этот язык существенно повлиял на российский арго [6, с. 29]).

Слово «блат» было широко распространено в СССР в повседневном языке, однако как некое «неприличное», «невоспитанное», ибо и само явление считалось «несоветским». По этой причине оно не употреблялось в официальных дискурсах. Однако о распространенности подобного явления достаточно свидетельствует журнал «Крокодил» за 1920-е и 1930-е годы. Судя по сатирам «Крокодила», в 1920-е годы блат мог помочь переписаться из кулака в середняки; избежать уплотнения жилплощади, направления на работу в провинцию; получить талоны на продукты питания либо на

предметы первой необходимости. В 1930-е годы блат все теснее ассоциируется с потреблением товаров и услуг и пронизывает все стороны жизни советского общества. Эта тенденция только нарастает в послевоенные годы. На становление практики блата существенно повлияла сталинская политика распределения. Первоначально она вводилась как мера, обусловленная чрезвычайными условиями нехватки самого необходимого, и служила защите интересов «авангарда» рабочего класса, гарантируя удовлетворение его базисных материальных потребностей. В 1929 г. во всех населенных пунктах городского типа была введена карточная система. Сначала нормировалась выдача хлеба, но уже к середине 1931 г. нормированное распределение распространилось на все потребительские товары. Торговля была заменена системой закрытых распределителей, которая являлась иерархической с самого начала [10, с. 59].

По сути в советских реалиях блат представлял собой систему отношений, основанную на использовании личных контактов (каналы, сети) для получения доступа к общественным ресурсам: товарам, услугам, источникам дохода (образование, рабочие места, должности и т.д.) и привилегиям в обход формальных процедур, регулирующих доступ к ресурсам личного потребления [4, с. 177].

Блат стал «характерной формой реализации социального капитала в период СССР. Особенности институциональной системы, обуславливающие реализацию социального капитала в форме блата: 1) противоречивый характер отношений собственности. На словах ее объявляли общественной, хотя в жизни ею распоряжался партийно-государственный аппарат. Действительным содержанием лозунга «Все – на охрану общественной собственности!» было: «Кто охраняет – тот имеет»; 2) нормированное распределение благ провоцирует дефицит и возникновение неформальных каналов доступа, присущего плановым социалистическим хозяйствам; 3) сосуществования коммунистической идеологии с реальной социальной дифференциацией» [4, с. 178].

Важно также отметить, что, во-первых, блат подразумевал обмен «услугами доступа» к ресурсам в условиях экономики дефицита и государственной системы привилегий; во-вторых, «услуга доступа» не предполагала применение собственных ресурсов для её оказания и в большинстве случаев не оплачивалась непосредственно; в-третьих, блат обслуживал нужды личного потребления и корректировал систему официального распределения материального благосостояния с учётом факторов родства, социального происхождения, личных привязанностей и прочих биографических факторов; в-четвёртых, отношения блата часто не узнавались как таковые, поскольку они были опутаны личными отношениями и маскировались под обычные проявления дружбы, знакомства, выручки, взаимопомощи, поддержки и т.д.; в-пятых, опосредованность обмена, пересечение с личными отношениями и т.д. в большей части случаев не позволяли свести блат к обмену типа «ты – мне, я – тебе» [7, с. 90].

Укажем также, что блат не исчез вместе с распадом СССР. Так, например, по мнению многих россиян, до сих пор важна роль блата в виде личных связей при приёме на работу [11, с. 40–41].

В целом, по нашему мнению, причина происхождения блата, в сущности, проста. Она заключается в том, что бедное (в данном случае имеется в виду отношение различных ресурсов и затрат на содержание государственного аппарата и инфраструктуры) государство вынуждено нести большие расходы на ВПК. В чём-то означенное положение дел было для России нормой ещё начиная с XVI века. В рамках феодального государства выделение коммунальной собственности (в данном случае речь следует вести о собственности, исключительными правами на пользование которой обладает определённая устойчивая группа (она же множество) [1, с. 101]) было сопряжено с сословной структурой общества. Самый яркий пример – поместная система, при которой часть территории государства с проживающим на ней населением отдавалась в пользование феодалам в качестве платы за несение военной службы. При этом нельзя не отметить, что платить за несение службы в денежном эквиваленте российское государство тогда было не в состоянии. Разумеется, эта система существенно

видоизменялась, однако совокупно с административно-территориальным делением она продолжала своё существование даже в советский период. Следует согласиться с точкой зрения профессора И. Кордонского, писавшего, что «...директор «номерного» завода или начальник «зоны» в пределах отведённой им «в реальности» территории обладали всей полнотой помещичьей власти, предназначенной для «заботы о благе народа» [5, С. 25–26].

Важно отметить, что социальная структура советского общества была более сложной сравнительно со структурой российского феодального общества, соответственно было больше разновидностей упомянутой нами выше коммунальной собственности. При этом же было больше вариантов – как законных, так и в разной степени незаконных – получить возможность для приобщения к пользованию той или иной коммунальной собственностью. Блат в этих реалиях позволял либо получить незаконный доступ к коммунальной собственности, либо же реализовать законный доступ к коммунальной собственности в условиях дефицита последней.

Разумеется, наличествуют и попытки объяснить укоренённость блата в отечественных реалиях и основываясь на иных причинах, нежели просто стремлении «обойти» режим коммунальной собственности. Так, некоторые исследователи высказывают мнение, согласно которому в рамках российско-православной идеологии коррупция (и блат как её разновидность) «...может быть объяснена влиянием соборно-общинных ценностей и особым типом профессионально-деловой этики. Эта этика основана на приватизационном «захвате» не только своих собственных служебных функций, (т.н. «чиновничьей ренте»), но и максимума тех, которыми наделены другие социальные агенты на действующем участке пространства неформальных отношений. Таким образом, в сферу «приватизированных» попадают служебные функции всех лиц, включённых в приватные контакты. Неформальные отношения здесь выступают своеобразным бэкграундом, формирующим предпосылки такого захвата. В нём могут участвовать несколько человек, или целые структуры. В пространстве такой коллективной приватизации нет разделения приватного – публичного, неформального – официального, профессионального – личностного, есть только большая группа людей (община), взаимно передающая друг другу права на исполнение своих служебных функций» [8, с. 80–81]. Впрочем, по нашему мнению, обвинить во всех бедах россиян православие некорректно (равно, как, например, климат, монголо-татарское иго и т.п.) – в самом деле, построение демократического государства оказалось возможным в Японии, а опыт одного из самых некоррупцированных государств в Сингапуре наглядно демонстрирует, что предопределённостью в плане государственного строительства вряд ли следует объяснять какие-либо неудачи.

Следует признать, что в том числе на основе блата как социального института в отечественных реалиях шло формирование гражданского общества. При этом нельзя не отметить и негативные аспекты формирования последнего по сути на антигосударственной основе [1, с. 69–71]. Так, попытка российского исследователя О.В. Хархордина построить «российскую» модель гражданского общества с опорой на устойчивую отечественную традицию «теневой общественной самоорганизации», имевшей место даже в самые жёсткие периоды государственной деспотии во многом является идеалистичной (это признал даже сам её автор!). Действительно, «теневая общественная самоорганизация» в СССР носила практически исключительно характер теневой (подпольной) экономики. По большому счёту «теневая общественная самоорганизация» отвечала политическим условиям, вытесняющим общественную самоорганизацию в «тень» [3, с. 154]. Перенос полученного опыта в реалиях, когда государство декларирует стремление не противостоять организации населения «снизу», но опереться на таковую не может привести к желаемому результату. Иначе говоря, построить гражданское общество «как на Западе», базируясь на многих укоренившихся ещё в СССР практиках (в том числе и на «блат»), невозможно. Кстати, это оказалось очевидным в экономической сфере – в самом деле, при строительстве российского капи-

Е.А. Пахомова

Влияние теневой экономики и квазирыночных институтов на развитие постсоветского...

тализма в постсоветский период опыт «цеховиков», «фарцовщиков» и иных представителей советской теневой экономики (не плановой и квазирыночной!) либо оказался невостребованным, либо же «обогатил» буржуазные отношения советскими криминальными практиками.

Таким образом, уместно сделать вывод, согласно которому блат как институт был порождён большой ролью коммунальной собственности в экономике, породив при этом поведенческие стереотипы, негативно повлиявшие на процесс становления капиталистических отношений в России в постсоветский период.

Список литературы:

- [1] Аузан А. Институциональная экономика. Новая институциональная экономическая теория. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 445 с.
- [2] Аузан А. Экономика всего. Как институты определяют нашу жизнь. – М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2014. – 160 с.
- [3] Гринько В.В. Социально-политическая система общества как электоральная модель // Социология власти. – 2006. – № 3. – С. 149–157.
- [4] Казакова С.Н. 12.5. Формы реализации социального капитала и их зависимость от институциональной системы // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. – 2011. – № 1. – С. 77–179.
- [5] Кордонский С. Россия. Поместная федерация. М.: Изд-во «Европа», 2010. – 312 с.
- [6] Крюков А. Мас+Кавуа. Ивритские корни в русской речи // Родина. 2002. – № 4–5. – С. 26–29.
- [7] Леднева А.В. Личные связи и неформальные сообщества: Трансформация блата в постсоветском обществе // Мир России. 1997. – Т. 6. – № 2. – С. 89–106.
- [8] Леонтьева Э.О. Неформальные отношения в вузе как предмет социальной науки: Рутинная или путь к коррупции? // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2008. – № 3. – С. 75–90.
- [9] Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / пер. с англ. А.Н. Нестеренко, предисловие и научное редактирование Б.З. Мильнера. М.: Фонд экономической книги «НАЧАЛА», 1997. – 180 с.
- [10] Сокулер З.А. 2001.03.018. Леднева А.В. Российская экономика блата: блат, сети отношений и неформальный обмен. // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 11: Социология. Реферативный журнал. – 2001. – № 3. – С. 58–67.
- [11] Тарасова Е.О. Актуальные проблемы работников бизнес-организаций // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2014. № 3 (24). – С. 40–47.
- [12] Шаванс Б. Формальные и неформальные институциональные изменения: опыт постсоциалистических трансформаций // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. – 2011. – № 1. – С. 47–62.

THE INFLUENCE OF THE SHADOW ECONOMY AND QUASI-MARKET INSTITUTIONS ON THE DEVELOPMENT OF THE POST-SOVIET SOCIETY

E.A. Pakhomova

Key words: institutions, cronyism, communal property, the Soviet period.

The article is devoted to cronyism as a social institution. The causes of its emergence and rooting in the Soviet period were identified. The authors analyze the negative features of the cronyism influence on the development of bourgeois relations in Russia in the post-Soviet period.

Статья поступила в редакцию 30.11.2016 г.

Раздел VII

**Эксплуатация водного транспорта,
судовождение
и безопасность судоходства**



Section VII

***Operation of water transport, navigation
and safety of navigation***



УДК 659.62

В.А. Лобанов, профессор, доцент, д.т.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ТОРМОЗНЫЕ КАЧЕСТВА КОМПЛЕКСА «ГРЕБНОЙ ВИНТ-РУЛЬ» ВО ЛЬДАХ

Ключевые слова: судно, движительно-рулевой комплекс, комплекс винт-руль, тормозная сила, ледовые качества, ледовые условия, САЕ-системы, конечно-элементное моделирование.

В работе с применением САЕ-технологий исследован реверсивный режим работы движительно-рулевого комплекса «гребной винт – руль» в условиях чистой воды, в мелководных и тёртых льдах различной толщины и сплочённости. Проведены количественные оценки чистого гидродинамического сопротивления и ледовых нагрузок на комплекс. Получены кривые тормозной силы комплекса в исследованных ледовых условиях. Выявлены качественные особенности характера и соотношения тормозной силы комплекса во льдах и в условиях чистой воды.

Введение

В настоящее время национальные интересы целого ряда государств сталкиваются при освоении северных приполярных районов Земли. Интенсификацию этого освоения в значительной мере провоцируют последствия климатических изменений прошедших десятилетий, приведшие к ощутимому уменьшению полярных «ледовых шапок». Последнее, в свою очередь, обеспечило более благоприятные условия судоходства в этих широтах, придав ему регулярный международный характер. Существенные запасы углеводородного сырья на арктическом шельфе при спорной однозначности их государственной принадлежности требуют компромиссных международных соглашений по разработке и транспортному обслуживанию этих территорий. Одним из таких документов стал «Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах» (Полярный кодекс), принятый под эгидой Международной морской организацией (ИМО) в мае 2015 года [1]. Полярный кодекс призван узаконить общие нормы проектирования, постройки, эксплуатации, подготовки ледовых экипажей, обеспечения безопасности плавания судов, охраны человеческой жизни и предотвращения загрязнения в полярных водах, покрытых льдами.

Нормирование ледовых качеств – одно из требований Полярного кодекса к флоту, эксплуатируемому в ледовых условиях. Маневренность обоснованно является важным качеством судна ледового плавания. При этом необходимо отметить, что этот параметр далеко не в полной мере определяется уровнем взаимодействия с водоледяной средой только корпуса судна. Не менее значимым фактором следует признать пропульсивный потенциал движительно-рулевого комплекса (ДРК) теплохода в ледовых условиях. В различных публикациях по ледовой ходкости и управляемости судов [2–9] авторами оговаривается, что пропульсивные качества ДРК, безусловно, ухудшаются, но вряд ли сейчас можно утверждать о наличии надёжных и универсальных аналитических (полуэмпирических) методов оценки тяговых и тормозных характеристик движителей в водоледяной среде. Априорно принятая гипотеза о независимости составляющих полного ледового воздействия на элементы ДРК при невозможности разделения гидродинамических и ледовых нагрузок в натурном или модельном эксперименте ограничивает репрезентативность получаемых данных и сдерживает разработку адекватных методов расчёта названных характеристик ДРК.

Одним из способов решения данной проблемы можно рекомендовать реализацию виртуальных экспериментов с применением современных САЕ-технологий [10]. Ав-

торский опыт, вынесенный на суд специалистов-ледотехников, показал не только достоверность САЕ-анализа работы ДРК во льдах [11–13], но и выявил ряд фактов, имеющих характер научной новизны при описании исследуемого процесса.

Ниже это дополнено и продемонстрировано результатами очередной серии САЕ-испытаний классически расположенного комплекса «гребной винт-руль» при его работе в реверсивных режимах в ледовых условиях.

Моделирование

Последующий анализ был связан с обработкой результатов многовариантного моделирования движения исследуемого ДРК в различных динамических и ледовых условиях. Пример исходной модели приведён на рис. 1. Основные размеры и расчётные параметры комплекса обозначены на рис. 2 и объяснены в табл. 1.

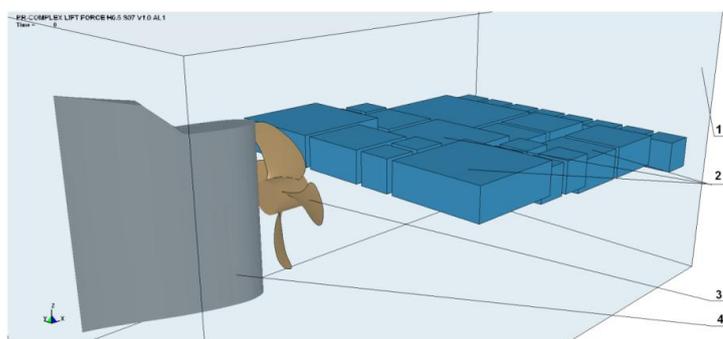


Рис. 1. Модель движения ДРК «винт-руль» в тёртых льдах (1 – вода; 2 – льды; 3 – винт; 4 – руль)

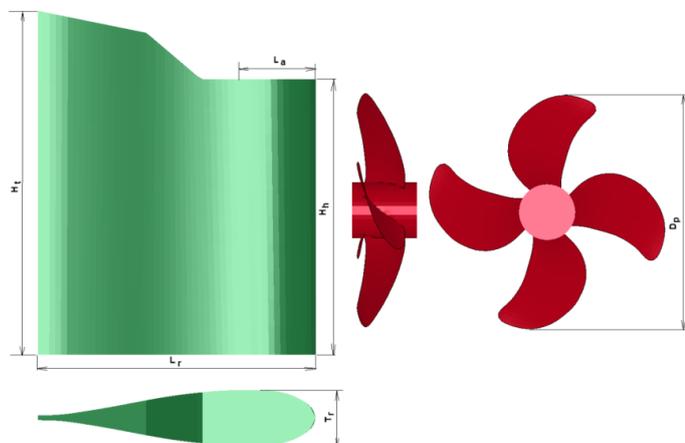


Рис. 2. Размеры ДРК

Круг научно-технических проблем, решаемых автором, связан с оценками ледовых качеств судов внутреннего и смешанного река-море плавания. Подавляющая часть этого флота имеет ледовые ограничения отечественных классификационных обществ, разрешающие эксплуатацию судов лишь в мелкобитых и тёртых льдах толщиной не более 0,5 м. Поэтому в данной работе автор ограничил набор численных экспериментов варьированием ледовых условий в границах этих сред.

Тип моделируемого ДРК признан практикой ледовой эксплуатации флота наиболее приспособленным и эффективным для исследуемых сред. Его конструктивной особенностью в настоящей работе является использование движителя с «саблевидной» формой лопастей (рис. 2).

Таблица 1

Расчётные характеристики комплекса «винт-руль»

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Величина
Длина руля	L_r	мм	2300
Высота передней кромки руля	H_h	мм	2300
Высота задней кромки руля	H_l	мм	2870
Расстояние между передней кромкой руля и осью баллера	L_a	мм	627
Максимальная толщина руля	T_r	мм	460
Диаметр винта	D_p	мм	1970
Номинальный крутящий момент на валу		кН·м	35,0
Номинальная частота вращения винта		рад/с	27,0
**Расчётный шаг винта		мм	2110
**Угол наклона образующей лопасти		градус	7
**Количество лопастей			4
**Суммарная площадь лопастей		м ²	1,734
**Дисковое отношение			0,552

Примечания.

1. Прототипом модельного ДРК явился комплекс «винт-руль» танкера типа «Нижний Новгород» проекта 19614 [14].
2. ** – контрольные параметры.

В расчётных вариантах изменялась скорость движения ДРК (0–5 м/с), толщина льдов (0,2–0,6 м), их сплочённость в районе комплекса (3–8 баллов). Модели и характеристики материалов, типы и формулировки конечных элементов, алгоритмы контактного взаимодействия тел описаны в работе [11].

Чистая вода

Оценка возможных изменений тормозной силы ДРК «винт-руль» в исследованных льдах потребовала предварительного моделирования его движения в чистой воде с целью определения кривой этой силы как функции скорости движения комплекса. Уже первые варианты численного моделирования обнаружили гидродинамическую «неустойчивость» движителя в реверсивных режимах. При постоянном крутящем моменте на валу (табл. 1), начиная со скоростей малого хода, винт временно или устойчиво уходил «в разнос» (рис. 3, кривые С, D, E).

Последнее потребовало отработки закона регулирования крутящего момента, который обеспечил следующее: максимальная частота вращения винта не должна превышать 10 % от номинального значения (табл. 1); при падении частоты вращения ниже номинальной величины должен быть увеличен крутящий момент на валу, но не более, чем на 10% от номинала (табл. 1). Для выбранного закона регулирования в качестве примера на рис. 4 приведён ряд осциллограмм тормозной силы комплекса для

нескольких фиксированных скоростей хода. Частота вращения гребного винта при этом стабилизировалась в пределах 26,5–28,0 рад/с (рис. 5).

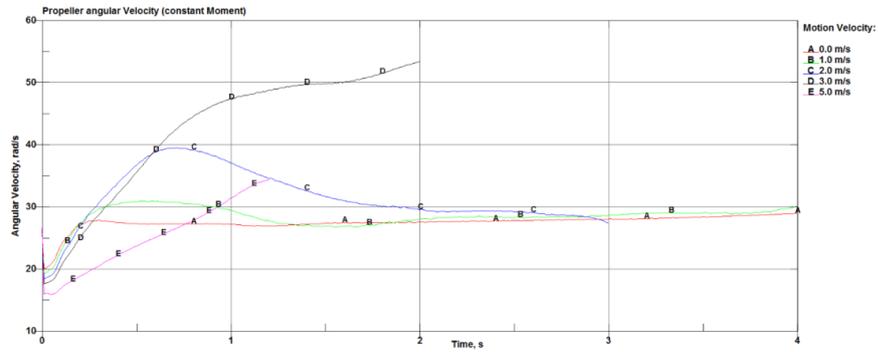


Рис. 3. Поведение частоты вращения винта при постоянном крутящем моменте

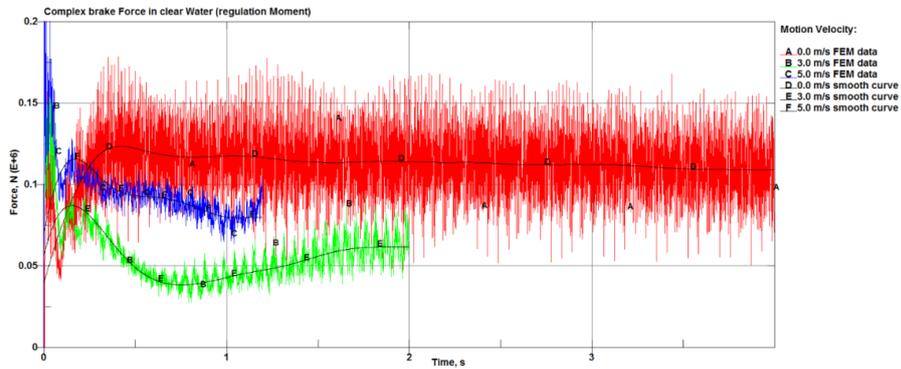


Рис. 4. Временные зависимости тормозной силы ДРК в чистой воде при установленном законе регулирования крутящего момента (кривые А-С – результаты численного моделирования; кривые D-F – сглаженные значения)

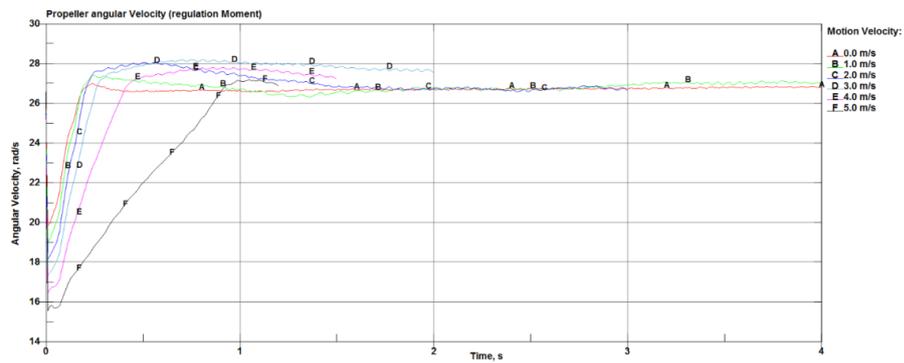


Рис. 5. Поведение частоты вращения винта при установленном законе регулирования крутящего момента

Конечно-элементное моделирование показало, что в общем балансе тормозной силы ДРК вряд ли стоит пренебрегать влиянием руля. В качестве примера это можно подтвердить данными рис. 6, на котором приведены продольные составляющие гидродинамических нагрузок на комплексе при его движении в условиях чистой воды со скоростью 3,0 м/с.

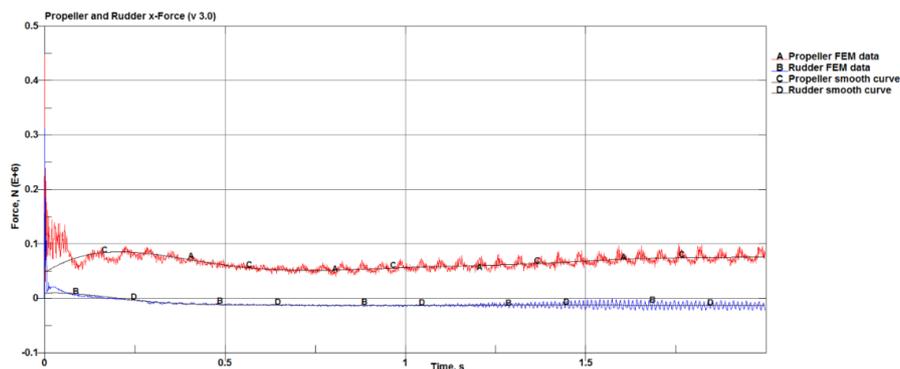


Рис. 6. Временные зависимости продольных гидродинамических нагрузок на винте и руле в чистой воде при скорости движения комплекса 3,0 м/с (кривые А, В – результаты численного моделирования; кривые С, D – сглаженные значения)

Сглаженные значения этих сил на руле составляют 15–25% от тормозного упора движителя (рис. 6, кривые D и C соответственно). При этом тормозящее воздействие винта частично теряется из-за попутного потока воды, «подгоняющего» руль.

Искомая зависимость тормозной силы комплекса как функции скорости его движения в чистой воде (Рис. 7) получена по результатам обработки осциллограмм (Рис. 4). При этом сглаживание экспериментальных данных полиномом третьей степени с коэффициентом корреляции свыше 0,93 демонстрирует удовлетворительную статистическую связь тормозной силы со скоростью движения ДРК в чистой воде.

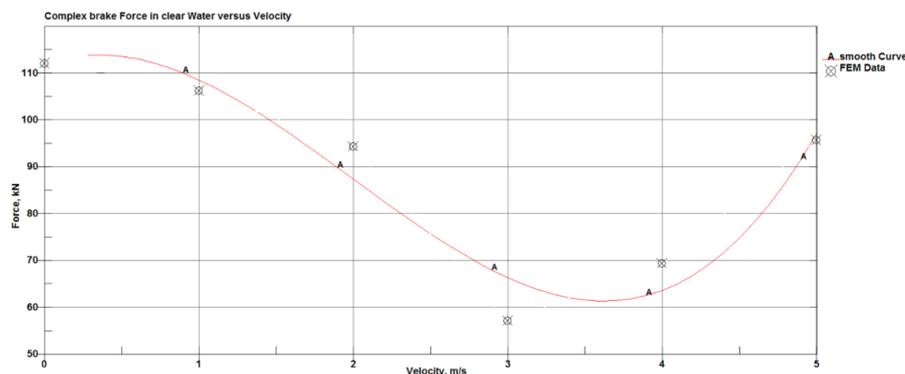


Рис. 7. Кривая тормозной силы комплекса в чистой воде

Качественное поведение кривой с явно выраженным минимумом в интервале «малый ход – средний ход» (рис. 7) подтверждает вывод исследователей гидродинамических параметров гребных винтов о том, что в общем случае упор движителя этого типа в режиме реверса не является постоянной величиной [15–17]. Однако в извест-

ных литературных источниках автору не удалось обнаружить экспериментальных данных (или результатов их обработки) с оценками реверсивных характеристик комплексов, подобных испытываемому в настоящей работе. Поэтому на данном этапе ввиду ограниченности количества численных экспериментов справедливым будет признать приближённый (дискуссионный) характер полученной зависимости (рис. 7).

Ледовые условия

Анализ результатов виртуальных экспериментов движения комплекса в мелкобитых и тёртых льдах при реверсивной работе винта продемонстрировал, что скоростной режим ДРК определяет характер и величину ледовых нагрузок на нём. При низких скоростях хода (не выше малого) движитель успевает «размыть» даже толстую сплочённую ледяную среду перед идущей струёй, минимизируя вероятность непосредственного ледового контакта. Для более высоких скоростей движения уровень ледового взаимодействия комплекса значительно возрастает. Качественно и количественно это проиллюстрировано на рис. 8 и 9 соответственно примерами движения ДРК в сплочённых тёртых льдах толщиной 0,5 м.

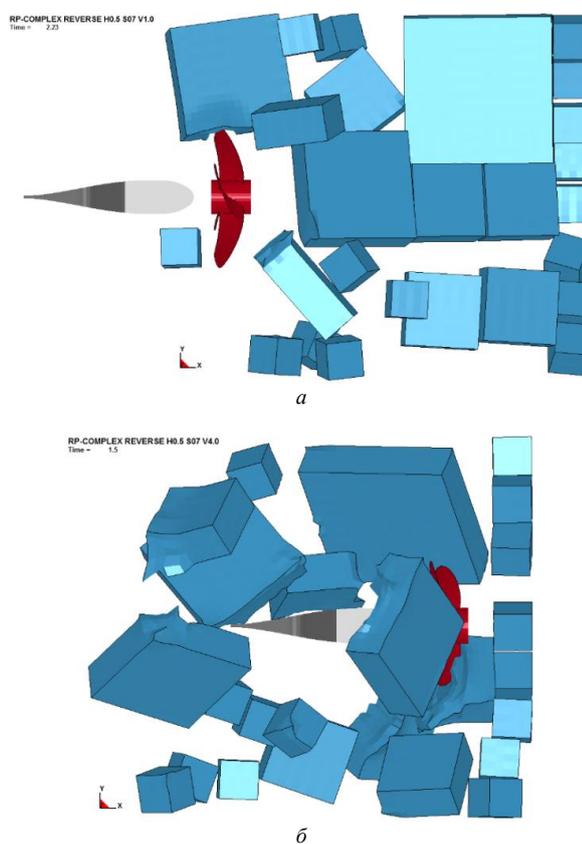


Рис. 8. Качественный характер взаимодействия ДРК со сплочёнными тёртыми льдами (*a* – толщина льда 0,5 м, скорость хода 1,0 м/с; *б* – толщина льда 0,5 м, скорость хода 4,0 м/с)

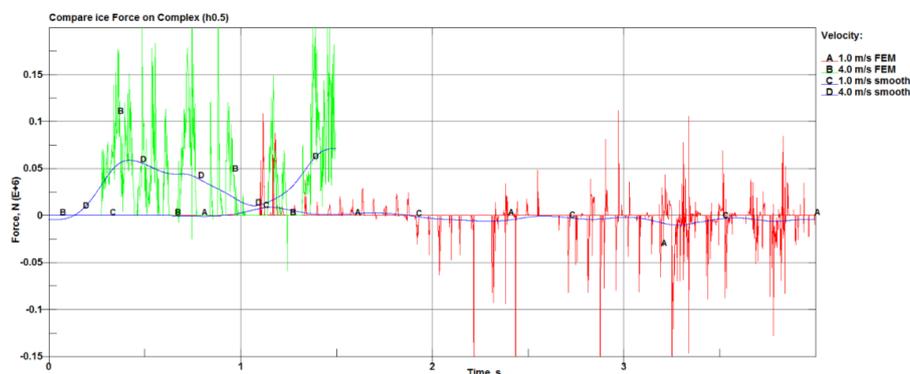


Рис. 9. Временной характер ледовых нагрузок на комплексе в сплочённых тёртых льдах

Так, например, данные рис. 9 показывают, что в тёртых льдах толщиной 0,5 м и начальной сплочённостью в районе комплекса около 7–8 баллов увеличение скорости хода с 1,0 м/с до 4,0 м/с обеспечивает более чем на порядок прирост ледовых нагрузок (сглаженные кривые C и D). Особо примечателен тот факт, что средние уровни этих нагрузок с ростом скорости движения меняют знак, то есть на низких скоростях движения ледяная среда может оказывать «подгоняющее» воздействие на ДРК.

Доля составляющих полного ледового сопротивления комплекса (гидродинамических и чисто ледовых) зависит от толщины, сплочённости, раздробленности преодолеваемых льдов и скорости внедрения ДРК в среду. Это убедительно иллюстрируют графики, приведённые на рис. 10.

Так тонкие льды (не толще 0,2 м) начальной сплочённостью в районе комплекса менее 8 баллов практически не сказываются на уровне полного ледового сопротивления ДРК, преобладающую часть в которое вносит гидродинамическая составляющая (рис. 10, а).

С ростом размеров и сплочённости ледяных образований и скорости движения ДРК существенно возрастает значимость чисто ледовых нагрузок в балансе полного ледового сопротивления комплекса. При этом необходимо указать на увеличение степени временной нестабильности последнего параметра (рис. 10, б). Объяснить это можно как случайностью чисто ледового взаимодействия, так и тем, что в такой среде при установленном законе регулирования крутящего момента на гребном валу двигателю явно не хватает мощности для поддержания частоты вращения винта в пределах номинального режима (рис. 11). Последнее приводит к потерям гидродинамического реверсивного упора по сравнению с условиями чистой воды. Кроме того, наличие льдов провоцирует изменения в характере обтекания комплекса жидкостью, что дополнительно снижает его тормозной потенциал [11–13].

В водолеяной среде полное ледовое сопротивление ДРК принято эквивалентом его результирующей тормозной силы. В качестве расчётной точки для каждого варианта ледовых и динамических условий в последующей статистической обработке использовалась средняя величина тормозной силы комплекса (в примере, приведённом на рис. 10 – это уровень прямой D). По результатам анализа была получена серия сглаженных зависимостей тормозной силы комплекса от скорости его движения и ледовых условий.

Пример подобных кривых для тёртых льдов толщиной 0,2 м и 0,5 м при их различной начальной сплочённости в районе ДРК приведён на рис. 12.

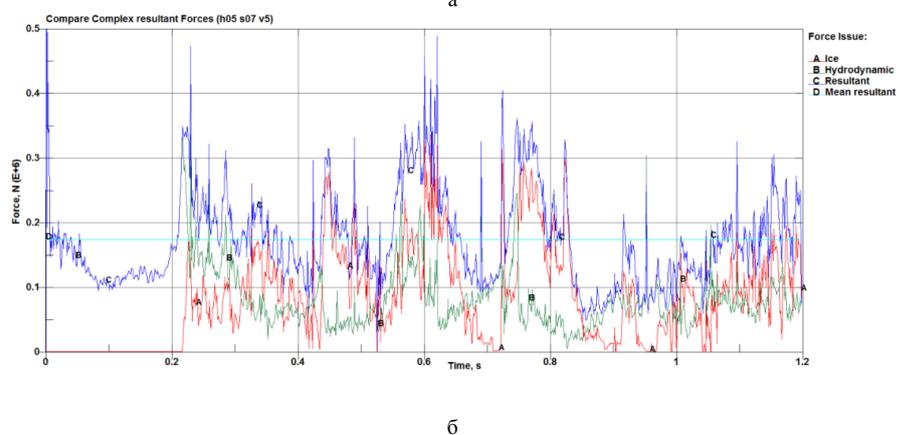
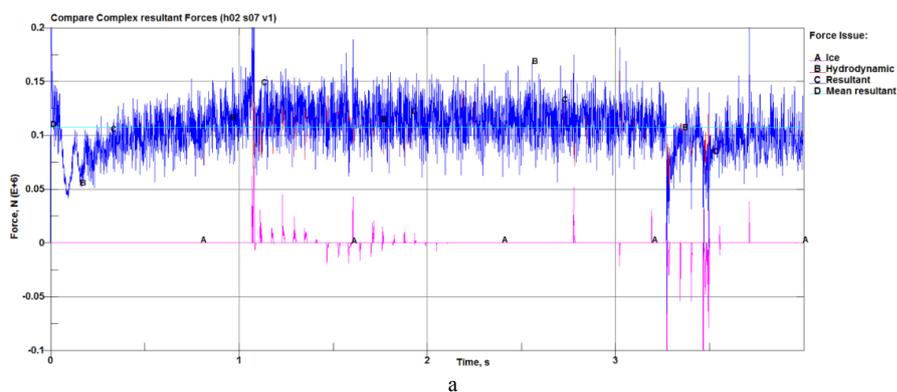


Рис. 10. Сравнение составляющих полного ледового сопротивления ДРК в различных условиях (а – толщина льда 0,2 м, сплочённость льда 7–8 баллов, скорость хода 1,0 м/с; б – толщина льда 0,5 м, сплочённость льда 7–8 баллов, скорость хода 5,0 м/с)

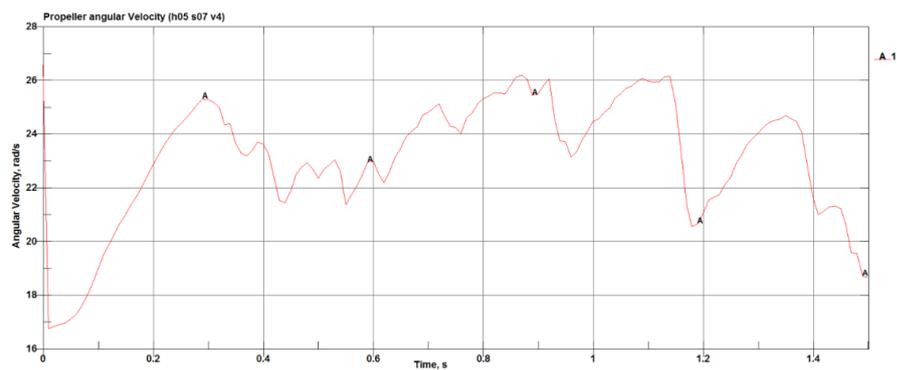


Рис. 11. Временной характер частоты вращения движителя в тёртых льдах (толщина льда 0,5 м, сплочённость льда 7–8 баллов, скорость хода 4,0 м/с)

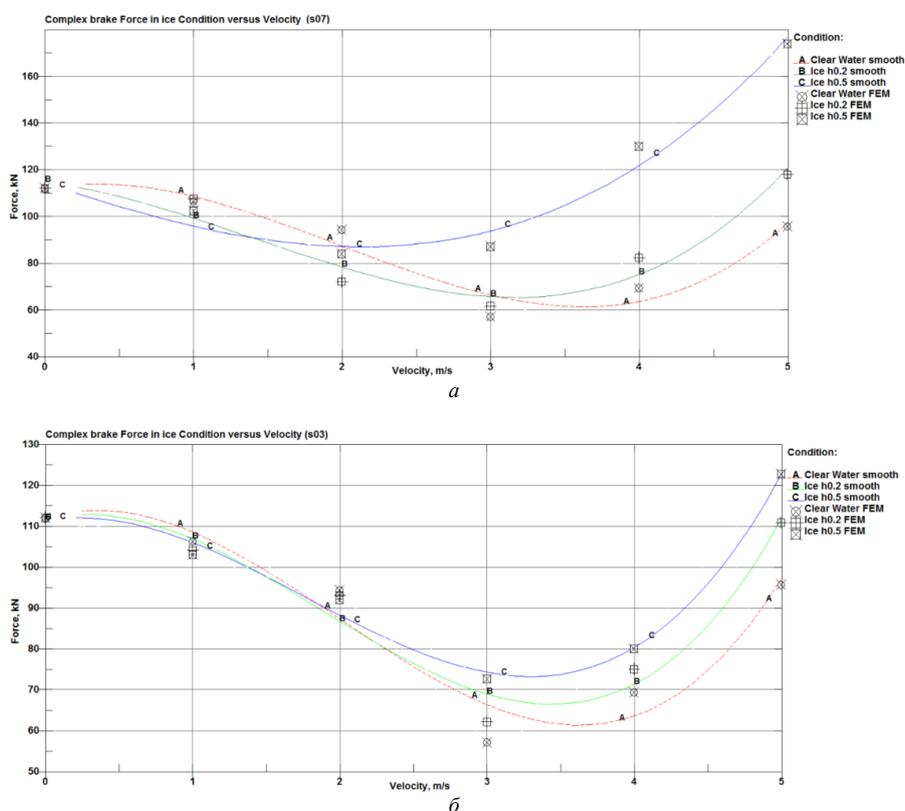


Рис. 12. Кривые тормозной силы ДРК в тёртых льдах
(а – сплочённость льдов 7–8 баллов; б – сплочённость льдов 3–4 балла)

Анализ результатов численных экспериментов выявил следующее:

1. В исследованных ледовых условиях характер скоростной зависимости тормозной силы ДРК «гребной винт-руль» с явно выраженным минимумом сохраняется аналогичным условиям чистой воды (рис. 12, сравнение поведения кривых В и С с кривой А).

2. В диапазоне скоростей движения «швартовный режим – малый ход» ледяная среда оказывает «попутное» воздействие на комплекс, частично снижая гидродинамическую составляющую его тормозной силы (рис. 12, сравнение кривых В и С с кривой А в интервале $\approx 0,0\text{--}2,0$ м/с).

3. Существенный (15–100%) прирост тормозной силы за счёт чисто ледового сопротивления ДРК наблюдается на скоростях его внедрения в ледяную среду выше уровня «малого хода» (рис. 12, сравнение кривых В и С с кривой А в интервале $\approx 3,0\text{--}5,0$ м/с).

4. В интервале скоростей движения более «малого хода» тормозная сила ощутимо зависит от размеров и сплочённости льдов в районе комплекса (рис. 12, а, 1,5-кратное превышение уровня кривой С по отношению к уровню кривой В в диапазоне $\approx 2,5\text{--}5,0$ м/с; 1,5-кратное превышение уровня кривой С рис. 12, а по отношению к уровню кривой С рис. 12, б в диапазоне $\approx 3,0\text{--}5,0$ м/с).

Следует особо отметить, что сплочённость льдов как значимый фактор результирующей тормозной силы ДРК определяется не только естественным состоянием водоледяной среды. Эта характеристика льдов для района расположения комплекса за-

висит от формы обводов корпуса судна, его осадки и посадки. Поэтому применение зависимостей, аналогичных показанным на рис. 12, требует параллельного изучения (моделирования) характера обтекания конкретного судна ледяной средой.

Список литературы:

- [1] Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный Кодекс). Серия «Судовладельцам и капитанам», Выпуск 37. – СПб.: АО «ЦНИИМФ», 2016. – 232 с.
- [2] Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов; 2 изд., исправл. – СПб.: Судостроение, 2014. – 504 с.
- [3] Каштелян В.И., Позняк И.И., Рывлин А.Я. Сопротивление льда движению судна. – Л.: Судостроение, 1968. – 238 с.
- [4] Рывлин А.Я., Хейсин Д.Е. Испытания судов во льдах. – Л.: Судостроение, 1980. – 208 с.
- [5] Сазонов К.Е. Управляемость судов во льдах: методы определения ледовых сил, действующих на движущийся по криволинейной траектории корпус, и зависимости показателей поворотливости судов от характеристик корпуса и внешних условий : диссертация ... доктора техн. наук; Специальность 05.08.01 – теория корабля и строительная механика / Гос. науч. центр РФ. – Санкт-Петербург, 2004. – 285 с.
- [6] Тронин В.А. Повышение безопасности и эффективности ледового плавания судов на внутренних водных путях : диссертация ... доктора техн. наук; специальность 05.22.16 – Судовождение. – Горький, 1990. – 414 с.
- [7] Konno A., Nakane A., Kanamori S. Validation of Numerical Estimation of Brash Ice Channel Resistance with Model Test. 22nd International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC'13). 2013. http://www.poac.com/Papers/2013/pdf/POAC13_143.pdf
- [8] Lau M. Discrete element modeling of ship maneuvering in ice. Proceedings of the 18th IAHR International Symposium on Ice. 2006. – pp. 25–32. http://web2.clarkson.edu/projects/iahrice/IAHR%202006/contents/45_s98.pdf
- [9] Molyneux D., Spencer D., Liu L., Zhan D. Simulation of Ship Performance in Ice Using a Discrete Element Method. Ice Class Ships Conference (The Royal Institution of Naval Architects). 2012.
- [10] Hallquist J.O. LS-DYNA 950. Theoretical Manual. Livermore Software Technology Corporation. LSTC Report 1018. Rev. 2. USA, 2001. – 498 p.
- [11] Лобанов В.А. Оценки ледовых качеств судов с применением CAE-систем: монография / В.А. Лобанов. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013. – 296 с.
- [12] Лобанов В.А. Пропульсивные качества комплекса винт-насадка во льдах // Интернет-журнал «Науковедение» Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/36TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана.
- [13] Лобанов В.А. Пропульсивные качества винторулевой колонки во льдах // Вестник «ВГАВТ». Вып. 46. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – С. 171–182.
- [14] Разработать ледовые паспорта танкеров проекта 19614. Выходной документ научно-исследовательской работы по теме №34/09/1101. Научный рук. – Клементьев А.Н. – Н.Новгород: ВГАВТ, 2012. – 45 с.
- [15] Басин А.М. Теория и расчёт гребных винтов. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 760 с.
- [16] Басин А.М. Гидродинамика судна. Сопротивление воды, движители, управляемость и качка: учеб. пособие. – Л.: Речной транспорт, 1961. – 684 с.
- [17] Ходкость и управляемость судов: учебник / утв. Управл. кадров и учеб. заведений МРФ РСФСР для студ. ин-тов водн. тр-та; под ред. В.Г. Павленко. – М.: Транспорт, 1991. – 455 с.

**BRAKING CHARACTERISTICS OF THE PROPULSION COMPLEX
«PROPELLER-WHEEL» WHEN IN ICE**

V.A. Lobanov

Key words: ship, propulsion system, propulsion complex «propeller-rudder», propulsion and steering complex, braking force, ice quality, ice conditions, CAE-systems, finite-element modeling.

With the application of the CAE-systems the reversing mode of the propulsion complex «propeller-rudder» has been researched in conditions of pure-water, ice cakes, and small ice cake of various depths and concentrations. Quantitative assessments of pure hydrodynamic resistance and ice loads have been conducted. The curves of the braking force have been obtained in the given ice conditions. Quality features of the character and ratio of the braking force of the complex in ice and in pure-water conditions have been educed.

Статья поступила в редакцию 22.09.2016 г.

УДК 656.6.

Р.А. Пузанков, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
А.Н. Клементьев, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ВИНТОРУЛЕВЫЕ КОЛОНКИ КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ ПОВОРОТЛИВОСТИ СУДОВ

Ключевые слова: винторулевая колонка, ВРК, центр бокового сопротивления, Shottel, влияние корпуса.

В статье приведен краткий анализ определения усилий создаваемых, винторулевыми колонками – ВРК. Отмечено, что проведенные ранее исследования по определению эффективности работы ВРК не в полной мере учитывают влияние обводов корпуса судов на их работу, а так же взаимодействие ВРК друг на друга, что вызывает необходимость дальнейшего исследования и разработки методики расчета действия сил, для выбора эффективного маневра.

В последние годы наблюдается обновление танкерного и сухогрузного флота река-море плавания (рис 1.). Так в 2011–2013 годах транспортная группа ULCHolding в рамках программы обновления флота построила 57 современных наливных и сухогрузных судна [1].

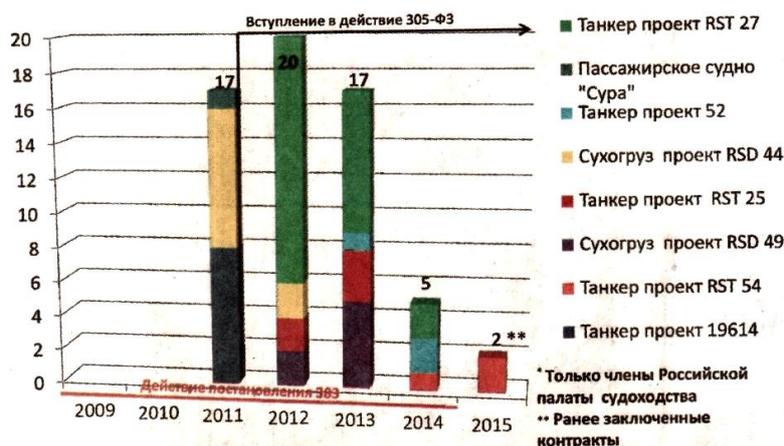


Рис. 1. Динамика обновления флота

Приведенные проекты судов оборудованы новыми для российских судов река-море плавания средствами управления – азимутальными винторулевыми колонками (ВРК).

Главной особенностью ВРК является сочетание в них как пропульсивного комплекса, так и органа управления. Впервые ВРК с вертикальным валом (Z – drive) были разработаны в 50-х годах в Германии Й. Беккером.

В настоящее время основными производителями ВРК являются компании «SHOTTEL» (Германия), «STEERPROP» (Финляндия), «ZETPELLER» (Япония), «ROLLS-ROYCE» (Великобритания), «VETH» (Нидерланды).

Основным преимуществом ВРК, по сравнению с поворотными насадками, является то, что они могут работать без ограничений по углу поворота (360° с достижением полной тяги в любом из заданных направлений). Применение данных установок с соосными винтами противоположного вращения повышает пропульсивную эффективность на 15% [2].

В работах [3, 4] авторы исследовали эффективность ВРК, установленного в кормовой части плоскодонной баржи, для глубокой воды.

В работе [5] предпринята попытка оценки эффективности ВРК одновинтового судна. Однако влияние корпуса судна на работу движителя не учитывалось, так как при моделировании предполагалось, что насадка расположена вне кильватерной струи.

При установке на судно ВРК, их раздельный разворот позволяет регулировать равнодействующую сил упоров не только по направлению, но и по величине даже при фиксированном значении упора каждой из ВРК.

Во время управления судном в швартовном режиме, при условии отсутствия влияния ветра и течения, можно предположить, что отклонение силы упора ВРК от оси гребного винта будет минимальным и воспользоваться векторным сложением этих сил. Результирующий вектор указывает предполагаемое направление движения судна [6].

Управляемость судна будет определяться взаимным расположением трех точек: центром масс (G), центром приложения равнодействующей сил реакции воды (C) и центром приложения равнодействующей сил упоров ВРК.

Рассмотрим схему сил, действующих на судно, оборудованного ВРК при траверсировании (рис. 2).

Из рисунка видно, что в том случае, когда точка приложения результирующей силы ВРК (ΣP_y) находится «в нос» от точки приложения сил бокового сопротивления (C), судно будет уклоняться вправо.

Для обеспечения лагового движения необходимо переложить ВРК таким образом, чтобы точка приложения результирующей силы действия двух ВРК (ΣP_y) располагалась «в корму» от точки C настолько, насколько это обеспечит равенство моментов M_p и M_R .

Для обеспечения такого траверсирования необходимо знать параметры перекадки ВРК, определяемые с помощью нахождения абсциссы центра бокового сопротивления – ЦБС, что может представлять некоторую сложность, так как она может значительно изменяться в зависимости от посадки судна.

Однако даже зная параметры перекадки ВРК для задания движения лагом, мы не можем быть уверены в прогнозе поведения судна, так как при маневрировании на малых скоростях «векторный» подход работает далеко не всегда и не на всех типах судов, может иметь значительные расхождения с описанием реального поведения судна.

Данные расхождения обуславливают необходимость учета таких важных факторов как взаимодействие ВРК с корпусом судна, взаимодействие ВРК между собой.

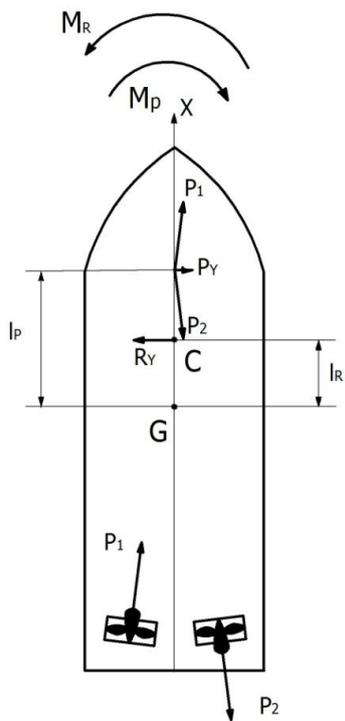


Рис. 2. Схема сил, действующих на судно

На рис. 3 приведен пример такого положения ВРК, при котором возникает взаимное влияние друг на друга, в результате чего возникает потеря упора.

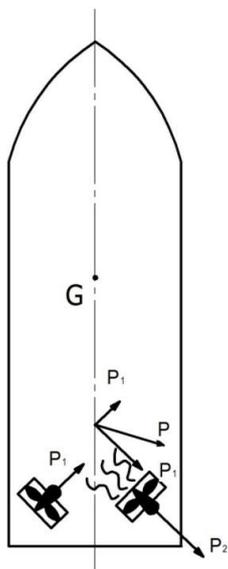


Рис. 3. Взаимное влияние ВРК друг на друга

Результаты модельных экспериментов, проведенных в Гентском университете [7] показали, что эффект от гидродинамического взаимодействия между двумя ВРК, а также ВРК и корпусом судна, определяют случаи, когда поток одной ВРК значительно влияет на упор другой. При этом обводы кормы, скег могут отклонять поток и влиять на упор ВРК. (рис. 4) [8]. Более того, данные эффекты могут усиливаться или ослабляться в зависимости от запаса воды под килем.

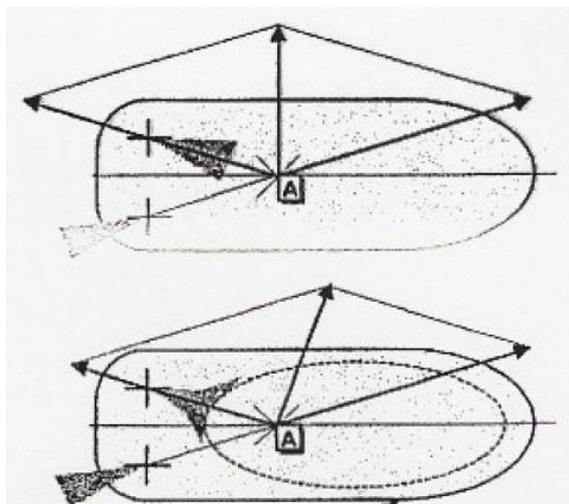


Рис. 4. Влияние обводов кормы на результирующий вектор

А – центр бокового сопротивления при нулевой скорости. Его положение зависит от скорости, осадки, дифферента, угловой скорости и т. д.

Поток воды от винта сталкивается со скегом и корпус судна начинает влиять на дальнейшее движение.

При рассмотрении работы комплекса двух ВРК, следует учитывать влияние угла натекания потока на результирующую силу каждой колонки. Согласно зависимостям, полученным во время испытаний в Дуйсбургском опытовом бассейне, отклонение результирующей силы от оси гребного винта каждой колонки может достигать 45–47 градусов при коэффициенте нагрузки винт-насадка $\sigma = 2$ [6].

В работе [9] автором определены так называемые «запретные зоны» («ForbiddenZones») (рис. 5). В данных зонах работа ВРК может привести к нежелательным эффектам от действия потока одной ВРК на другую или даже потере управления судном.

Наличие таких «запретных зон», а также других важных аспектов в управлении азимутальными кормовыми движителями упоминается во многих рекомендациях опытных капитанов и руководствах по эксплуатации от производителей. В связи с этим, для того, чтобы безопасно использовать все преимущества данного типа движителей, необходимо знать его ограничения. В первую очередь это касается маневрирования судна на малых скоростях.

Поэтому необходимо тщательное исследование данной проблемы, включая определение зон взаимного влияния ВРК-ВРК, ВРК-Корпус для конкретных моделей судов с тем, чтобы предсказать поведение судна при эксплуатации на малых ходах и избежать возможных ошибок судоводителя, которые могут повлечь нежелательные эффекты при управлении.

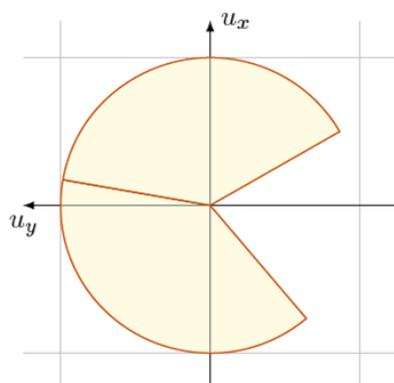


Рис. 5. Область работы ВРК с «запретной зоной»

Однако на сегодняшний день не существует универсальной методики расчетов управляемости судов, оборудованных ВРК, поскольку необходимо производить индивидуальное моделирование для каждого проекта судна, с учетом особенностей обводов его корпуса, определением ограничений работы ВРК из-за взаимодействия с корпусом судна.

Особенно актуально это для речных судов и судов смешанного «река-море» плавания, которые по характеру работы часто осуществляют маневрирование на малых скоростях.

Открытым остается и вопрос о влиянии близко расположенной причальной стенки, её подводной части на работу ВРК. Без детального изучения этих факторов невозможно дальнейшее построение динамической модели поведения судна.

Список литературы:

- [1] <http://vnpinfo.ru/arkhiv/item/11222-otstupat-dalshe-nekuda.html>
- [2] Зуев В.А., Калинина Н.В. Средства повышения маневренных качеств судов; 2-е изд., перераб. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. – 66 с.
- [3] Nienhuis U. Analysis of Thruster effectivity for dynamic Positioning and Low Speed Manoeuvring, PhD Thesis, Delft University of Technology, 1982.
- [4] Cozijn H., Hallmann R. and Koop A. Analysis of the Velocities in the Wake of an Azimuthing Thruster, using PIV Measurements and CFD Calculations. Dynamic Positioning Conference, Houston, USA, October 12–13, 2010.
- [5] Stettler J. Steady and Unsteady Dynamics of an Azimuthing Podded Propulsor Related to Vehicle Maneuvering, PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2004.
- [6] Гофман А.Д. Двигательно-рулевой комплекс и маневрирование судна: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 360 с.
- [7] Tello Ruiz M., Delefortie G. «Propulsion and Steering Behaviour of a Ship Equipped with Two Contra-Rotating Z-drives» 2012
- [8] Aquamaster Azimuth Thruster Guide.
- [9] Christiaan de Wit «Optimal Thrust Allocation Methods for Dynamic Positioning of Ships» 2009.

AZIMUTH THRUSTER DEVICE AS A MEAN OF INCREASING SHIP'S MANOEUVRABILITY

R.A. Puzankov, A.N. Klement'ev

Keywords: *azimuth thruster device, ASD, point of water resistance, Shottel, hull interaction*

The basic analysis of forces on azimuth thruster devices (ASD) is given in the article. It's stated, that previous researches of effectiveness of ASD operations don't take into account hull-thruster and thruster-thruster interaction to the full extent. That necessitates further research in that field, such as development of calculation methods of the forces influence for effective maneuver choice.

Статья поступила в редакцию 18.11.2016 г.

УДК 656.62.052

П.Н. Токарев, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ НА ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОМ КОМПЛЕКСЕ СУДНА

Ключевые слова: судно, движительно-рулевой комплекс, упор, полезная тяга, вращающий момент, поступь винта, коэффициент засасывания, мощность двигателя, силы на руле, силы на поворотной насадке.

В работе приведены исследования влияния режима работы двигателя и скорости движения на силы, возникающие на рулевом органе судна. На основе анализа многочисленных выражений и, используя материалы исследований, выполненных разными авторами в предыдущие годы, разработан метод определения усилий, создаваемых ДРК судна. Полученные выражения позволяют с помощью ЭВМ вести непрерывный расчет упора, полезной тяги и боковой составляющей нормальной силы на руле и поворотной насадке в диапазоне изменения скорости хода судна от нулевой до номинальной полного хода с учетом изменения режима работы движителей от швартовного до ходового.

В настоящее время имеется достаточно большое количество методов расчета усилий, возникающих на ДРК судна, которые могут быть использованы для расчета параметров движения судна при выполнении «слабых маневров». Методы расчета усилий, предложенные в работах [2, 8, 11] и пригодные для расчета «сильных маневров» имеют ряд недостатков. Поэтому проведены исследования с целью разработки метода, позволяющего вести расчет усилий на ДРК судна во всем диапазоне изменения динамических характеристик винтов при изменении режима работы движителя от ходового до швартовного. Исходя из практики маневрирования судов на малых и предельно малых скоростях хода, область исследования может быть ограничена

$$\left. \begin{aligned} (T_d; M_d)_{шв.пх} &\geq (T_d; M_d)_{пх} \geq (T_d; M_d)_{о.пх}; \\ (T_d; M_d)_{зх} &\cong (T_d; M_d)_{шв.зх} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь индексами обозначено:

ШВ – швартовный режим;

ПХ – передний ход;

ЗХ – задний ход;

О – номинальный режим.

В расчетах ходкости судов величину упора T_d и момента M_d винта определяют по формулам

$$\left. \begin{aligned} T_{\text{д}} &= k_T \rho n^2 D_{\text{в}}^4; \\ M_{\text{д}} &= k_M \rho n^2 D_{\text{в}}^5 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Здесь

ρ – плотность воды,

$D_{\text{в}}$ – диаметр винта,

n – частота вращения винта.

Коэффициенты упора (k_T) и момента (k_M) при заданной форме лопасти винта в зависимости от числа лопастей z дискового отношения $\Theta_{\text{в}}$, относительной поступи λ_p и шагового отношения $H_{\text{в}}/D_{\text{в}}$ могут быть определены по диаграммам для расчета гребных винтов в зависимости от поступи винта,

$$\lambda_p = \frac{v_e}{n D_{\text{в}}} \quad (3)$$

Характеристики винта k_T и $k_M = f(H_{\text{в}}/D_{\text{в}}, z, \Theta_{\text{в}}, \lambda_p)$ являются статическими. Допустимость их использования для расчета динамики судового комплекса «корпус судна – средства управления – движители – двигатели» исходя из гипотезы квазистационарности показана в работе [1]. Зависимость k_T и k_M как функция λ_p линейна для винтов в насадках и практически линейна в диапазоне рабочих поступей, для открытых винтов [1]. По диаграммам для конкретного винта можно записать:

$$\left. \begin{aligned} k_M &= k_M^{\text{шв}} - a_M \frac{v_e}{n D_{\text{в}}}; \\ k_T &= k_T^{\text{шв}} - a_T \frac{v_e}{n D_{\text{в}}}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $k_M^{\text{шв}}$, $k_T^{\text{шв}}$ – коэффициенты упора и момента при работе винта в швартовном режиме ($\lambda_p = 0$);

a_M , a_T – коэффициенты, определяемые по выражениям:

$$\left. \begin{aligned} a_M &= (k_M^{\text{шв}} - k_M^0) \frac{1}{\lambda_{p_0}}; \\ a_T &= (k_T^{\text{шв}} - k_T^0) \frac{1}{\lambda_{p_0}}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Здесь k_M^0 и k_T^0 – коэффициенты момента и упора, винта при номинальной поступи $\lambda_{p_0}(v_0, n_0)$.

С учетом выражения (5) формула (1) для определения текущего значения упора винта запишется в следующем виде:

$$T_{\text{д}} = \rho (k_T^{\text{шв}} n D_{\text{в}} - a_T v_e) n D_{\text{в}}^3 \quad (6)$$

Известно, что вращающий момент $M_{\text{д}}$ связан с частотой вращения винта и подводимой к винту мощностью выражением [3, 4]

$$M_{\text{д}} = \frac{16,61 N_p}{n} \quad (7)$$

П.Н. Токарев

Метод определения гидродинамических усилий на движительно-рулевом комплексе судна

где N_p – мощность, подведенная к винту, кВт.

Из выражений (1) и (6) очевидно, что

$$N_p = \frac{\rho k_M n^3 D_B^5}{16,61}, \quad (8)$$

тогда можно записать

$$T_D = \frac{16,61 k_T N_p}{n k_M D_B}. \quad (9)$$

Подставляя в формулу (9) частоту вращения винта из выражения (8) и принимая $N_p \approx 0,95 N_e$, после некоторых преобразований получим выражение для определения упора движителя, отражающее связь величин N_e , M_D и T_D

$$T_D = \frac{0,155 k_T N_e}{\sqrt[3]{\frac{0,155 N_e k_M^2}{D_B^2}}} \bar{n}^2;$$
$$\text{или } T_D = \sqrt[3]{\left(\frac{0,155 N_e D_B}{k_M}\right)^2} k_T \bar{n}^2, \quad (10)$$

где N_e – мощность двигателя;

\bar{n} – безразмерная частота вращения винта (при заданном режиме работы двигателя).

Полученная формула (10) позволяет вести расчет упора как гидродинамически «тяжелых» винтов фиксированного шага, когда при номинальной мощности N_e частота вращения винта оказывается меньше n_0 , так и «легких» винтов, когда при достижении номинальной частоты вращения винта двигатель развивает неполную мощность.

Коэффициенты засасывания для открытых винтов определяются по формуле

$$t_3 = \frac{t_{o3}}{1 - \frac{v_e}{nH_B}}. \quad (11)$$

Для винтов в насадках после некоторых преобразований

$$t_3 = \frac{2\psi v_e + 0,3\psi \left(\sqrt{v_e^2 + \frac{5,1T_D}{\beta_\alpha D_B^2}} - v_e \right)}{2v_e + \left(\sqrt{v_e^2 + \frac{5,1T_D}{\beta_\alpha D_B^2}} - v_e \right)}. \quad (12)$$

Выражения (6), (10), (11), (12) и

$$T_E = T_D (1 - t_3) \quad (13)$$

позволяют вести расчет величин T_D , t_3 и T_E при изменении скорости движения судна от нулевой до скорости полного хода.

При неустановившемся криволинейном движении судна гребной винт работает в

косом потоке с непрерывно изменяющимися углами скоса и скоростями натекания. Влияние корпуса, углов дрейфа судна и углов перекладки рулевого органа также непрерывно изменяется. Винты левого и правого борта работают в потоках, имеющих различный характер. Внутренний по отношению к циркуляции винт работает в потоке с наибольшим углом скоса и наименьшей относительной поступью. В связи с этим, характеристики винта при криволинейном движении отличаются от их значений, определяемых по диаграммам для прямого курса, и поэтому для определения T_D и M_D при криволинейном движении необходимо ввести соответствующие поправки:

$$\left. \begin{aligned} T_{D, \text{сп}} &= p_{Ti} T_D; \\ M_{D, \text{сп}} &= p_{Mi} M_D, \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

где p_{Ti} , p_{Mi} – коэффициенты влияния криволинейного движения на гидродинамические характеристики гребного винта.

Коэффициенты p_{Ti} и p_{Mi} учитывают изменения упора и момента гребного винта, обусловленных влиянием угла перекладки рулевого органа, изменением скорости натекания воды на винт при наличии угла дрейфа и угловой скорости вращения судна ω , угла скоса потока, коэффициентов попутного потока и засасывания, неравномерность потока, обтекающего винт.

Влияние перекладки рулевого органа на гидродинамические характеристики движителя можно учесть, используя рекомендации Н.Б. Слижевского [5].

Влияние угла дрейфа β и угловой скорости вращения судна на скорость и угол натекания потока на движители в теории управляемости судов учитывается обычно путем введения коэффициентов влияния корпуса χ_k к углу скоса потока β_k и коэффициентов попутного потока, ψ_k различных для винтов правого и левого борта.

Наиболее полные рекомендации по определению величин χ_k и ψ_k при криволинейном движении разработаны А.Д. Гофманом [2]. Выражения для определения величин $v_{\text{сп}}$ и $v_{\text{лп}}$ и углов натекания косого потока на винты правого и левого борта с учетом схемы (рис. 1) имеют вид:

1. Для винтов правого борта

$$\left. \begin{aligned} v_{\text{сп}}^2 &= v^2 + \omega^2 l_{\text{сп1}}^2 + 2\omega l_{\text{сп1}} \sin\left(\beta - \arctg \frac{d_{\text{в}}}{l_{\text{сп1}}}\right); \\ \beta_{\text{сп}} &= \chi_{\text{сп}} \left[\beta + \arccos \frac{v^2 + v^2 - \omega^2 l_{\text{сп1}}^2}{2v v_{\text{сп}}} \right]; \\ v_{\text{сплх}} &= v(1 - \psi_{\text{сп}}) \cos\beta - \omega l_{\text{сп1}} \sin\left(\arctg \frac{d_{\text{в}}}{l_{\text{сп1}}}\right). \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

2. Для винтов левого борта

$$\left. \begin{aligned} v_{\text{лп}}^2 &= v^2 + \omega^2 l_{\text{лп1}}^2 + 2\omega l_{\text{лп1}} \sin\left(\beta - \arctg \frac{d_{\text{в}}}{l_{\text{лп1}}}\right); \\ \beta_{\text{лп}} &= \chi_{\text{лп}} \left[\beta + \arccos \frac{v^2 + v^2 - \omega^2 l_{\text{лп1}}^2}{2v v_{\text{лп}}} \right]; \\ v_{\text{лплх}} &= v(1 - \psi_{\text{лп}}) \cos\beta - \omega l_{\text{лп1}} \sin\left(\arctg \frac{d_{\text{в}}}{l_{\text{лп1}}}\right). \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

В выражениях (15) и (16)

$$l_{кл1} = l_{кп1} = \sqrt{l_{кл}^2 + d_6^2} = \sqrt{l_{кп}^2 + d_6^2}, \quad (17)$$

$l_{кл}, l_{кп}$ – отстояние дисков гребных винтов правого и левого борта от ц.м.;

$\chi_{кп}, \chi_{кл}$ – коэффициенты влияния корпуса на угол скоса потока, натекающего на винт правого и левого борта соответственно;

$\psi_{кп}, \psi_{кл}$ – коэффициенты попутного потока для винтов правого и левого борта;

d_6 – расстояние от ДП оси винта левого и правого и борта.

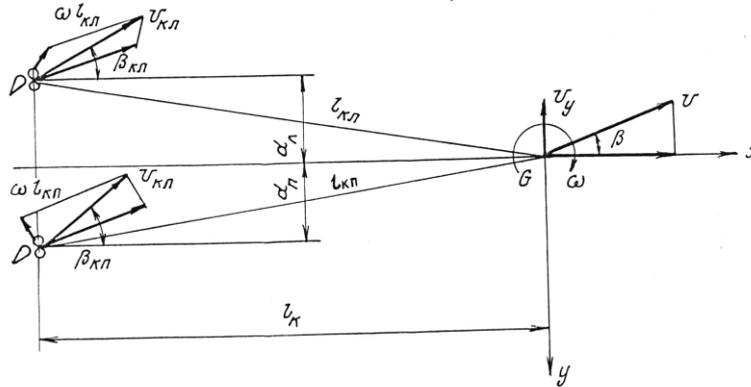


Рис. 1. План скоростей потока обтекающего винты правого и левого борта при криволинейном движении

Величины T_D, M_D, t_z и T_E при криволинейном движении приближенно можно определить, используя выражения (6), (10), (12) с учетом формул (15), (16) и (17).

Величина поперечной силы на открытом гребном винте определяется по видоизмененному выражению В.Г. Павленко [6]

$$Y_p = \left(\bar{k}_1 v_e + \bar{k}_2 \sqrt{\frac{2,55 T_D}{D_6^2}} \right) \frac{\rho}{2} F_p v_e^2 \chi_k \sin \beta_k. \quad (18)$$

Имея зависимости, позволяющие вести расчет усилий на движительном комплексе судна T_D, M_D, T_E и Y_p в зависимости от параметров движения судна β, ω и v перейдем к рассмотрению гидродинамических усилий, возникающих на рулевом органе.

Выражения по определению усилий на рулевом органе должны отражать связь кинематических параметров движения β, ω, v и учитывать изменения режима работы движителей. Рассмотрим работу руля, расположенного за гребным винтом, причем, в поток от работающего движителя попадает лишь часть пера руля S' (рис. 2, в).

С учетом общепринятых допущений и исходя из теории крыла малого удлинения [2, 6], выражение по определению боковой составляющей подъемной силы руля можно представить в следующем виде:

$$Y_R = c_{YR} \frac{\rho}{2} [v_e^2 S'' + (v_e + W_\alpha)^2 S']. \quad (19)$$

После возведения в квадрат величины $(v_e + W_\alpha)$ и приведения подобных членов имеем

$$Y_R = c_{YR} \frac{\rho}{2} [v_e^2 S_p + (2v_e W_\alpha + W_\alpha^2) S'] \quad (20)$$

Выражение (19) показывает, что величину Y_R можно рассматривать как сумму трех составляющих.

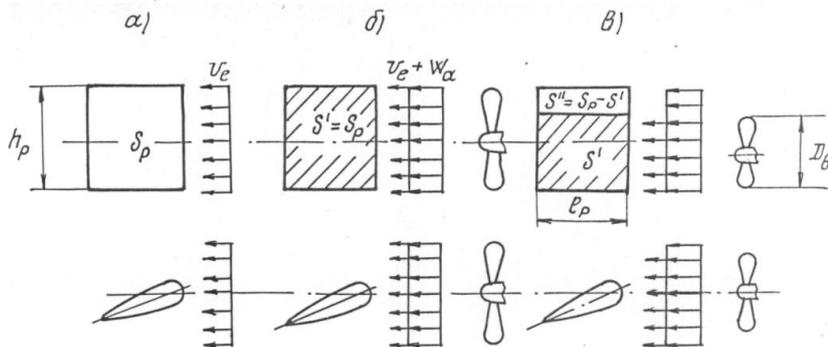


Рис. 2. Расположение рулей по отношению к струе от работы движителя

1. Боковой составляющей подъемной силы изолированного руля в однородном потоке, набегающем на него со скоростью v_e .
2. Составляющей усилия от работы пера руля площадью S' в изолированной струе движителя W_α .
3. Составляющей, учитывающей действие внешнего потока v_e и струи от движителя W_α при обтекании пера руля площадью S' .

Используя метод разделения нагрузок [2] и рассматривая площади пера руля S_p и S' , как имеющие различные удлинения $\bar{\lambda}_p = h_p / l_p$ и $\bar{\lambda}_p = D_s / l_p$, выражение (19) можно записать в следующем виде:

$$Y_R = \left[\mu \frac{\rho}{2} v_e^2 S_p + \mu' \frac{\rho}{2} (2v_e W_\alpha + W_\alpha^2) S' \right] \alpha_\alpha \quad (21)$$

Согласно теории идеального движителя аксиальная составляющая вызванной скорости потока от работы гребного винта в диске винта определяется по выражениям [6] для открытого гребного винта

$$W_\alpha = \frac{1}{2} v_e (\sqrt{1 + \sigma_p} - 1), \quad (22)$$

для винта в насадке

$$W_\alpha = \frac{1}{2} v_e \left(\sqrt{1 + \frac{2\sigma_k}{\beta_\alpha}} - 1 \right), \quad (23)$$

где β_α – коэффициент расширения насадки;

σ_p – коэффициент нагрузки открытого винта по упору, определяемый по выражению

$$\sigma_p = \frac{2T_D}{\rho v_e^2 F_p} \quad (24)$$

σ_k – коэффициент нагрузки комплекса винт-насадка, определяемый по выражению

$$\sigma_k = \frac{2,55T_k}{\rho v_e D_e^2} \quad (25)$$

Полная величина вызванной скорости для винта в насадке реализуется уже в выходном сечении насадки и определяется по выражению (23) [2, 7, 8]. Для открытого гребного винта вызванные скорости на бесконечном удалении возрастают

$$W_{\alpha\infty} = v_e (\sqrt{1 + \sigma_p} - 1) \quad (26)$$

Однако реальные условия взаимодействия значительно отличаются от идеальных (влияние вязкости жидкости, закрученности потока за винтом, неравномерности распределения вызванной скорости в струе движителя) и поэтому, как показал С. Окада еще в 1959 году, «осевая скорость в струе гребного винта возрастает лишь на расстоянии менее $0,1D_B$ от диска гребного винта» [2; с. 93]. Далее скорость в струе падает. Реальное изменение аксиальной составляющей скорости в потоке от движителя в зависимости от удаленности рассматриваемого сечения от диска винта учитывается коэффициентом χ [2, 9].

$$\frac{W_\alpha}{W_{\alpha\infty}} = \chi = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2\bar{X}}{\sqrt{1 + 4\bar{X}^2}} \right], \quad (27)$$

где $\bar{X} = X/D_e$ относительное расстояние рассматриваемой точки (X) от диска гребного винта.

Выражения (22) и (23) с учетом формул (24) (25) и (27) можно записать: для открытого винта

$$W_\alpha = \chi \left(\sqrt{v_e^2 + \frac{2,55T_D}{D_B^2}} - v_e \right); \quad (28)$$

для винта в насадке

$$W_\alpha = \frac{1}{2} \left(\sqrt{v_e^2 + \frac{5,1T_k}{\beta_\alpha D_e^2}} - v_e \right). \quad (29)$$

Формулы (28) и (29) позволяют определять величину W_α во всем диапазоне изменения упора движителя.

Величину градиента подъемной силы руля μ можно принять по формуле В.Г. Павленко [6]

$$\mu = \frac{2\pi r_i}{1 + \frac{2,2}{\sqrt[3]{\lambda_p^2}}} \quad (30)$$

Как видно из рис. 3 значения μ , рассчитанные по формуле (30) ($r_i = 1$), несколько завышены при $\bar{\lambda}_p \leq 2$ по сравнению с результатами расчета по формуле К.К. Федяевского [10].

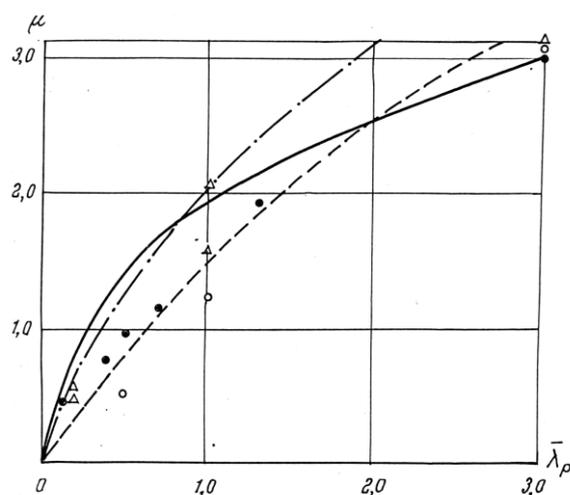


Рис. 3. Зависимость градиента подъемной силы руля μ от относительного удлинения $\bar{\lambda}_p$

- — — — расчет по формуле В.Г. Павленко [6];
- - - - - расчет по формуле К.К. Федяевского [10];
- · - · - · - расчет по формуле Прандтля [8];
- Δ ; \circ ; \bullet — экспериментальные точки [10]

Однако, как отмечает К.К. Федяевский, с учетом нелинейности зависимости $\mu = f(\alpha_R)$ реальное значение коэффициента μ (в диапазоне $1 \leq \bar{\lambda}_p \leq 2$) несколько выше, чем дает его формула по линейной теории.

В формуле (30) r_i – суммарный коэффициент, учитывающий наличие рулевых шайб, грушевидной надделки, относительной толщины пера руля и других близко расположенных рулей [6].

Выражение для определения боковой составляющей нормальной силы на руле при криволинейном движении запишется в виде:

$$Y_R = \left[\mu \frac{\rho}{2} v_e^2 S_p + \mu' \frac{\rho}{2} (2v_e W_\alpha + W_\alpha^2) S' \right] \times \sin \left[\alpha_R - \chi_k \arctg \left(\frac{v_y + \omega l_k}{v_e \cos \beta_k + \sqrt{\frac{S'}{S_p}} W_\alpha} \right) \right]. \quad (31)$$

Скорость v_e в данном случае определяется по выражению

$$v_e = v_k (1 - \psi_k). \quad (32)$$

Можно показать, что при $v_e = 0$ выражение (31) принимает вид:

$$Y_{R\text{шв}} = k \frac{1}{\lambda'_p} T_{\text{Дшв}} \sin \alpha_R, \quad (33)$$

где k – коэффициент, зависящий от величин μ' и χ .

Расчеты, выполненные по формуле (33), показывают удовлетворительное совпадение с результатами экспериментальных данных, выполненных А.Д. Гофманом [2] и Л.Б. Сандлером [11].

При прямолинейном движении судна с малыми углами дрейфа $\beta \leq 20^\circ$ выражение (31) можно записать в следующей виде:

$$Y_R = \mu_1 \frac{\rho}{2} v_e^2 r_v^2 S_p \left(\alpha_R - \chi_k \frac{1}{r_v} \beta \right), \quad (34)$$

где

$$r_v = \sqrt{\frac{S''}{S_p} + \frac{S'}{S_p} \frac{(v_e + W_\alpha)^2}{v_e^2}}. \quad (35)$$

$$\mu_1 = \mu - (\mu - \mu') \left(1 - \frac{1}{r_v} \right)^2. \quad (36)$$

Результаты расчетов Y_R по выражениям (31) и (34) при выполнении слабых маневров практически совпадают с результатами расчетов Y_R по выражениям, приведенным в работах [2, 6, 12].

Силу дополнительного сопротивления X_R возникающего от перекладки руля при маневрировании можно определить по видоизмененному выражению В.Г. Павленко [6]:

$$X_R = c_{x0} \frac{\rho}{2} W_\alpha^2 r_v'^2 S_p \left\{ 1 + k_R \left[\alpha_R - \chi_k \arctg \left(\frac{v_y + \omega l_k}{v_e \cos \beta_k + \sqrt{\frac{S'}{S_p} W_\alpha}} \right) \right]^2 \right\}, \quad (37)$$

$$\text{где } k_R = \frac{c_{x1}}{c_{x0}}, \quad r_v' = \sqrt{\frac{v_e^2}{W_\alpha^2} \frac{S''}{S_p} + \frac{S'}{S_p} \left(\frac{v_e}{W_\alpha} + 1 \right)^2}.$$

Значения коэффициентов c_{x1} и c_{x0} можно определить по рекомендациям В.Г. Павленко [6].

Боковую составляющую нормальной силы, возникающей на поворотной насадке с учетом выражений по определению T_k , приведенных выше, можно определить по формуле [2]:

$$Y_H = q_e \sigma_{eo} \frac{\sqrt{1 + q_1 \sigma_{ko}} \sin \alpha^* - \sin \beta_M}{\sqrt{1 + q_1 \sigma_{ko}} \cos \alpha^* - \cos \beta_M} + \mu_0 (\alpha_H - \beta_M) \frac{\rho}{2} v_e^2 F_p, \quad (38)$$

где q_e – коэффициент уменьшения полезной тяги при перекладке насадки на угол α_H ;

σ_{eo} – коэффициент нагрузки комплекса по полезной тяге;

q_1 – коэффициент изменения упора;

σ_{ko} – коэффициент нагрузки комплекса по упору в номинальном режиме движения при $\alpha_H = 0$;

α^* – угол выброса струи из насадки при ее перекалке на угол α_H ;

μ_0 – градиент подъемной силы насадки.

Исследования, выполненные А.Д. Гофманом [2], показали, что величина угла α^* зависит от угла перекалки, относительного удлинения и наличия стабилизатора на насадке. Результаты испытаний представлены в виде графических зависимостей. Анализ результатов позволяет приближенно принять для реальных ДРК речных грузовых судов аппроксимационные выражения: для насадок со стабилизатором

$$\alpha^* = \alpha_n - (1,0 - \bar{l}_n) \frac{\alpha_n^2}{1,81 \bar{l}_n}, \quad (39)$$

для насадок без стабилизатора

$$\alpha^* = \alpha_n - (1,2 - \bar{l}_n) \frac{\alpha_n^2}{\bar{l}_n}. \quad (40)$$

В выражениях (39) и (40) $\bar{l}_n = l_n / D_e$ – относительное удлинение насадки. Тогда с учетом выражения по определению, умножив и разделив первое слагаемое формулы (38) на величину v_e , получим:

$$Y_n = q_e T_E \sqrt{\frac{v_e^2 + \frac{5,1 T_k}{\beta_\alpha D_e^2} \sin \alpha^* - v_e \sin \beta_k}{v_e^2 + \frac{5,1 T_k}{\beta_\alpha D_e^2} \cos \alpha^* - v_e \cos \beta_k}} + \mu_o \frac{\rho}{2} v_e^2 F_p (\alpha_n - \chi_k \beta_k), \quad (41)$$

$$\text{где } \mu_o = \frac{12 \bar{l}_n}{1 + 1,56 \bar{l}_n}. \quad (42)$$

Для определения величины q_e аппроксимированы экспериментальные данные [2] для насадок со стабилизатором

$$q_e = \frac{1,00}{1,00 + 0,87(1 + \bar{l}_n) \alpha_n^2}, \quad (43)$$

для насадок без стабилизатора

$$q_e = \frac{1,00}{1,00 + 1,93 \bar{l}_n \alpha_n^2}. \quad (44)$$

При переходе к случаю $v_e = 0$ выражение (41) принимает вид:

$$Y_H = Y_{H_{ув}} = q_e T_{E_{ув}} \operatorname{tg} \alpha_H. \quad (45)$$

Таким образом, на основании выполненного анализа и, используя материалы ис-

следований, проведенных разными авторами, разработан метод определения усилий, создаваемых ДРК судна, позволяющий с помощью ЭВМ вести непрерывный расчет упора, полезной тяги и боковой составляющей нормальной силы на руле и поворотной насадке в диапазоне изменения скорости хода судна от нулевой до $v = v_0$ с учетом изменения режима работы двигателей от швартовного до ходового.

Список литературы:

- [1] Зайков В.И. Оценка влияния нестационарности на гидродинамические силы, действующие на движительно-рулевой комплекс при реверсе гребного винта // Тр. НТО им. акад. А.Н. Крылова. – 1981. – Вып. 348. – С. 11–15.
- [2] Гофман А.Д. Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 360 с.
- [3] Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания [Текст] / под ред. А.М. Басина, Е.И. Степанюка. – Л.: Транспорт, 1977. – 272 с.
- [4] Анфимов В.Н. Судовые тяговые расчеты [Текст]: учебник / В.Н. Анфимов, Г.И. Ваганов, В.Г. Павленко; под ред. В.Г. Павленко. – М.: Транспорт, 1978. – 216 с.
- [5] Слижевский Н.Б. Влияние руля на характеристики потока в диске гребного винта // Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова. – Л.: Судостроение, 1978. – Вып. 282. – С. 89–90.
- [6] Павленко В.Г. Маневренные качества судов и составов (Управляемость судов и составов). – М.: Транспорт, 1979. – 184 с.
- [7] Басин А.М. Ходкость и управляемость судов (Судовые двигатели). – М.: Транспорт, 1984. – 476 с.
- [8] Справочник по теории корабля. Т. 3. Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания / Под ред. Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 544 с.
- [9] Басин А.М. Ходкость и управляемость судов. – М.: Транспорт, 1977. – 456 с.
- [10] Федяевский К.К. Управляемость корабля [Текст]: учеб. пособие для кораблестр. вузов и фак. / К.К. Федяевский, Г.В. Соболев. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 375 с.
- [11] Сандлер Л.Б. Взаимодействие судового руля со струей гребного винта в швартовном режиме // Совершенствование гидродинамических качеств судов и составов на внутренних водных путях. – Новосибирск, 1986. – С. 75–80.
- [12] Першиц Р.Я. Управляемость и управление судном. – Л.: Судостроение, 1983. – 272 с.

METHOD OF DETERMINING HYDRODYNAMIC EFFORTS ON THE SHIP'S PROPULSION COMPLEX

P.N. Tokarev

Keywords: vessel, ship propulsion and steering complex, stress, useful thrust, torque, pace screws, suction rate, engine power, forces on the steering wheel, forces on the rotary nozzle.

The article presents the research of influence of engine operating mode and speed on the forces arising in the steering gear of a vessel. Having scanned numerous expressions and using the materials of the previous researches carried out by different authors, we developed a method for determining forces generated by propulsion gear of a vessel. These expressions allow using a computer to conduct a continuous calculation of useful thrust and lateral component of the normal force on the rudder and the rotary nozzle in the range of the full speed of a vessel from zero to nominal full speed, taking into account changes in the operating mode of propulsion from the mooring to the sea speed.

Статья поступила в редакцию 20.06.2016 г.

Раздел VIII

**Эксплуатация судового
энергетического оборудования**



Section VIII

Operation of ship power equipment



УДК 621.317.629.12

Г.И. Коробко, доцент, к.т.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
В.В. Лебедев, ООО «СТАНДАРТ», Нижний Новгород
П.В. Ахлестин, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С АКТИВНЫМ КОМПЕНСАТОРОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Ключевые слова: судовая электроэнергетическая система, активный компенсатор, нелинейные искажения напряжения, 12-пульсный преобразователь, ответственные потребители.

В статье рассматривается моделирование судовой электроэнергетической системы и влияние на неё мощных нелинейных потребителей. Для улучшения качества электроэнергии, при подключении данных потребителей, применяется активный компенсатор на базе вольтодобавочных устройств. Производится сравнение влияния на коэффициент нелинейного искажения напряжения, при применении в СЭЭС, 12-пульсного и 6-пульсного преобразователя.

В судовой электроэнергетической системе – СЭЭС присутствуют наиболее ответственные потребители (навигационные приборы, комплексная система управления судном, пожарная система, авторулевой, системы управления судном и системы контроля главных двигателей и т.д.), которые требуют высокое качество электроэнергии. Это требование определено Российским Морским Регистром Судоходства – РМРС [1] и Российским Речным Регистром – РРР [2]. Важнейшим показателем качества электроэнергии является то, что коэффициент несинусоидальности кривой напряжения судовой сети (обусловленный работой различных силовых полупроводниковых устройств) не должен превышать 10%. Снижение качества электроэнергии связано с наличием в составе СЭЭС нелинейных потребителей, к которым относятся силовые полупроводниковые устройства, так как являются источниками высших гармоник.

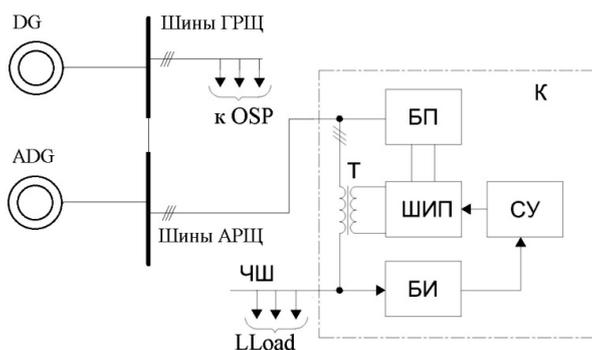


Рис. 1. Схема электроснабжения судна с компенсатором – К, подключённым к чистой шине

Рассмотрим схему электроснабжения судна (рис. 1). В неё входит главный дизель-генератор – DG, аварийный дизель-генератор – ADG. Дизель генераторы питают главный распределительный щит – ГРЩ и аварийный распределительный щит –

АРЩ, соответственно. АРЩ и ГРЩ подключены между собой через автоматический выключатель, который во время безаварийной работы включен. Шины ГРЩ питают общесудовые потребители – OSP, питание чистой шины – ЧШ подается из АРЩ. От ЧШ питаются наиболее ответственные потребители – LLoad. Для снижения искажений сетевого напряжения, питающего ответственные потребители, в СЭЭС включён компенсатор – К. Блок-схема компенсатора состоит из вольтодобавочного трансформатора – Т, вторичная обмотка которого включена между шинами главного распределительного щита – ГРЩ и ЧШ. Первичная обмотка трансформатора получает управляющее напряжение от широтно-импульсного преобразователя – ШИП, подключенного к блоку питания – БП. Система управления – СУ получает напряжение на «чистой шине» от блока измерения – БИ и формирует сигнал, компенсирующий высшие гармоники, для управления ШИПа.

Для оценки снижения коэффициента нелинейных искажений при использовании активного вольтодобавочного компенсатора в пакете Matlab Simulink была разработана модель СЭЭС, которая представлена на рис. 2. Вольтодобавочные трансформаторы передают в сеть сумму высших гармоник напряжения, находящиеся в противофазе друг с другом, которая компенсирует высшие гармоники напряжения на шинах ГРЩ [4].

Для создания модели использовались стандартные блоки библиотеки SimPowerSystems [3]. Источники электроэнергии СЭЭС представлены основным дизель-генераторным агрегатом «DG» со стандартным эквивалентным синхронным генератором и аварийным дизель-генератором «ADG» мощностью 250 и 160 кВт соответственно, напряжением 400 В, 50 Гц, с номинальной частотой вращения 1500 об/мин. Подруливающее устройство «PU» выполнено в виде мостового неуправляемого выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку. Имитационная модель нелинейной нагрузки представляет собой эквивалентный преобразователь «FC», выполненный по 12-пульсной схеме и подключена через трансформатор, соединенный по схеме «звезда-треугольник» (рис. 3), входит в «NLoad» (рис. 2). Выключатели QF1 и QF2 служат для подключения соответствующего генератора к шинам питания. Линейные потребители, критичные к наличию высших гармоник напряжения в сети, моделируются блоком «LLoad» и подключены после вольтодобавочных трансформаторов T_a , T_b , T_c активного компенсатора нелинейных искажений. Блок «NLoad» представляет собой нелинейную нагрузку, подключенную к «чистой шине» СЭЭС.

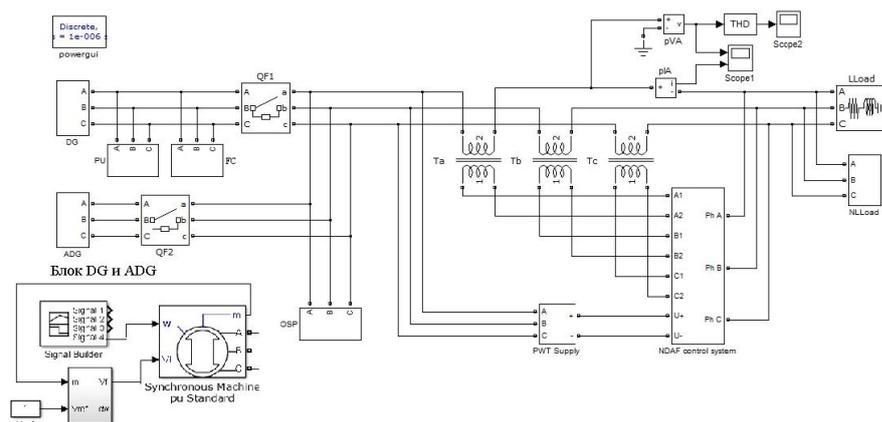


Рис. 2. Модель СЭЭС с активным вольтодобавочным компенсатором нелинейных искажений

Активный компенсатор состоит из блока управления «NDAF control system», состоящего из устройства выделения сигнала суммы высших гармоник и трехканального широтно-импульсного преобразователя, блока питания «PWT Supply», выполненного в виде трехфазного мостового выпрямителя с выходным сглаживающим LC-фильтром, и вольтодобавочных трансформаторов.

Осциллографы «Score1» и «Score2» служат для отображения фазного напряжения и тока и коэффициента нелинейных искажений напряжения.

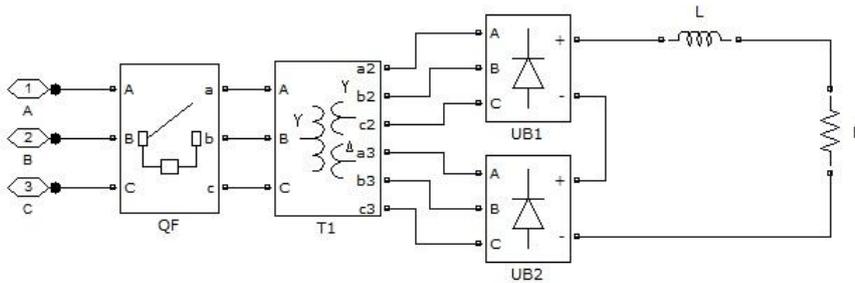


Рис. 3. Имитационная модель нелинейной нагрузки

На рис. 4 представлены результаты моделирования, коэффициент нелинейных искажений напряжения до компенсатора и после компенсатора при подключении номинальной нелинейной нагрузки.

При подключении нелинейной нагрузки номинальной мощности (80%), $t = 0,2$ с, до компенсатора коэффициент нелинейных искажений будет равен 11,5%, что не отвечает требованиям Регистра. После компенсатора коэффициент нелинейных искажений равен 2%.

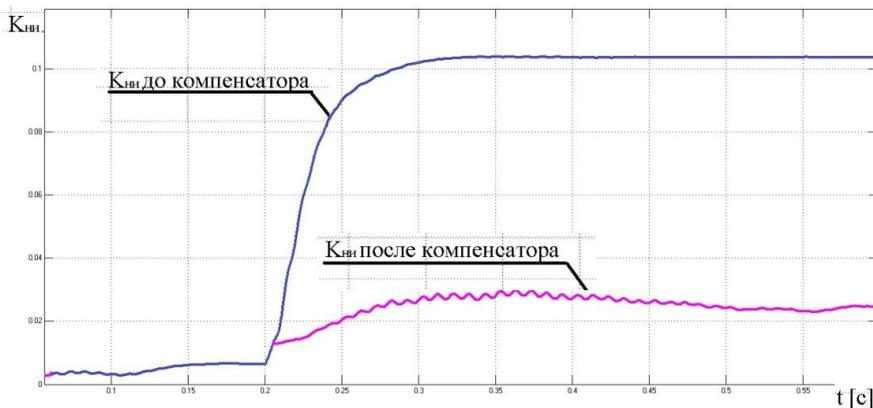


Рис. 4. Коэффициент нелинейных искажений при подключении номинальной нагрузки с применением в СЭЭС 12-пульсного преобразователя

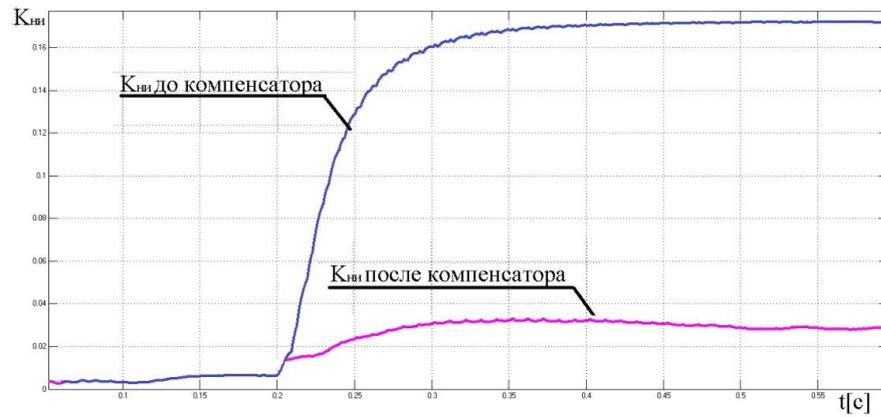


Рис. 5. Коэффициент нелинейных искажений при подключении номинальной нагрузки с применением в СЭЭС 6-пульсного преобразователя

На рис. 5 показан коэффициент нелинейных искажений при использовании в СЭЭС 6-пульсных частотных преобразователей, с нелинейной нагрузкой (80%), $t=0,2$ с, что и была, когда использовался 12-пульсный частотный преобразователь. Без компенсатора коэффициент будет достигать 17,5%, после компенсатора 3%.

При подключении дополнительной нагрузки, $t = 0,6$ с, коэффициент нелинейных искажений в сети увеличивается до 12%, после компенсатора коэффициент остаётся на уровне 3%, как это было и при подключении номинальной нагрузки (рис. 6).

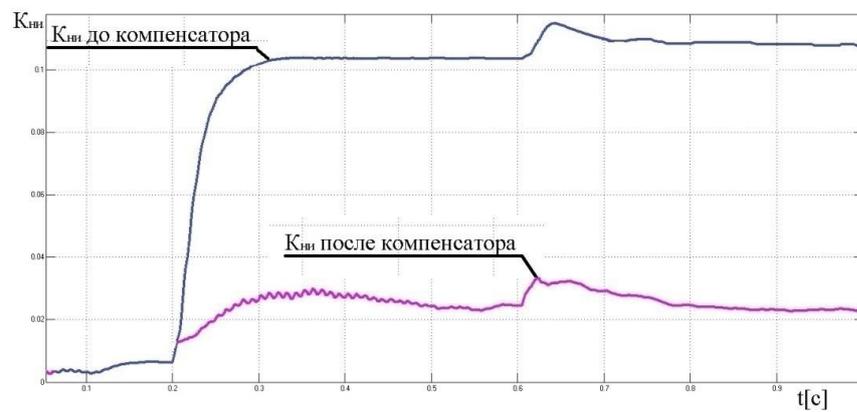
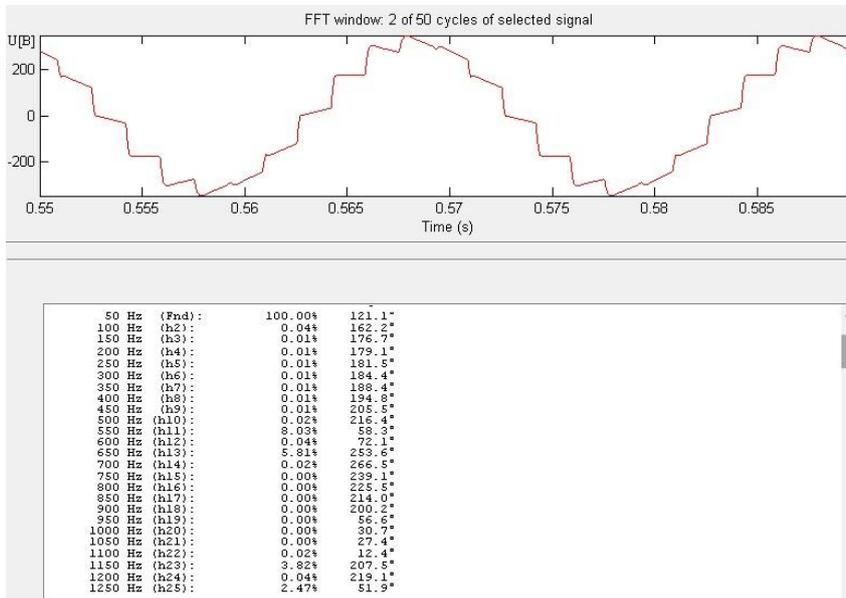
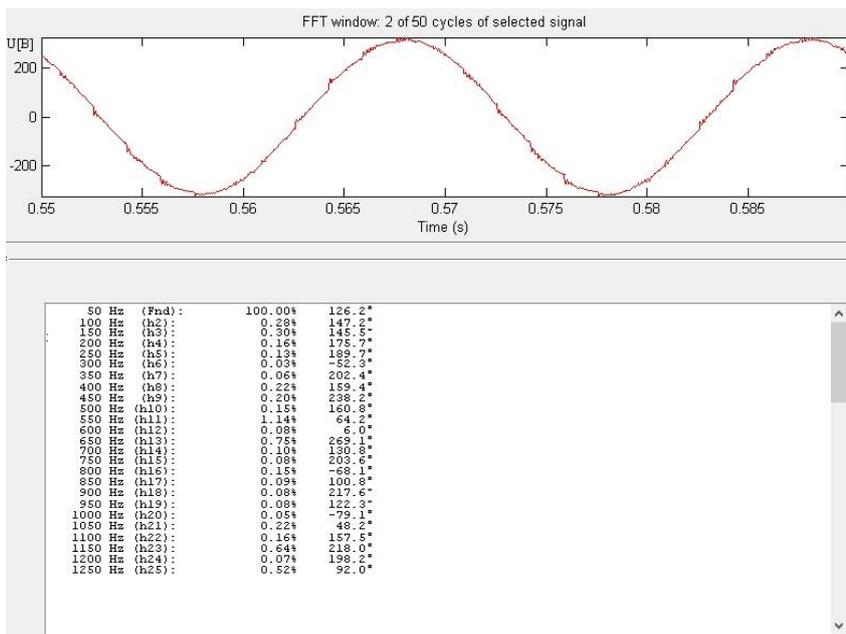


Рис. 6. Коэффициент нелинейных искажений при подключении дополнительной нагрузки с применением в СЭЭС 12-пульсного преобразователя

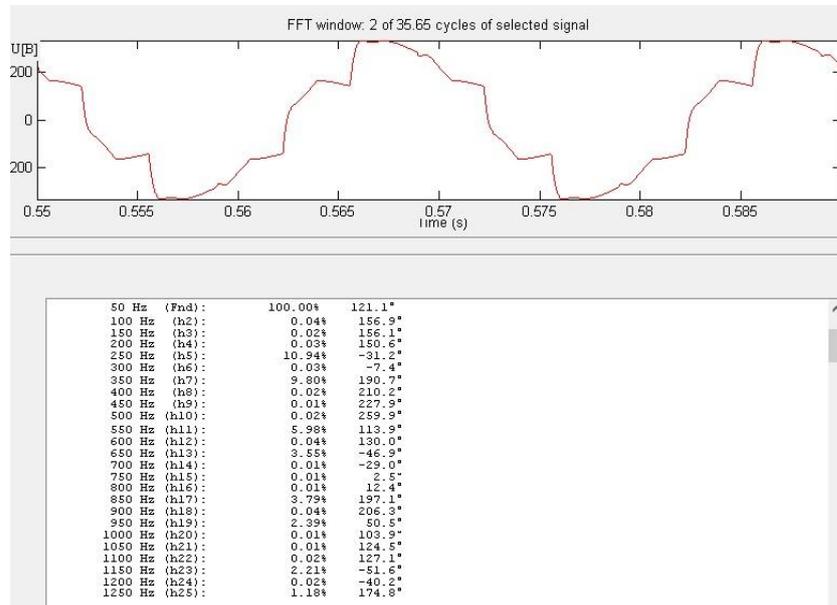


а)

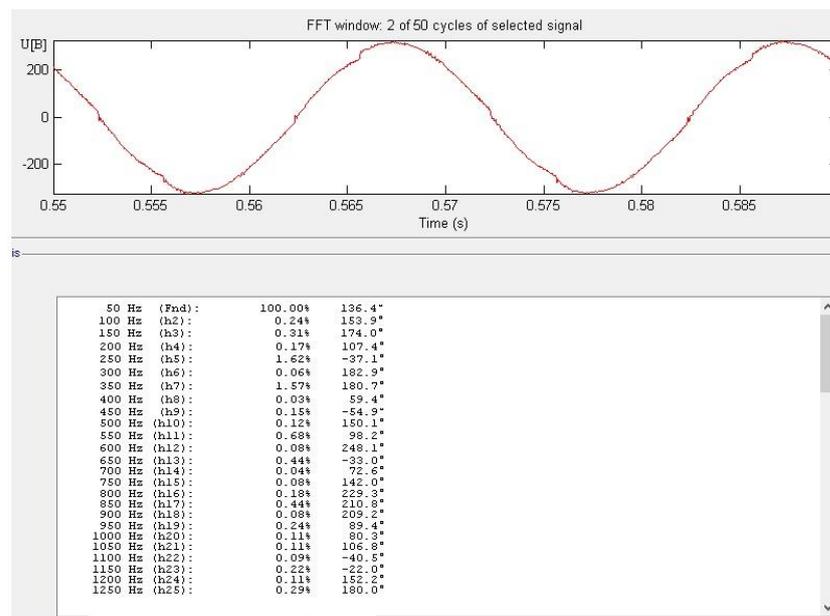


б)

Рис. 7. Спектральный анализ высших гармоник напряжения при применении 12-пульсного преобразователя. а) без компенсатора, б) с компенсатором



а)



б)

Рис. 8. Спектральный анализ высших гармоник напряжения при применении 6-пульсного преобразователя. а) без компенсатора б) с компенсатором

Во время моделирования был проведён спектральный анализ гармоник напряжения (функция в блоке powergui (рис. 2)). Анализ был проведён путем применения быстрого преобразования Фурье к графикам изменения напряжения.

Было проведено моделирование при использовании в СЭЭС 6-пульсного преобразователя, работающего на ту же нагрузку. На рис. 5 представлены результаты моделирования. Из графиков видно, коэффициент нелинейных искажений напряжения до компенсатора значительно увеличился (до 17%), по сравнению с использованием в СЭЭС 12-пульсного частотного преобразователя. Спектральный анализ, представленный на рис. 8, показал, что это обусловлено появлением 5-ой (10,94%), 7-ой (9,80%), 17-ой (3,79%) и 19-ой (2,39%) гармоник в составе сетевого напряжения.

После прохождения сетевого напряжения через активный компенсатор нелинейных искажений напряжения, величина данных гармоник уменьшилась в 7 раз: 5-ая (1,62%), 7-ая (1,57%).

Применяя 6-ти и 12-пульсные преобразователи четные гармоники, при симметричном режиме, взаимно компенсируются. Кроме того, при соединении фаз источника звездой линейное напряжение не содержит гармоник, кратных трем, так как эти гармоники, имеющиеся в фазных напряжениях, при вычитании также компенсируются [5]

При использовании 12-пульсного частотного преобразователя в СЭЭС (рис. 7) компенсация высших гармоник происходит до 25 гармоники. Наиболее значимые гармоники, вносящие нелинейные искажения в сетевое напряжение являются: 11-ая (8,03%), 13-ая (5,83%), 23-ая (3,82%), 25-ая (2,47%).

Векторы 5-й гармоники формируют симметричную систему обратной последовательности (вращаются относительно векторов напряжения питающей системы с частотой, равной 6ω , где ω – круговая частота сети). Векторы 7-й гармоники формируют систему прямой последовательности и вращаются в ту же сторону, что и векторы напряжения питающей системы; частота вращения векторов тока гармоник относительно той же системы векторов напряжения также составит 6ω . При соединении обмоток трансформатора Y/Δ сдвиг по фазе между векторами напряжений будет составлять 30° , поэтому векторы 7-ой и 5-ой гармоник одноименных фаз, сдвинутые на угол $30 \cdot 6 = 180^\circ$, окажутся в противофазе и будут взаимно компенсироваться на шинах. Это будет относиться и к 17-й и 19-й гармоникам. Поэтому смена с 6-пульсного преобразователя на 12-пульсный позволяет снизить $K_{нн}$ почти в 2 раза [5].

После прохождения сетевого напряжения через активный компенсатор нелинейных искажений напряжения, величина данных гармоник уменьшилась в 7 раз: 11-ая (1,14%), 13-ая (0,75%), 23-ая (0,64%), 25-ая (0,52%).

На выходе компенсатора величина коэффициента нелинейных искажений остается на допустимом уровне и составляет 2%. Таким образом компенсатор уменьшает величину каждой значимой гармоники сетевого напряжения в 7 раз, как и при использовании 6-пульсного преобразователя (рис. 7).

При использовании 12-пульсных частотных преобразователей в судовой электроэнергетической системе, коэффициент нелинейных искажений напряжения ниже, по сравнению с использованием в СЭЭС 6-пульсных частотных преобразователей, это обусловлено появлением 5-ой, 7-ой, 17-ой и 19-ой гармоник в составе сетевого напряжения, но он все равно превышает значение, регламентированное Морским и Речным Регистрами. В СЭЭС был применен компенсатор нелинейных искажений напряжения, который позволяет, несмотря на количество и тип источников нелинейных искажений напряжения, снизить коэффициент нелинейных искажений напряжения до требуемой величины. На «чистой шине» в СЭЭС, при применении 12-пульсного частотного преобразователя, данный коэффициент после применения активного компенсатора, при нелинейной нагрузке, которая сопоставима с мощностью генераторов, не будет превышать 2,5%.

Список литературы:

[1] Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки судов (в 4-х томах) Т. 2, Т. 3. – С.-Петербург, 2015.

Г.И. Коробко, В.В. Лебедев, П.В. Ахлестин

Моделирование судовой электроэнергетической системы с активным компенсатором ...

[2] Российский Речной Регистр. Правила классификации и постройки судов (в 4-х томах) Т. 3. – Москва, 2008.

[3] Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

[4] Лебедев В.В. Активный вольтодобавочный компенсатор нелинейных искажений напряжения судовой сети: диссертация ... кандидата технических наук, специальность 05.09.03. – Н. Новгород, 2014. – 132 с.

[5] Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах промышленного электроснабжения промышленных предприятий; 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.

SIMULATION OF SHIP'S ELECTRIC POWER SYSTEM WITH ACTIVE COMPENSATOR HARMONIC DISTORTION

G.I. Korobko, V.V. Lebedev, P.V. Ahlestin

Keywords: ship power system, an active compensator voltage nonlinear distortion, a 12-pulse converter, the most responsible consumers.

The article discusses the modeling of ship power system and the impact on it of powerful non-linear consumers. The active compensator is used to improve power quality, on the basis of booster devices to connect consumer data. The comparison is made on the influence of THD voltage, when 12-pulse and 6-pulse converter used in SPS.

Статья поступила в редакцию 28.10.2016 г.

УДК 62-531.9

А.В. Соловьев, к.т.н., старший преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

П.И. Бажан, д.т.н., профессор, заместитель начальника
Центра разработки Правил ФАУ «Российский Речной Регистр»,
Верхне-Волжский филиал Российского Речного Регистра

И.В. Голубев, научный эксперт Центра разработки Правил
ФАУ «Российский Речной Регистр»,
Верхне-Волжский филиал Российского Речного Регистра
603001, г. Нижний Новгород, ул. Рождественская, 38в

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУДОВ

Ключевые слова: энергетическая эффективность судов, проверка, критерии, управление судовой энергетической установкой, освидетельствование судна.

В статье излагается концепция модели целеориентированного автоматического управления судовой энергетической установкой (СЭУ). Рассмотрены вопросы энергетической эффективности судов. Излагается методика определения энергетической эффективности судов после их постройки, предназначенная для реализации в компьютерной модели целеориентированного автоматического управления СЭУ при первоначальном освидетельствовании.

1. *Целеориентированное автоматическое управление СЭУ.* Выполненные предварительные исследования и опыт эксплуатации электроэнергетических установок судов речного флота позволили предложить концепцию модели целеориентированного автоматического управления судовой энергетической установкой, предусматри-

вающей несколько вариантов управления, образующих линейку настроек. Одним из вариантов настроек является управление объектами СЭУ с целью обеспечения максимальной экономичности СЭУ. При данной настройке объекты СЭУ с момента прохождения сигнала о соответствующем действии (намерении) судоводителя переключаются на режим обеспечения максимальной экономичности СЭУ. Такой режим может быть назначен судоводителем, если имеется запас ходового времени по сравнению графиком движения, задаваемым расписанием. Система управления функционирует в режиме обеспечения максимально возможной степени энергосбережения в зависимости от путевых, гидрометеорологических условий, потребности судна в электрической энергии, горячем водоснабжении, отоплении, кондиционировании воздуха. Режим работы главных двигателей, электроэнергетической установки, комплексной системы утилизации теплоты, автономного котла устанавливается системой управления по результатам анализа составляющих критерия энергосбережения. Общесудовые системы функционируют в режиме ручного управления. Система определения технического состояния объектов СЭУ функционирует в «спящем» режиме. Система АПС функционирует в штатном режиме.

Анализ возможных действий системы с данной настройкой управления показывает, что требуется разработка критерия результативности, на который должна быть ориентирована система управления. Таким критерием может быть энергетическая эффективность.

2. *Энергетическая эффективность судна*, контролируемая на стадиях проектирования судна и после его постройки. Для проверки энергетической эффективности судна на стадии проектирования специалистами Российского Речного Регистра с участием авторов разработан калькулятор энергетической и экологической эффективности, внедренный в практику работы проектных организаций, начиная с 2012 г. На нем мы подробно останавливаться не будем.

При постройке судна возможна замена типов оборудования, предусмотренного проектом, или установка судовых технических средств с иными по сравнению с заложенными в проекте техническими характеристиками. Такие замены, безусловно согласовываются с Речным Регистром, однако при первоначальном освидетельствовании судна, когда автоматическая система целеориентированного управления уже функционирует и в ее базу заложены все необходимые фактические значения параметров объектов СЭУ и судна в целом, требуется новая проверка энергетической эффективности судна после постройки.

Ниже излагается разработанная с участием авторов методика определения энергетической эффективности судов после их постройки, предназначенная для реализации в компьютерной модели целеориентированного автоматического управления СЭУ при первоначальном освидетельствовании.

Учитывая, что к полезной энергии на судне могут быть отнесены:

- энергия, которая используется для осуществления движения судна и (или) выполнения транспортной работы, энергия, затрачиваемая вспомогательными двигателями на привод технических средств вспомогательного назначения (грузовых, пожарных насосов), технических средств специального назначения;
- вырабатываемая на судне электрическая энергия, необходимая для нужд судна и его обитаемости;
- вырабатываемая на судне теплота для нужд горячего водоснабжения, отопления и кондиционирования воздуха.

Пренебрегая работой инсинератора, принимая допущение об оценке энергетической эффективности в наиболее неблагоприятный с точки зрения расходования топлива момент навигации и несущественности учета графика топливоиспользования во времени навигации, методика определения энергетической эффективности судна E_{Π} после постройки базируется на следующей формуле:

$$E_{\text{н}} = \frac{\text{Полезно используемые на судне мощность и тепловые потоки}}{\text{Тепловой поток сгоревшего на судне топлива}} = \frac{P_{\text{е}\Sigma} + \Phi_{\text{пол}} + \Phi_{\text{эсб}}}{\Phi_{\text{СТ}}}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{СТ}}$ – тепловой поток сгоревшего на судне топлива, кВт:

$$\Phi_{\text{СТ}} = \frac{\sum_m G_{\text{Тm}} Q_{\text{Нm}}}{3600} + (\Phi_{\text{К}} - \Phi_{\text{УТ}}) / \eta_{\text{К}}; \quad (2)$$

$G_{\text{Тm}}$ – часовой расход топлива m -м двигателем внутреннего сгорания на судне топлива на судне:

$m = 1$ – главные двигатели;

$m = 2$ – дизель-генераторы;

$m = 3$ – приводной двигатель грузового насоса (если он есть);

$m = 4$ – приводной двигатель специального устройства (если оно есть); кг/ч;

$Q_{\text{Нm}}$ – низшая теплота сгорания топлива, используемого m -м двигателем, для дизельного топлива $Q_{\text{Н}} = 42700$ кДж/кг, для моторного топлива марки ДТ – 41000 кДж/кг;

$P_{\text{е}\Sigma}$ – суммарная эффективная мощность работающих на судне двигателей, кВт;

$\Phi_{\text{пол}}$ – сумма тепловых потоков, необходимых на судне для целей отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха;

$\Phi_{\text{К}}$ – тепловой поток автономного котла, если его значение не приведено в технической документации, то для автономных паровых котлов

$$\Phi_{\text{К}} = \frac{D_{\text{в}}}{3600} \cdot r_{\text{п}};$$

$D_{\text{в}}$ – паспортная паропроизводительность котла, кг/ч;

$r_{\text{п}}$ – теплота парообразования при паспортном абсолютном давлении пара p , кДж/кг;

$\eta_{\text{К}}$ – КПД автономного котла;

$\Phi_{\text{УТ}}$ – суммарный тепловой поток $\Phi_{\text{УТОЖ}}$ утилизаторов теплоты охлаждающей жидкости и утилизаторов теплоты выпускных газов $\Phi_{\text{УТВГ}}$, кВт:

$$\Phi_{\text{УТ}} = \Phi_{\text{УТОЖ}} + \Phi_{\text{УТВГ}};$$

$\Phi_{\text{эсб}}$ – суммарная эффективная мощность энергосберегающих устройств (утилизационного турбогенератора, ветрогенератора, «гибридного» электродвигателя и др.). Отметим, что на современных речных судах пока не внедрены энергосберегающие технологии и перечисленные устройства. В 70-х годах прошлого века была реализована идея установки утилизационных турбогенераторов на буксирах-толкачах типа «Маршал Блюхер», но эти турбогенераторы оказались неэффективными в условиях изменяющихся эксплуатационных режимов. Однако неудачный опыт не должен заслонять достижения технического прогресса – когда-то и наземные ветрогенераторы были забракованы как вырабатывающие некачественную электрическую энергии, тем не менее, в зонах интенсивного действия ветров на территории европейских стран (страны Бенилюкса, Испания, Великобритания и др.) в настоящее время установлены тысячи ветрогенераторов, вносящих существенный вклад в энергосберегающую электроэнергетику этих стран. Однако для целей рассматриваемой методики будем считать $\Phi_{\text{эсб}} = 0$.

Рассмотрим методы определения параметров, входящих в формулы (1) и (2).

Эффективную мощность двигателей $P_{\text{ед}}$, $P_{\text{едГ}}$ и т. д., расход топлива $G_{\text{ТГД}}$, $G_{\text{ТДГ}}$ и т.д. определяют по паспортным характеристикам каждого двигателя на номинальном режиме его работы. Тепловые потоки, требуемые для нагрева воды горячего водоснабжения, водяного, воздушного отопления или кондиционирования воздуха, рас-

считывают в процессе проектирования судна. Для оценок в первом приближении могут быть использованы следующие зависимости:

При определении теплового потока системы горячего водоснабжения

$$\Phi_{ГВС} = \frac{m_{ГВС} (n_{пс} + n_{эк})}{647}, \quad (3)$$

где $m_{ГВС}$ – масса горячей воды, потребляемая одним человеком на судне, кг. На пассажирских круизных судах с учетом работы ресторанов следует принимать $m_{ГВС} = 600 \dots 650$ кг, на остальных судах $m_{ГВС} = 300 \dots 350$ кг;

$n_{пс}$ – паспортная пассажироместность судна, чел.;

$n_{эк}$ – число членов экипажа и специального персонала, чел.

При определении теплового потока отопления и кондиционирования воздуха можно использовать следующее выражение, кВт:

$$\Phi_{от} = 1,1n_k, \quad (4)$$

где n_k – число отапливаемых кают на судне, то есть число пассажирских кают плюс число кают членов экипажа плюс общие туалеты, душевые, сушилки, отапливаемые кладовые и другие помещения.

3. Энергетическая эффективность судна, контролируемая при проведении освидетельствований. Энергетическая эффективность судна в эксплуатации может быть определена по формуле:

$$E_3 = \frac{\text{Сэкономленная вследствие энергосбережения на судне энергия топлива}}{\text{Предусмотренная проектом судна энергия топлива, необходимая для осуществления всех заявленных функций судна}} \cdot \quad (5)$$

Энергия, описанная в числителе формулы (5), может быть представлена разностью между предусмотренной проектом судна (располагаемой) энергией топлива и фактически использованной (полезной) энергией топлива. Тогда формула (5) может быть представлена в виде

$$E_3 = (Q_{рсп} - Q_{ф}) / Q_{рсп}, \quad (6)$$

где $Q_{рсп}$ – энергия топлива, количество которого предусмотрено проектом судна для осуществления всех заявленных функций судна за отчетный период времени, то есть за период с начала навигации до момента запроса (располагаемая энергия), кДж:

$$Q_{рсп} = Q_{ГД} + Q_{ДГ} + Q_{К}; \quad (7)$$

$Q_{ф}$ – энергия, полученная за отчетный период времени в результате использования потребителями на судне топлива, количество которого определено по факту топливоиспользования, кДж (полезная энергия):

$$Q_{ф} = \sum_{i=1}^n (M_{Тф} Q_{Н})_i; \quad (8)$$

$M_{Тф}$ – масса топлива, фактически израсходованного на судне за отчетный период, кг;

$Q_{Н}$ – располагаемая энергия топлива, количество которого предусмотрено проектом судна для сжигания в цилиндрах главных двигателей:

$$Q_{ГД} = z_{ГД} \sum_{i=1}^n T_{xi} (P_{eГД} b_{eГД})_i Q_{H_i} ; \quad (9)$$

$Q_{ДГ}$ – располагаемая энергия топлива, количество которого предусмотрено проектом судна для сжигания в цилиндрах дизель-генераторов:

$$Q_{ДГ} = z_{ДГ} \sum_{i=1}^n T_{ni} (P_{eДГ} b_{eДГ})_i Q_{H_i} . \quad (10)$$

Если на судне установлены ходовые и стояночный дизель-генераторы и $z_{ДГ} = 1$, то

$$Q_{ДГ} = (Q_{ДГx} T_x + Q_{ДГс} T_{cm}) / T_n ; \quad (11)$$

$Q_{ДГx}$ – располагаемая энергия топлива, количество которого предусмотрено проектом судна для сжигания в цилиндрах ходовых дизель-генераторов;

$Q_{ДГс}$ – располагаемая энергия топлива, количество которого предусмотрено проектом судна для сжигания в цилиндрах стояночного дизель-генератора;

Q_K – располагаемая энергия топлива, количество которого предусмотрено проектом судна для сжигания в топках автономных котлов (автономного котла):

$$Q_K = \sum_{i=1}^n (M_{TK} Q_H)_i ; \quad (12)$$

n – количество видов топлива, используемого на судне;

i – порядковый номер топлива, используемого на судне, например, $i = 1$ – дизельное летнее; $i = 2$ – дизельное зимнее; $i = 3$ – моторное ДТ и т. д.;

$z_{ГД}$ – количество главных двигателей на судне;

$P_{eГД}$ – эффективная паспортная мощность одного главного двигателя на номинальном режиме работы, кВт;

$b_{eГД}$ – удельный эффективный паспортный расход топлива главным двигателем на режиме номинальной мощности, кг/(кВт·ч);

T_x – ходовое время за отчетный период, ч (T_{xi} – ходовое время за отчетный период при работе на i -том виде топлива, ч);

$z_{ДГ}$ – количество одновременно работающих на судне дизель-генераторов, следует принимать с учетом принципа резервирования равным количеству дизель-генераторов на судне, деленному пополам;

$P_{eДГ}$ – эффективная паспортная мощность одного дизель-генератора на номинальном режиме работы, кВт. Если на судне установлены ходовые и стояночный дизель-генераторы и $z_{ДГ} = 1$, то в качестве $P_{eДГ}$ принимается средневзвешенное значение эффективной паспортной мощности ходового и стояночного дизель-генераторов:

$$P_{eДГ} = (P_{eДГx} T_x + P_{eДГс} T_{cm}) / T_n , \quad (13)$$

а формула (11) не используется;

$b_{eДГ}$ – удельный эффективный паспортный расход топлива дизель-генератором, кг/(кВт·ч). Если на судне установлены ходовые и стояночный дизель-генераторы и $z_{ДГ} = 1$, то в качестве $b_{eДГ}$ принимается средневзвешенное значение удельного эффективного расхода топлива ходового и стояночного дизель-генераторов:

$$b_{едг} = (b_{едгx} T_x + b_{едгс} T_{ст}) / T_n, \quad (14)$$

а формула (11) не используется;

$T_{нав}$ – продолжительность отчетного периода, например, навигации, ч ($T_{нави}$ – продолжительность работы дизель-генератора на i -м виде топлива, ч);

$T_{ст}$ – стояночное время: $T_{ст} = T_n - T_x$;

$Q_{ни}$ – низшая теплота сгорания топлива i -го вида, кДж/кг;

M_{TKi} – масса топлива, израсходованного автономным котлом при работе на i -м виде топлива за отчетный период, кг:

$$M_{TKi} = k G_{TKi} T_{ни}, \quad (15)$$

k – коэффициент использования теплового потока котла или коэффициент использования навигационного времени автономным котлом зависит от количества вторичной теплоты, утилизируемой на судне и соотношения суммы тепловых потоков горячего водоснабжения и отопления к тепловому потоку автономного котла. Обычно паспортный тепловой поток котла не менее чем на 50%, а то в два раза больше тепловых потоков, требуемых для нужд горячего водоснабжения и отопления. Это объясняется тем, что номенклатура типоразмерных рядов производимых промышленностью котлов ограничена, и тепловые потоки котлов в этих рядах разнятся значительно. При подборе котла тепловой поток нужно выбирать с запасом, и порой запас получается даже не двукратным, а многократным. Поэтому автоматика котла настраивается на режим периодической работы: когда через некоторое время после включения котла установленные параметры воды или пара достигаются, котел отключается; когда значения этих параметров снижаются и становятся меньше нижнего установленного предела – котел включается. Для оценок в первом приближении коэффициент k использования навигационного времени автономным котлом без учета утилизации вторичной теплоты на судне можно принимать равным 0,6. Для целей определения энергетической эффективности судна в эксплуатации допускается принимать $k = 1/c_{зап}$, где $c_{зап}$ – коэффициент запаса котла по тепловому потоку (отношение паспортного теплового потока котла к реально требуемому для осуществления всех необходимых функций судна тепловому потоку в самых неблагоприятных условиях эксплуатации, например, в случае эксплуатации судна зимой в качестве отеля или в холодный период навигации, в последнем случае без учета утилизации вторичной теплоты), рассчитывается по определенному в эксплуатации фактическому расходу топлива котлом, запитывая его из отдельной цистерны основного запаса топлива;

G_{TKi} – паспортный расход топлива котлом, кг/ч.

В том случае, когда на судне используется топливо одного вида, формула для определения энергетической эффективности судна в эксплуатации существенно упрощается и сводится к виду

$$E_3 = \frac{(z_{гд} T_x P_{егд} b_{егд} + z_{дг} T_n P_{едг} b_{едг} + G_{TK} T_n) - M_{Тф}}{(z_{гд} T_x P_{егд} b_{егд} + z_{дг} T_n P_{едг} b_{едг} + k \times G_{TK} T_n)}. \quad (16)$$

Из анализа формул (1) и (16) следует, что сравнивать между собой численные значения энергетической эффективности судна в постройке и энергетической эффективности судна в эксплуатации, то есть обращать внимание на определенное отличие значений этих параметров одного и того же судна на разных стадиях его жизненного цикла при $E_3 > 0,42$, например, снижение энергетической эффективности с возрастом судна, вряд ли правомерно вследствие различных подходов к определению рассматриваемых показателей.

Следует принимать во внимание, что главные двигатели и первичные двигатели генераторов в эксплуатации очень редко работают на режиме номинальной мощности [1]. Обычно эксплуатант выбирает в качестве основного эксплуатационного режима главных двигателей режим минимума удельного эффективного расхода топлива (если кривая удельного эффективного расхода топлива паспортной винтовой характеристики имеет минимум при частоте вращения меньшей, чем номинальная), но чаще всего независимо от местоположения минимума удельного эффективного расхода топлива по винтовой характеристике во избежание перегрузки двигателя вследствие «утяжеления» винтовой характеристики (например, при кратковременном попадании судна на мелководье, при встречном ветре, волнении) – режим $n/n_{ном} = 0,88-0,92$, что соответствует $P'_{едд} / P_{едд} = 0,66-0,76$. Здесь n и $P'_{едд}$ – соответственно частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} , и эффективная мощность двигателя, кВт, на основном эксплуатационном режиме его работы, $n_{ном}$ и $P_{едд}$ – то же на режиме номинальной мощности. Дизель-генераторы большую часть времени работают с нагрузкой, которая существенно ниже номинальной $P_{едд}$ и составляет $(0,3 \dots 0,7) P_{едд}$. Так, на круизных теплоходах проекта № 92-016 дизель-генераторы работают:

- на режиме $(0,1-1,0) P_{едд}$ 25% навигационного времени;
- на режиме $(0,4-0,7) P_{едд}$ 48% навигационного времени;
- на режиме $(0,0-0,4) P_{едд}$ 27% навигационного времени.

Вследствие этого значение $Q_{рсп}$ всегда будет больше $Q_{факт}$ и перед эксплуатантом стоит задача максимально возможного снижения расхода топлива на судне.

4. Энергетическая эффективность СЭУ как критерий результативности при целеориентированном управлении. Важным достоинством формул (6) и (16) является то, что параметр $Q_{рсп}$ на любом режиме регулирования СЭУ не изменяется, и задача достижения максимальной экономичности решается путем минимизации расхода топлива на судне, что может быть достигнуто выбором наиболее экономичных режимов работы пропульсивных установок судна, электроэнергетической установки, утилизацией вторичной теплоты, позволяющей в отдельных случаях отказаться от использования автономного котла (котлов).

Однако зависимости, расширяющие составляющие формулы (6), не всегда могут быть использованы в записанном выше виде при настройке модели целеориентированного управления СЭУ на обеспечение максимальной экономичности, так как ориентированы на определение энергетической эффективности за определенный промежуток времени. Критерий результативности управления СЭУ при настройке на обеспечение максимальной экономичности, по значениям которого в целом и его составляющих должен оценивать энергетическую эффективность в текущий момент времени, подчиняя управление СЭУ цели достижения максимальной экономичности.

Поэтому, отказавшись от использования параметров $T_x, T_{ст}, T_n$, сокращая члены числителя и знаменателя на Q_H (сравниваются расходы топлива, указанные в паспортных данных двигателей, котлов на том виде топлива, часовой расход G_T которого измеряется в момент определения системой энергетической эффективности, и фактические расходы топлива) и на 3600, иначе, переходя от операций с энергиями топлива $Q_{рсп}$ и $Q_{ф}$ к операциями с расходом топлива, получим вместо зависимости (6) следующую формулу:

$$E_3 = \frac{\left(\sum_{i=1}^z G_{ТДi} - \sum_{i=1}^z G_{ТДi}^0 \right) + \left(\sum_{j=1}^u G_{ТДj} - \sum_{j=1}^u G_{ТДj}^0 \right) + \left(\sum_{k=1}^y G_{ТКk} - \sum_{k=1}^y G_{ТКk}^0 \right)}{\sum_{i=1}^z G_{ТДi} + \sum_{j=1}^u G_{ТДj} + \sum_{k=1}^y G_{ТКk}}, \quad (17)$$

где z – количество работающих в момент определения системой энергетической эффективности главных двигателей;

u – количество работающих в момент определения системой энергетической эффективности дизель-генераторов;

y – количество работающих в момент определения системой энергетической эффективности котлов (на судне может быть два и более котлов, один из которых предназначен для работы на систему горячего водоснабжения, а остальные – для отопления судна в зимний период и подогрева груза в зависимости от того, что применимо);

$G_{ГД_i}$ – паспортный расход топлива i -м главным двигателем на режиме номинальной мощности, кг/ч: $G_{ГД_i} = P_{eГД_i} b_{eГД_i}$;

$G_{ГД_j}$ – паспортный расход топлива j -м дизель-генератором на режиме номинальной мощности, кг/ч: $G_{ГД_j} = P_{eГД_j} b_{eГД_j}$;

$G_{ТК_k}$ – паспортный расход топлива k -м котлом, кг/ч: $G_{ТК_k} = 3600 \Phi_{кк} / Q_H$;

$G_{ГД_i}^g$ – измеренный в момент определения системой энергетической эффективности расход топлива i -м главным двигателем, кг/ч;

$G_{ГД_j}^g$ – измеренный в момент определения системой энергетической эффективности расход топлива j -м дизель-генератором, кг/ч;

$G_{ТК_k}^g$ – измеренный в момент определения системой энергетической эффективности расход топлива k -м котлом, кг/ч.

Выполненное автором предварительное исследование показало, что при рассматриваемой настройке управления не является обязательным обеспечение требований пунктов 382 и 215 технического регламента «О безопасности объектов внутреннего водного транспорта» в отношении значения энергетической эффективности, другими словами энергетическая эффективность, определенная по формуле (17) может отличаться от таковой, рассчитанной по формуле (6). В этом и состоит смысл использования параметра E_3 в качестве критерия результативности управления СЭУ – при получении значений $E_3 < 0,42$ система управления начнет искать пути топливосбережения, изменяя мощность главных двигателей, дизель-генераторов, их количество, перенастраивая комплексную систему утилизации теплоты, подключая энергосберегающие устройства, технологии и т. д.

Список литературы:

[1] Бажан П.И. Техническая эксплуатация речного флота: справочник / П.И. Бажан, М.И. Браславский, М.И. Войников и др.; под ред. А.Ф. Видецкого. – М.: Транспорт, 1995. – 319 с.

ENERGY EFFICIENCY OF SHIPS

A.V. Soloviev, P.I. Bazhan, I.V. Golubev

Key words: *energy efficiency of ships, examination, criteria, ship's power plant handling, ship's survey*

The article dwells on the model concept of target-oriented automatic handling of ship's power plant. Some issues of energy efficiency of ships are considered. Methods of defining ships' efficiency after start-up are stated, being aimed at implementation on the computer-designed model of target-oriented automatic handling of ship's power plant at first examination.

Статья поступила в редакцию 17.12.2016 г.

УДК 662.994: 536.12

О.П. Шураев, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Д.И. Бевза, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
С.Н. Валиулин, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В КАНАЛАХ КОМПАКТНОГО КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА

Ключевые слова: температурное поле, поле скоростей, численное моделирование, котел-утилизатор, газодинамические потери

В статье продолжен анализ результатов численного моделирования движения продуктов сгорания топлива в каналах компактного котла-утилизатора. Широко использованы инструменты визуализации решения: построены температурные поля в новых плоскостях; приведены графики изменения скорости, температуры и давления вдоль характерных направлений в котле-утилизаторе.

Введение. Задача создания компактных котлов-утилизаторов (КУ) теплоты отработавших газов дизелей является весьма актуальной при проектировании теплоходов с надводными габаритами, позволяющими проходить под мостами р. Невы и Дона без их разводки. Если традиционная конструкция КУ предусматривает их вертикальное размещение в машинной шахте, то конструкция, разработанная специалистами ООО «Гидротермаль» и ФГБОУ ВО «ВГУВТ» (рис. 1) позволяет установить КУ под подволоком машинного помещения.

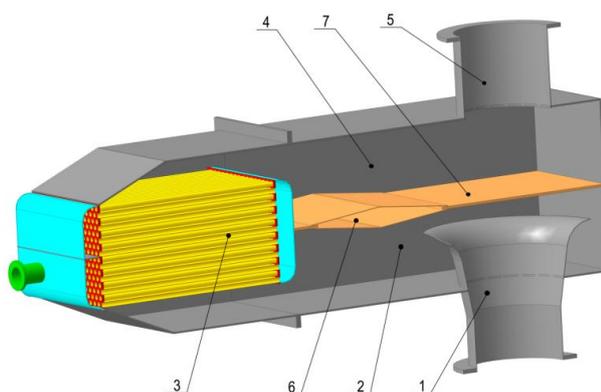


Рис. 1. Конструкция секционного котла-утилизатора: 1 – входной патрубок с диффузором; 2 – проточная область подвода теплоносителя; 3 – теплообменная секция; 4 – проточная область отвода теплоносителя; 5 – выходной патрубок; 6 – заслонка; 7 – перегородка

КУ представляет собой секционный теплообменный аппарат 3 с перегородкой 7, разграничивающей проточные области горячего входного потока и охлажденного выходного, и байпасный канал, создаваемый, при необходимости, открытием заслонки 6. В котле-утилизаторе реализована схема двукратного перекрестного тока с оборотом охлаждающей воды в вертикальной плоскости.

В статье [1] описан подход к моделированию в вычислительном комплексе Flow Vision движения продуктов сгорания и теплообмена в КУ рассматриваемой конструкции и приведены некоторые результаты. Однако в рамках одной статьи невозможно отразить все многочисленные особенности расчета. К тому же, анализ результатов продолжается и дает новую пищу для размышлений.

Постановка задачи моделирования. Различные аспекты постановки задачи моделирования подробно описаны в статье [1]. Здесь же приведем только основные положения. Этапы подготовки расчетного задания соответствуют классической схеме численного моделирования тепловых и гидродинамических полей: выбирается решатель соответствующей системы дифференциальных уравнений, и задаются условия однозначности.

Геометрическая модель, определяющая границы расчетной области при конечно-объемном моделировании движения газа, получена из трехмерной модели котла-утилизатора. Через формат VRML она передана в пакет Flow Vision. Все пространство, заполненное продуктами сгорания, представляет собой одну расчетную область, для которой установлена модель решения дифференциальных уравнений движения несжимаемой жидкости и переноса энергии. Для моделирования турбулентности используется стандартная $k-\epsilon$ модель [2].

Условия однозначности заданы следующим образом:

- рабочая среда – газ, с теплофизическими свойствами воздуха, зависящими от температуры;
- начальная температура в газоходе 60°C ;
- начальная скорость принята равной нулю во всем пространстве котла-утилизатора, за исключением специально оговоренных граничных условий;
- граничные условия (рис. 2):
 - 1) на входе – скорость 10 м/с , температура 600°C ;
 - 2) на выходе – нулевое противодавление;

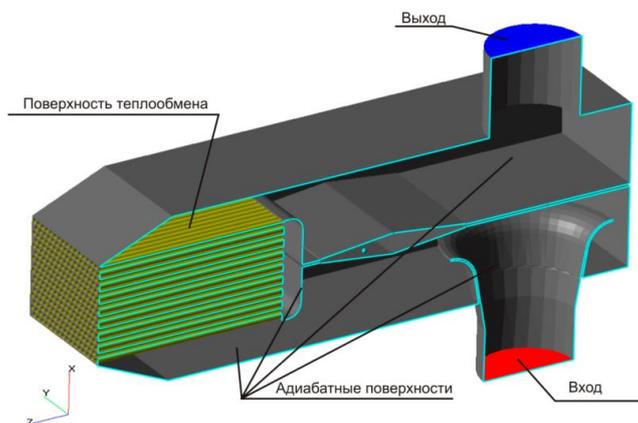


Рис. 2. Схема задания граничных условий

- 3) на поверхности теплообмена – температура 61°C , полученная в ходе предварительного расчета котла-утилизатора по модели со сосредоточенными параметрами;

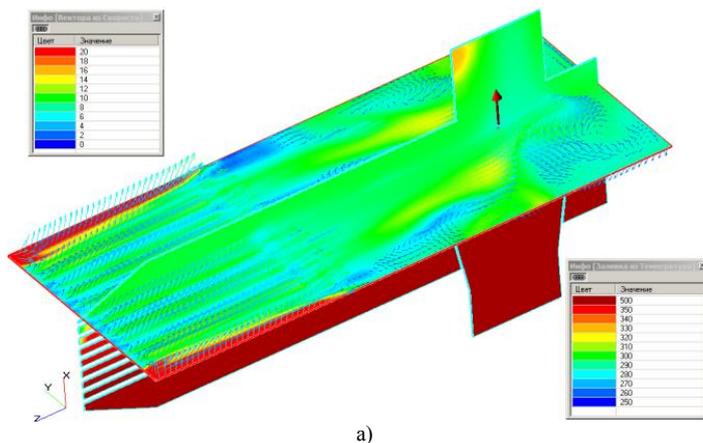
поверхность шероховатая (логарифмическое распределение скорости в пограничном слое);

4) прочие поверхности – адиабатные, шероховатые.

Сетка в виде прямоугольных параллелепипедов в количестве $40 \times 40 \times 60$ элементов с локальным измельчением на один уровень на поверхности трубок теплообменной секции. Количество ячеек составило 321,8 тыс., из них расчетных – 143,4 тыс.

Анализ температурного поля на выходе из теплообменной секции. В статье [1] отмечено, что температурное поле, формируемое путем вытеснения холодного газа, устанавливается во всех областях КУ к концу второй секунды. При этом изменение температуры газа в теплообменной секции соответствует экспоненциальному закону убывания, что полностью согласуется с теорией теплообменных аппаратов. Также установлено, что в продольном сечении в направлении осей труб температурное поле достаточно равномерно.

Но дальнейший анализ показал существенное различие температуры в зонах выходного канала. Основной причиной такой неравномерности является наличие обводных «паразитных» течений вдоль вертикальных стенок теплообменной секции. Температурные следы этих течений хорошо просматриваются на рис. 3. У самого выхода из теплообменной секции не принимавшие участия в теплоотдаче, а потому горячие, потоки газа располагаются вдоль боковых стенок (рис. 3, а). При повороте общего потока на 90° (до направления оси z) горячие струи оказываются в верхней части проточной области отвода теплоносителя (рис. 3, б). В дальнейшем, горячие потоки газа отодвигаются более холодным возвратным течением от боковых стенок газохода и устремляются с противоположных бортов корпуса КУ к цилиндрическому выходному патрубку 5 (на рис. 1). При этом верхняя стенка газохода омывается в центре охлажденным газом, имеющим температуру порядка 300°C , а ближе к краям – горячим газом с температурой $350...370^\circ\text{C}$ (рис. 3, в). Учитывая, что полуширина корпуса КУ составляет 0.375 м, градиент температуры у верхней стенки достигает $150...200 \text{ K/m}$, что может привести к появлению дефектов стенки, вызванных термическими напряжениями. Лучшим, на наш взгляд, решением указанной проблемы может быть установка вдоль боковых стенок теплообменной секции вытеснителей, повторяющих форму трубного пучка.



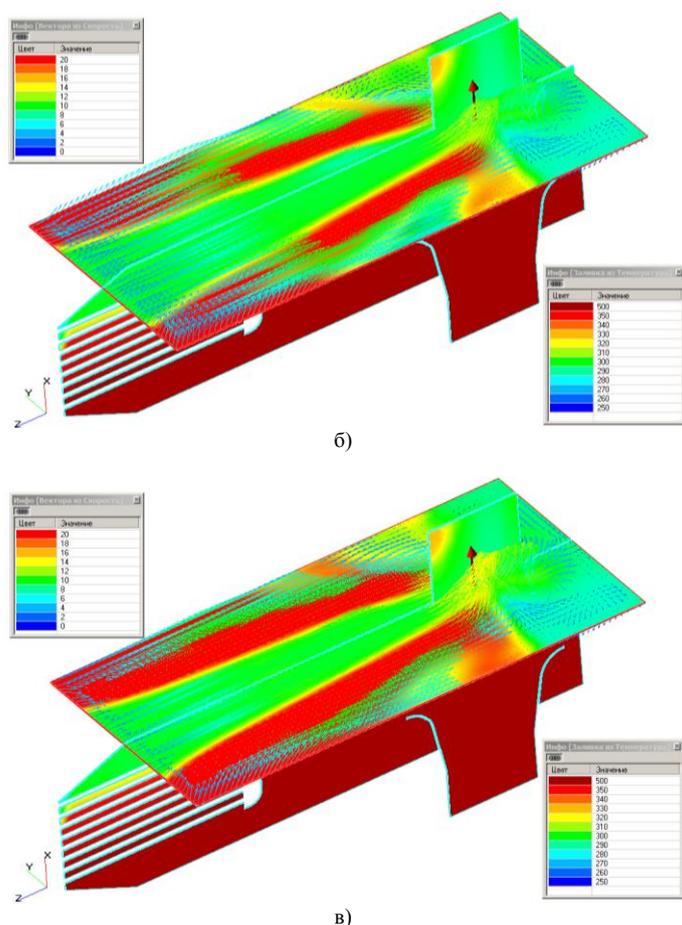


Рис. 3. Поле температур в выходном канале на расстоянии: а) 0.160 м, б) 0.220 м, в) 0.250 м от горизонтальной плоскости симметрии корпуса котла-утилизатора

Изменение температуры газа по направлению потока в теплообменной секции.

Flow Vision позволяет строить графики вдоль произвольно заданной линии с возможностью записи результатов в файл для последующего анализа, например, в MS Excel. Для рассмотрения изменения температуры газа по всему объему теплообменной секции, эта секция была пронизана набором линий вдоль характерных направлений в КУ. Вертикальные линии, совпадающие по направлению с осью x модели, приведены на рис. 4. Для их отождествления с файлами вывода результатов все линии были пронумерованы, как это показано на рис. 4. Группы линий 1, 4, 7 и 3, 6, 9 проведены на расстоянии 0.05 м от передней и задней трубных досок соответственно, а линии 2, 5, 8 – в поперечном срединном сечении теплообменной секции. Группы линий 1, 2, 3 и 7, 8, 9 отступают на 0.05 м от боковых стенок, в то время как линии 4, 5, 6 лежат в вертикальной плоскости симметрии секции КУ.

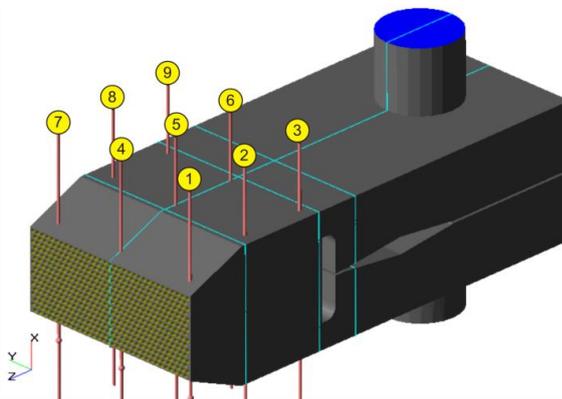


Рис. 4. Расположение линий (с указанием их номеров) для контроля изменения температуры в теплообменной секции

На рис. 5 приведены графики изменения температуры газа по направлению потока в теплообменной секции. В отсутствие тепловых потерь через стенки проточной области до теплообменной секции устанавливается температура, равная заданной входной температуре 600°C . В самой секции газ охлаждается неодинаково: в первой её половине (в первых 8 рядах) различие между максимальной и минимальной температурой при одинаковой координате x составляет около 30°C , возрастая до 50°C к середине трубного пучка. Во второй половине разброс температуры достигает $55\text{...}60^{\circ}\text{C}$. К выходу из теплообменной секции газ остывает до температуры около 300°C . Однако, как следует из графика, далее температура газа повышается, что объясняется влиянием обводных «паразитных» течений, описанных выше. Также видно, что в области около внешней трубной доски снижение температуры меньше - эта часть теплообменной секции работает хуже.

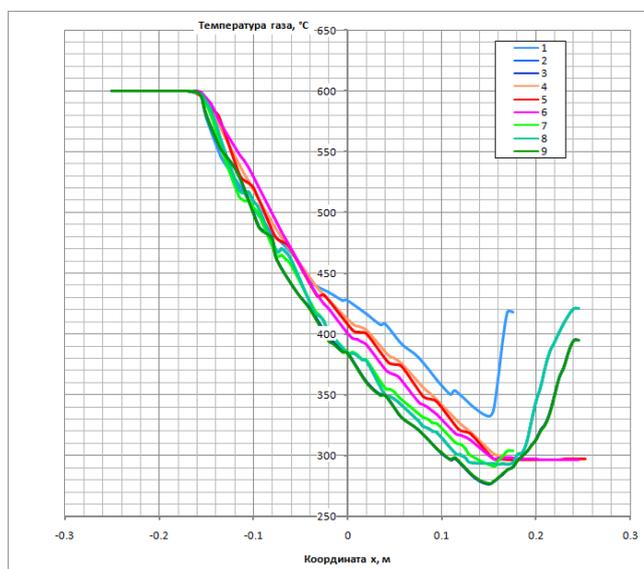
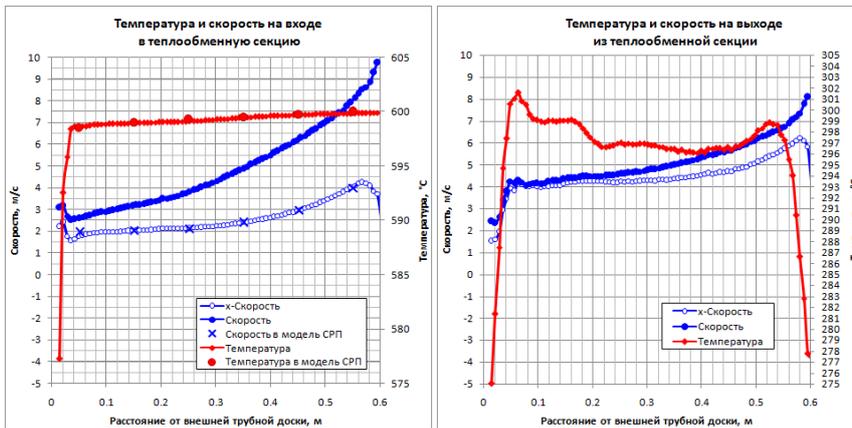


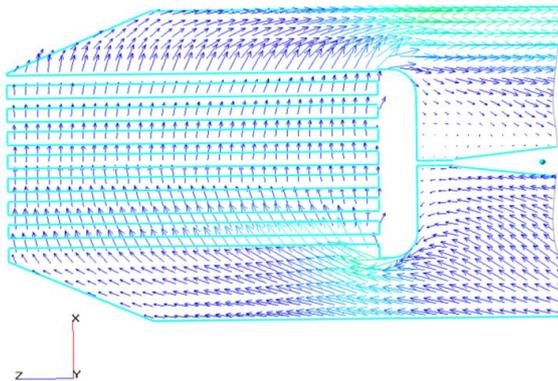
Рис. 5. Изменение температуры в теплообменной секции вдоль линий, показанных на рис. 4

Таким образом, установлено, что имеет место некоторая неравномерность распределения температуры на выходе из теплообменной секции, причем, не в продольном направлении, как это можно было бы ожидать, исходя из конструкции КУ, а в направлении, поперечном осям труб теплообменной секции. Основная причина такой неравномерности - существование обводных «паразитных» течений у боковых стенок теплообменной секции, влияющих на температурное поле в выходном канале КУ.

Распределение температуры и скорости на входе и выходе теплообменной секции. Для сравнения результатов численного моделирования представляют интерес распределения скорости и температуры на входе и выходе теплообменной секции. Для построения графиков в вертикальной плоскости симметрии КУ проведены горизонтальные линии в направлении, обратном оси z на рис. 2–4: на входе в теплообменную секцию ($x = -0.16$ м) и выходе из нее ($x = 0.16$ м). На рис. 6, а показаны графики температуры и скорости (полной и x -компоненты) во входном и выходном сечениях теплообменной секции КУ. Анализ графиков показывает, что распределение температуры на входе можно признать равномерным, за исключением зоны около внешней трубной доски, где сохранился тонкий слой холодного газа. На выходе из теплообменной секции различие температуры составляет всего $5...7^{\circ}\text{C}$, и лишь вблизи внешней и внутренней трубных досок она меньше средней на $22...25^{\circ}\text{C}$.



а)



б)

Рис. 6. Температура и скорость на входе и выходе теплообменной секции (а) и векторное поле скоростей в ней (б)

Из-за сужения в проточной области подвода газа (см. рис. 1) вектор скорости перед теплообменной секцией направлен под углом 25...30° к оси труб (рис. 6, б). Поэтому в расчетах следует принимать во внимание вертикальную компоненту скорости (x -компоненту). Различие значений вертикальной компоненты скорости у внешней ($z = 0$) и внутренней ($z = 0.6$ м) трубных досок более чем вдвое. В теплообменной секции поток, поворачиваясь на 90°, приводится до перпендикулярного к оси труб, а затем, на выходе из секции, еще раз поворачивается на 90°. То есть угол атаки трубного пучка теплообменной секции изменяется следующим образом: сначала увеличивается от 25...30° до 90°, а затем уменьшается до 60°. В теплообменной секции происходит перераспределение эпюры скорости: на выходе из нее максимальные значения скорости меньше, чем на входе, а отношение модуля скорости к ее x -компоненте не превышает 1.33 раза у внутренней трубной доски и практически равно 1 у внешней. Такой сложный характер обтекания трубного пучка ставит под сомнение возможность использования для расчета теплоотдачи известных в инженерной практике уравнений подобия [3].

Указанные графики позволяют сформировать исходные данные (табл. 1), которые можно будет использовать в математических моделях теплового расчета теплообменных аппаратов как с сосредоточенными параметрами [4-7], так и в предложенной в статье [1] модели со слабо распределенными параметрами (СРП на рис. 6, а).

Таблица 1

Исходные данные для теплового расчета котла-утилизатора

Блок	Координата, м	Скорость, м/с	Температура, °С
1	0.05	1.95	598.5
2	0.15	2.05	599.0
3	0.25	2.15	599.3
4	0.35	2.40	599.5
5	0.45	3.00	599.7
6	0.55	4.00	600.0

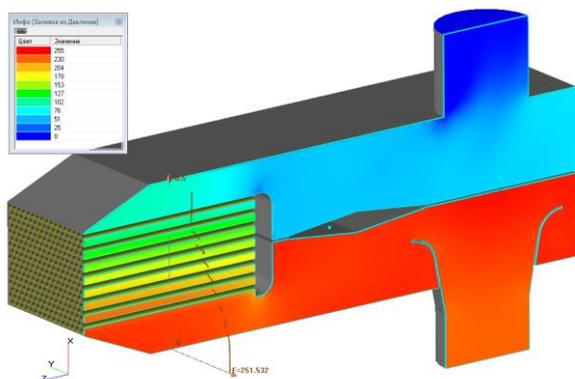
Ожидается, что модель со слабо распределенными параметрами позволит учесть в инженерном расчете влияние неравномерности распределения скорости и/или температуры на входе в теплообменную секцию на теплоотдачу в ней.

Анализ изменения давления в котле-утилизаторе. Так как в задачах вычислительной гидродинамики определение поля давления является обязательной процедурой, то имеет смысл проанализировать изменение давления в каналах КУ. Поскольку на выходе из КУ задано нулевое противодавление, то подобранная в ходе моделирования величина давления на входе будет равняться газодинамическому сопротивлению в нем. А построенное поле давления позволяет перейти к градиентам давления, что по своей сути есть карта газодинамических сопротивлений. В этом аспекте представляет интерес перепад давления в теплообменной секции – это будет ее газодинамическое сопротивление.

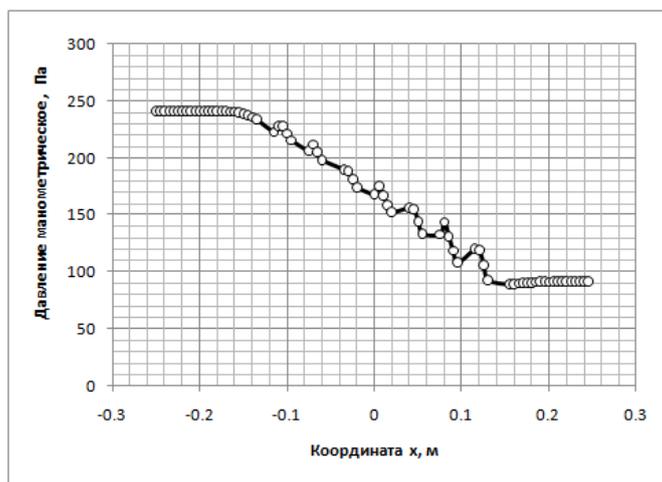
На рис. 7, а показано поле давления, построенное в продольной плоскости симметрии. Из рисунка следует, что основное газодинамическое сопротивление создается именно в теплообменной секции. Также довольно значительны перепады давления при переходе от теплообменной секции к проточной области отвода теплоносителя и в зоне входа в выходной патрубок. И если сопротивление теплообменной секции практически никак нельзя уменьшить, то две оставшиеся области вполне могут быть оптимизированы в дальнейшем с точки зрения снижения газодинамических потерь.

Для численной оценки величины газодинамического сопротивления воспользуемся построенной линией 5 (см. рис. 4), и на ней создадим график (рис. 7, б) изменения

давления в зависимости от координаты x . Из графика следует, что газодинамическое сопротивление теплообменной секции составляет 150 Па.



а)



б)

Рис. 7. Поле давления в котле-утилизаторе (а)
и график изменения давления по потоку в теплообменной секции (б)

Выводы

Продолжение анализа результатов численного моделирования котла-утилизатора во Flow Vision позволило установить наличие неравномерности изменения температуры газа в теплообменной секции, которое обусловлено различием входной скорости при практически одинаковой входной температуре. Обнаружено существенное влияние обводных «паразитных» течений на температурное поле в выходном канале котла-утилизатора. Проанализировано поле давления и установлены области, в которых создается значительное газодинамическое сопротивление. Определена величина газодинамического сопротивления теплообменной секции. Описанный в статье сложный характер обтекания трубного пучка ставит под сомнение возможность использования для теплового расчета котлов-утилизаторов данного типа известных в инженерной практике уравнений подобия.

Указанные результаты послужат исходными данными для верификации моделей инженерного расчета теплообменных аппаратов и, в частности, котлов-утилизаторов.

Список литературы:

- [1] Шураев О.П. Исследование полей скорости и температуры в каналах котла-утилизатора методом численного моделирования / О.П. Шураев, Д.И. Бевза, С.Н. Валиулин // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2016. – № 3. – С. 49–56.
- [2] Wilcox D.C. Turbulence modeling for CFD. / D. C. Wilcox // DCW Industries, Inc., 1994. – 460 p.
- [3] Селиверстов В.М. Термодинамика, теплопередача и теплообменные аппараты. / В.М. Селиверстов, П.И. Бажан // М.: Транспорт, 1988. – 288 с.
- [4] Валиулин С.Н. Математическая модель теплообменного аппарата серии ВВПИ / С.Н. Валиулин, О.П. Шураев // Вестн. Волж. гос. акад. водного транспорта. – 2003. – № 5. – С. 149–154.
- [5] Шураев О.П. Математическая модель кожухотрубного теплообменного аппарата и ее применения. / О. П. Шураев // Новые информационные технологии. Сб. тр. X Всероссийской науч.-техн. конф. МГУПИ. – 2007. – С. 165–170.
- [6] Шураев О.П. Математическая модель судовых теплообменных аппаратов и ее применение в имитационном моделировании систем дизеля / О.П. Шураев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – №1. – С. 178–182.
- [7] Шураев О.П. Математическая модель и проектирование рекуперативных теплообменных аппаратов для судовых энергетических установок / О.П. Шураев, В.Г. Пискулин // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2013. – № 2. – С. 169–173.

**THE RESULTS OF NUMERICAL MODELING
OF GAS DYNAMICS IN THE DUCTS
OF A COMPACT EXHAUST BOILER**

O.P. Shurayev, D.I. Bevza, S.N. Valiulin

Keywords: temperature field, velocity field, numerical modeling, exhaust boiler, gas dynamics losses

The continuation of the analysis of the numerical modeling results of gas dynamics in the ducts of the compact exhaust boiler is set out in the article. The instruments of solution visualization are applied on a larger scale: the temperature fields are designed on new platforms; the graphs of the speed, temperature and pressure changing along the exhaust boiler's relevant directions are given.

Статья поступила в редакцию 10.01.2017 г.

Раздел VIII

Философия. Общество. Культура

Section VIII

Philosophy. Society. Culture



УДК 316.421

*Д.В. Богданов, канд. филос. наук ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

ИСТОРИЧЕСКОЕ СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Ключевые слова: *социальные сети, Интернет, пользователи, коммуникация, информация, взаимоотношения.*

В статье рассматривается историческое развитие социальной сети и сети Интернета. Выделены структура сетевых отношений и специфика социально-коммуникативной деятельности. Показаны основы функционирования социальной сети Интернета и ее влияния на жизнедеятельность современного общества.

Значение, которое имеют информационно-коммуникативные сети в структуре современного общества, позволяет рассматривать их как одну из эффективных моделей приема, сохранения, обработки, воспроизводства и передачи информации, культурной традиции. Активизация деятельности сетевых структур наступает в периоды информационной обогатенности. В этот период социально-коммуникативные сети оказываются наиболее востребованным, эффективным институтом, способным в полной мере обеспечить внутри- и межсоциальную коммуникацию. Наиболее ранним типом сетевой коммуникации можно назвать родовое общество с его племенной системой, являвшейся основным инструментом не просто передачи, а сохранения культурной информации. В родовом обществе ярким примером межсоциальной коммуникативной сети является система межплеменных отношений, торговых сетей, профессиональных связей и пр. Взаимодействие здесь происходило с помощью вербальных (речевых) и невербальных (жесты, сигналы, мимика) форм коммуникации. Следующей стадией развития сетевых меж- и внутрисистемных структур явилось формирование системы коммуникативных средств (книги, радио, телевидение, телефония, Интернет). С распространением современных средств коммуникации сетевые структуры получили мощный импульс для своего развития, позволив находиться «всегда на связи». Система межсетевой коммуникации трансформировалась в систему Интернет-технологий, став универсальным и глобальным средством взаимодействия между любыми субъектами. Понятие «социальная сеть» употребляется с начала XX века для обозначения разветвленных взаимоотношений между субъектами социальных систем (от межличностных до международных).

Первые серьезные упоминания социальных сетей можно найти в теоретических работах Георга Зиммеля и Эмиля Дюркгейма, писавших о важности исследования шаблонов взаимоотношений между участниками социального взаимодействия.

Первое же научное употребление термина «социальная сеть» приписывается антропологу Джону Барнесу [1]. В 1952–1953 гг. он проводил исследование в Западной Норвегии, где в центре его внимания оказалось местное сообщество рыбаков. Он заметил, что хотя люди, которых он изучал, обладали культурными ценностями «сообщества» («community»), их социальная структура в значительной степени отличалась от парадигматической «общности» (gemeinschaft). В их социальном мире было множество формальных организаций, но большинство людей принимали решения, опираясь на личные контакты, часто пересекавшие организационные границы» [1, с. 42]. Описывая результаты своего исследования, он впервые применил понятие «социальная сеть», разделив социальные отношения на три категории: «относительно стабильные формальные организации, служащие большому числу разнообразных целей, нестабильные сообщества (associations), и межличностные связи, объединение которых

формирует социальную сеть, служащую основой восприятия классов. В социальном же окружении решения вырабатываются общими усилиями, осторожно и непрямым образом (*obliquely and tentatively*)» [1, с. 42]. Таким образом, Дж.А. Барнес стал использовать данный термин при обозначении моделей связи как связанных групп (семья, род, племя), так и соединяющих людей по дифференцированным категориям (пол, национальность, хобби, деловая и прочее).

Анализ социальных сетей в его современном виде начинается в Гарвардском университете, где Харрисон Уайт в начале 70-х годов вместе с командой аспирантов разрабатывают методологию нового подхода к исследованию структуры групп, вводят общие понятия, методологию и инструменты.

Операционализация основных понятий, где выражениям субъект и взаимодействие ставятся в соответствие термины теории графов (вершина и ребро), и использование других вычислительных информационно-коммуникативных методов, – дало этой методологии исследования эффективные инструменты анализа данных и визуализации результатов.

В последующем такие ученые, как Рональд Берт, Кэйтлин Карлей, Марк Грановеттер, Дэвид Кракхардт, Эдвард Лауманн, Анатолий Рапопорт, Барри Веллман, Дуглас Р. Уайт и Харрисон Уайт систематический анализ социальных сетей перевели в практическую плоскость. Анализ социальных сетей нашёл действительное применение не только в теоретических аспектах исследования, но и на практике, как потребительский инструмент определения потребностей субъектов.

Социально-коммуникативная сеть – это разветвленная система связей, объединяющая индивидов с помощью информационно-коммуникативных каналов и средств для передачи, получения, обработки и хранения информации. В коммуникативных сетях основное внимание отводится не индивидам, как участникам коммуникативного процесса, а коммуникативным отношениям между ними. Количество субъектов коммуникации, объединенных сетевыми отношениями, начинается от двух человек и более. Сама сеть может быть разветвлена на определенные группы (ветви). Современные информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) позволяют этим ветвям соединяться между собой, образуя в итоге единую сетевую систему.

Б. Веллман определяет социальную сеть как «набор социально-релевантных узлов, связанных одним или несколькими отношениями» [1, с. 11]. В качестве узлов сетевых отношений могут выступать люди, организации, веб-страницы, публикации и пр. В качестве связей могут исследоваться взаимоотношения (сотрудничество, дружба), потоки информации, различные виды ресурсов и т.д. (цитаты, веб-ссылки, данные).

В любом случае вследствие своей эмпиричности конкретные определения в значительной степени будут различаться. Поэтому чтобы дать наиболее точное определение социальной сети, необходимо отнести данное понятие к предмету изучения. Г.В. Градосельская предлагает использовать последовательность определений (характеристик): 1. Особый тип связей между индивидами, событиями, отбирающимися в зависимости от целей построения сети. 2. Расположение индивидов или объектов определяется узлами сети. 3. Субъекты характеризуются атрибутами. 4. Связи между акторами (субъектами) образуют сетевую структуру. 5. Связь между субъектами может быть сильной и слабой [3, с. 20].

Наибольшее распространение получило узкое значение понятия «социальная сеть», относящееся к социально-сетевым технологиям – веб-сайтам, предназначенным для отражения в Интернете социальных взаимоотношений, построения сообществ людей со схожими интересами или деятельностью. Сюда можно отнести деловые экспертные сети, сообщества, онлайн-конференции, гостевые книги, объединяющие множество людей. Ни один традиционный институт не может сформировать такие же широкие и многообразные сетевые сообщества, как Интернет. Став новым типом социальных сетей, Интернет-сети смогли придать черты устойчивой коммуникации

эфемерным, случайным человеческим контактам – форумам, блогам, Интернет-конференциям и пр. [4]

Социальные Интернет-сети – это технологические виртуальные сети, являющиеся средством взаимодействия между отдельными категориями пользователей посредством электронных ресурсов с целью установления и поддержания контактов [5]. Распространенными формами Интернет-сетей в организации социального взаимодействия (межличностного и коллективного общения) являются социальные сети, веб-форумы, блоги, чаты и гостевые книги.



Рис. 1. Схема стандартной организационной социальной сети

Кружочками обозначаются субъекты коммуникации, линиями – их взаимоотношения. В центре данной схемы располагается глава сети; чем круг меньше, тем субъект имеет меньший статус.

На сетевизацию в первую очередь оказывает влияние процесс индивидуализации, размывание границ (количественных, пространственно-временных), развитие новых средств и способов социальной коммуникации (Интернет, мобильная связь), приводящие к появлению новых форм организации сообществ.

Вместо организационных групп с очерченными границами, функциями, членством и распределением ролей, общими нормами и ценностями, появляются Сети, где все это размывается или даже полностью стирается. С одной стороны, многогранная сеть позволяет удерживать различную интенсивность, множественность и оттенки отношений, а с другой стороны, благодаря своей гибкости, – создает более устойчивую к внешним воздействиям форму организации сообщества. Способность Сети быстрее, чем группе или организации адаптироваться и перестраиваться к быстро меняющимся условиям и воздействиям внешней среды делает ее универсальной системой взаимодействия в современном мире. Являясь гибким аналитическим инструментом, Сети, помимо сильных и слабых связей между субъектами, позволяют обнаружить и латентные (существующие технически, но неактивные) и скрытые связи.

Сетевая структура современного общества построена на экономике информационного и глобального капитализма, где ключевыми источниками конкурентоспособности и производительности являются знания и информация. Сетевому обществу, по М. Кастельсу, характерна трансформация экономики, труда, политики, государственных институтов, культуры, а также пространства и времени. Современные коммуникативные технологии являются основным инструментом этой трансформации. «Новая экономика организована вокруг информационных сетей, не имеющих центра, и основана на постоянном взаимодействии между узлами этих сетей, независимо от того, локальные они или глобальные» [6].

Интернет-окружение создало новую организационную форму – сетевую, обеспечив гибкость экономики, а в итоге – адаптацию к быстрым изменениям в области капитала, спроса и технологий. «Новые информационные технологии обеспечивают в одно и то же время децентрализацию рабочих задач и их координацию в интерактивной сети в реальном времени ...» [6]. Трансформация пространственно-временных рамок снимает препятствия в осуществлении различных социальных отношений: «... новая коммуникационная система радикально трансформирует пространство и время, фундаментальные измерения человеческой жизни ... Время стирается в новой коммуникационной системе: прошлое, настоящее и будущее можно программировать так, чтобы они взаимодействовали друг с другом в одном и том же сообщении. Материальный фундамент новой культуры есть пространство потоков и вневременное время» [6].

Важным источником для развития анализа социальных сетей являются прикладные исследования ученых социальной направленности (социологов, психологов, антропологов, философов), которые вводят новые инструменты и понятия для описания взаимодействия между людьми.

Разработки психолога и социолога Якоба Морено (1934), положившие начало социометрии (исследование межличностных отношений в группе), заложили основы анализа социальных сетей. Изучая вопросы эволюции групп, Морено показал, как процессы притяжения и отталкивания членов группы приводят к формированию той или иной групповой структуры [7]. Отношения в группах изображались им графически: люди представлялись в виде точек в двухмерном пространстве, а отношения между ними – линиями или стрелками разных цветов, соединяющими соответствующие точки.

При изучении виртуальных сетевых сообществ необходимо сперва обратиться к истории формирования и развития интернет-технологий, что позволит лучше понять социальную природу интернет-сетей. Специфика развития виртуальных сетей обусловливается не только социально-антропологическими факторами, но и технологической спецификой функционирования. Именно техническая составляющая ведет к изменению структуры сетевых отношений: количественный охват субъектов, доступность, география и прочее.

Несмотря на сформировавшуюся обширную эмпирическую базу в изучении виртуальных сетей как феномена социальной коммуникации, во многих гуманитарных исследованиях технологический подход превалирует. Проведенный в начале XXI века российскими учеными анализ определений, демонстрирует тот факт, что понимание интернета как глобальной и объединяющей субъектов сети, характерное для конца XX века, по-прежнему является распространенным [8].

По технологическим характеристикам инфраструктурное многообразие Интернет-сетям обеспечивают кабельная (или беспроводная) программируемая сеть. Как самостоятельная форма программного обеспечения (ПО), социальные Интернет-сети разграничили многие средства межличностного взаимодействия: веб-форумы, гостевые книги, блоги, чаты, списки рассылок, из которых они, по сути, и состоят. Это говорит о том, что социальная Интернет-сеть, определяясь самостоятельной формой, все равно рассматривается, как программа, состоящая из основных компонентов ПО и веб-приложений.

Социальные Интернет-сети формировались на основе существующих общепринятых представлений и привычек в обмене информацией, которые более инертны, чем технологии. С увеличением технических возможностей, разрастанием количества вовлеченных в коммуникативные процессы участников, – процесс взаимодействия стал полифункциональным.

Информация оперируется в узловых элементах, в которых располагаются учетные записи (аккаунты) пользователей, посредством которых происходит взаимодействие между субъектами. Информация (контент) в зависимости от мотивации может быть разного формата: текстовым, графическим, аудиовизуальным. Пользователи создают

профили, в которых указывают свои персональные данные (ФИО, дата рождения, учебное заведение, место жительства и работы и т.д.), обозначают список своих контактов – других пользователей, с которыми имеют какую-либо связь (дружественные, деловые/рабочие связи и т.п.), а также собственные предпочтения и интересы (творчество, хобби, знания). Помимо этого учетная запись может содержать личную информацию о пользователе: анкетные данные, антропометрические данные, социально-психологические особенности.

Все социальные интернет-сети являются частью виртуальной реальности. Впервые появившись в романе В. Гибсона «Нейромант», термин «виртуальная реальность», или киберпространство, характеризовался, как «согласованная галлюцинация, которую каждый день испытывают миллиарды обычных людей по всей планете» [9]. Вскоре после этого под виртуальной реальностью стали понимать пространство, созданное глобальной телекоммуникационной сетью.

Соединение в интернет-сетях действительности и виртуальности объясняется фундаментальной противоположностью вещной реальности и деятельностно-информационной действительности. В таком случае «антитеза действительности и реальности является фундаментальной пресуппозицией современного научного знания и лежит в основе информационно-энергичной онтологии человеческого мира, представленной, например, Т. Парсонсом в виде модели социальной системы» [10].

Интернет в первую очередь это компьютерная коммуникативная сеть, история разработки и дальнейшего объединения которых обусловлено стремлением практики компьютерной коммуникации к расширению. Компьютерно-опосредованная коммуникация (computer-mediated communication) явилась первым социальным явлением, осуществляющим коммуникативные операции и связи между субъектами посредством сети средств коммуникаций.

Развитие социальных интернет-сетей как коммуникативной среды характеризуется не только логикой технического развития средств коммуникаций, но и особенностями культуры между взаимодействующими субъектами. Культура, ценности и привычки субъектов привнесли в интернет-сеть не только традицию свободного обмена информацией и неформального общения, но и в некоторой степени саму природу сетевой технологии, поскольку использование технических коммуникативных средств изначально предусматривалось под цели и ценности пользователей. Согласно Кастельсу, разработкой сети занимаются преимущественно учащиеся и научные работники, которые разделяют ценности научного прогресса и свободы личности, воспринимая создаваемую ими технологию как средство свободного общения, а в более политизированных проявлениях – «в качестве орудия освобождения» [11].

В настоящее время социальные сети Интернета можно разделить на четыре большие группы: 1) индивидуально-персоналистические (межличностное взаимодействие с конкретным субъектом); 2) массовые (для традиционного открытого общения); 3) тематические (более узкая направленность, общение на конкретные темы); 4) фото- и видеохостинги (общение посредством комментирования фотографий и видео).

Несмотря на видимость безграничности и однородности виртуального пространства, на социальные сети влияют социокультурное, историческое и территориальное разнообразие реального мира, формируя внутри Сети национально обусловленные, множественные цифровые географические пространства, порождая новые социально-экономические и политические явления. Все уровни коммуникации в интернет-сети находятся в системно-функциональной взаимосвязи, не случайно в 2011 г. ООН приравнило свободный доступ в Сеть к свободе слова из-за своего антропоцентрического фактора [12].

Многообразие форматов коммуникации в социальных сетях интернета определяет также множество терминологических трактовок. Е.И. Горошко выделяет, что изучение содержательной стороны Сети, с относящимися к ней сервисам интернета с определенными услугами, в основе классификации которой находятся не только «техно-

логические принципы – правила и особенности обмена данными (протоколы), но также социальные потребности субъектов Сети, для которых они создавались и развивались» [8]. В итоге, исследователь выделяет социальный и технологический уровни взаимодействия.

Любой коммуникативный процесс, протекающий в пространстве и во времени, нельзя однозначно считать коммуникативно-временной функцией, поскольку возможность общедоступно хранить информацию является вспомогательным средством социализации и самореализации индивида и группы.

ИКТ формируют принципы управления государством и обществом (сокращение времени, упрощение и удешевление процедур, сведение к минимуму бюрократизма, повышение эффективности принятия решений и т.д.). Однако подобные технологии могут усиливать и противоречия, создавая предпосылки экономического и социального неравенства.

Подводя итог, можно сделать вывод, что при использовании социальных сетей интернета, на смену традиционным вертикальным иерархическим структурам приходит коллективная равноправная гетерархическая система, позволяющая субъектам взаимодействия за счет совокупного интеллектуального потенциала и использования коллективной базы знаний продуктивно действовать, решать многозадачные вопросы, выдавать более точные ответы.

Исследование позволяет выделить с позиции теории и методологии исследований актуальную систему социально-коммуникативной сети.

Список литературы:

- [1] Barnes J.A. Class and Committees in a Norwegian Island Parish // *Human Relations*. – 1954. Vol. 7. – Pp. 39–58.
- [2] Martin A., & Wellman B. (2011). Social network analysis: An introduction. In J. Scott & P.J. Carrington (Eds.) // *The Sage handbook of social network analysis* (pp. 11–25). Thousand Oaks, CA: Sage.
- [3] Градосельская Г.В. Сетевые измерения в социологии: уч. пос. / Под ред. Г.С. Батыгина. – М.: Издательский дом «Новый учебник», 2004. – 248 с.
- [4] Назарчук А.В. Сетевое общество и его философское осмысление // *Вопросы философии*. – 2008. – № 7. – С. 61–75.
- [5] Богданов Д.В. Социальные функции Интернета // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Социальные науки*. – 2011. – № 1 (21). – С. 114–120.
- [6] Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура : монография / М. Кастельс; пер. с англ. под науч. ред. О.И. Шкаранта. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 606 с.
- [7] Moreno J.L. Who Shall Survive? A New Approach to the Problem of Human Interrelations, 1934. (Книга «Кто должен выжить»).
- [8] Горошко Е.И. Интернет-коммуникации в гендерном измерении // *Вестник пермского университета*. Вып. 3 «Язык – культура – цивилизация». – Пермь, 2006. – С. 219–229.
- [9] Гибсон, Уильям. Нейромант: фантаст. роман / Пер. с англ. Е. Летова, М. Пчелинцева. – М.: Аст; СПб.: Terra Fantastica, 2000. – 317 с.
- [10] Ильин М.В. Существуют ли общие принципы эволюции? // *Полис*. – М., 2009. – № 2. – С. 186–189.
- [11] Кастельс М. Галактика Интернет. Размышления об Интернете, бизнесе и обществе / М. Кастельс; пер. с англ. А. Матвеева; под. ред. В. Харитоновой. – Екатеринбург: У-Фактория, 2004. – 328 с.
- [12] Доступ в Интернет приравняли к базовым правам человека // *Комсомольская правда* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.km.ru/v-mire/2011/06/07/oon/dostup-v-internet-priravniali-k-bazovym-pravam-cheloveka>

HISTORICAL FORMATION AND EVOLUTION OF SOCIAL NETWORKS

D.V. Bogdanov

Key words: *social networks, the Internet, users, communication, information, relations*

The article takes a look at the evolution of social networks and the Internet. The structure of virtual relations and features of socio-communicative activities are brought into focus. The basics of the Internet functioning and its impact on modern society are shown.

Статья поступила в редакцию 18.07.2016 г.

УДК 1

*А.А. Владимиров, профессор, доктор философских наук, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

ОСНОВНЫЕ ПАРАДИГМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ИСТОРИИ

Ключевые слова: *парадигма, цивилизация, культура, формация, история, человечество.*

В статье рассматривается проблема существующих центральных концепций периодизации и структурирования человеческой истории с оценкой каждой из них.

Многотысячелетняя история человеческого общества подвергается многомерному мировоззренческому толкованию. Прежде всего, можно назвать *типы* мировоззрения, с позиций которых осмысливается человеческая история, при этом с констатацией объединения этих типов:

- *народно-художественное*, традиционно-образное отражение истории множеством этносов на планете;
- *религиозно-мифологическое*, догматико-символическое отражение истории человечества мировыми религиями и мифологиями;
- *философско-научное*, концептуально-номологическое отражение истории с позиций философских концепций и множества наук.

Но в границах каждого из трех обозначенных подходов складываются самые различные *учения*, доминирующие из которых исторически приобретают статус основных *парадигм*. С позиций этих парадигм и происходит массовое осмысление исторического пути человеческого общества.

1) Долгое время функционировала парадигма *эмпирического* изложения и понимания истории человечества как совокупности *хронологически* последовательных *событий* от возникновения человечества до настоящего момента. Историческая закономерность воспринималась как историческая *случайность* в форме *необходимой объективной* длительности. Такова история в представлениях Плутарха, Плиния, Геродота, Гомера...

2) В Новое время (17–18 вв.) возникает тенденция рассмотрения человеческой истории как закономерной смены *циклов*, как хронологической последовательности смены *циклов*. Этот подход представлен и обоснован Жаном-Батистом Вико, в его теории *циклов*, которые выстраивались генетически по аналогии с временными циклами жизни человека: рождение, взросление, зрелость, возмужание, старость, смерть. Такой подход доминирует, например, у Татищева или Карамзина в их историях Российского государства: в хрониках королевских династий европейских государств, в периодике китайских династий...

3) Развитие археологии, этнографии, истории материальной культуры человеческого общества, основанных на реставрации прошлых времен по раскопкам, памятникам культуры и т.д., стимулировало становление новой парадигмы системного представления истории человечества с *тремя* хронологическими периодами: *дикость, варварство, цивилизация*. Эта периодизация основана на констатации постепенного преодоления человеком и обществом животного и стадного существования и возрастанием собственно человеческих специфических черт превращение пред-труда – в труд, пред-сознания – в сознание, пред-языка – в язык, пред-общества – в общество, пред-человека – в человека. В XIX веке эта парадигма получает утверждение и распространение, а представлена она в работах Моргана, Леви-Брюля, Тэна, Ключевского и многих историков разных стран. Свою естественно-научную подпитку она получает в эволюционной концепции Ч. Дарвина о животном происхождении человека.

4) В XIX веке эта *орудийно-циклическая* парадигма послужила основанием для возникновения *двух* доминирующих и противостоящих друг другу парадигм: *цивилизационной* и *формационной*. Их соотношение основательно рассматривает Е.В. Пашинцев в двух томах своей монографии «Введение в теорию формационного анализа. Критика классического формационного учения» [1]. Примечательно, что «критику» формационного учения К. Маркса автор выстраивает за счет добавления в нее элементов цивилизационного учения.

5) Парадигма *цивилизационного* понимания истории человеческого общества с XIX по XX век строилась на неизбежном соотношении понятий цивилизации и культуры, что приводило к включению в цивилизационную историю человечества культурных циклов (12–16 циклов: Данилевский, Шпенглер...), что, например, явно у А. Тойнби в его «Цивилизации перед судом истории», где определения цивилизаций и культуры по существу совпадают или пересекаются. Выделение цивилизаций – культур в истории осуществляется по разным основаниям: пространственным (Север – Юг, Восток – Запад), временным (древняя, античная, средневековая, готическая, индустриальная...), политическим (варварская, просвещенная, демократическая, деспотическая...), технологическим (ремесленная, мануфактурная, промышленная, индустриальная, постиндустриальная...), объектным (вещественная, энергетическая, информационная...). В конечном счете, Хантингтон просто говорит о конфликте, столкновении цивилизаций «восточной» или «западной» с размытым субъективным критерием деления всех цивилизаций на «хорошие» и «плохие», «передовые» и «отсталые», «надежные» и «ненадежные»...

6) В первой половине XX века У. Ростоу в своей монографии «Теория стадий роста» формулирует и, как ему кажется, на примере США как самой передовой страны, идею о том, что «общество массового потребления» (!) как бы возвращает нас к теории циклов (стадий) Ж-Б. Вико: подготовка к подъему, подъем, рост, ускорение, массовое потребление, спад...

Критерий «потребительства» здесь явно в духе бизнесменской психологии американцев. Даже европейские экономисты стали вносить коррективы в духе «бережливости», «экономии», «справедливого распределения» или даже абсурдной теории «золотого миллиарда» жителей на планете.

7) *Формационная* теория К. Маркса, сложившаяся в середине XIX века, базируется на едином основании периодизации истории. Таким основанием является экономическая категория *собственности*, историческая динамика ее объекта – реальной объективной собственности – определила становление *трех* принципиальных формационных эпох:

а) *доклассовая* эпоха первобытно-родового общества, основанная на «общественной собственности», предполагающей единство субъекта-труженика и субъекта-собственника, а поэтому исключаяющей *наемный труд* с неизбежной его эксплуатацией;

б) *классовая* эпоха рабовладельческой, феодальной и капиталистической формаций, основанная на «частной собственности», предполагающей отчуждение собствен-

ности от субъекта-труженика, с *наемным* трудом при его эксплуатации и неизбежным наличием охранных институтов государства, права, налогов, политики, армии и классово-идеологической трансформацией всех иных институтов общества: религии, морали, науки, образования...;

в) *бесклассовая* эпоха коммунистической формации, основанная на «общественной собственности», исключающей *наемный* труд, предполагающей единство субъекта-труженика и субъекта-собственника, а поэтому (по Ф. Энгельсу – «Анти-Дюринг») исключающей само явление-понятие «собственность», как исторически *изжившее* себя, *преодоленное* гуманистической природой меры человеческого рода.

Если первая и вторая формационные эпохи характеризуют пребывание человечества в «царстве необходимости», то третья формационная эпоха (коммунистическая) означает вступление человечества в «царство свободы».

При этом, если первая эпоха (первобытно-родовая, доклассовая) осваивала и преодолевала необходимость как объективную силу *природы* (абиотической и биотической), как *естественную необходимость*, то вторая эпоха (классовая) осваивала и преодолевала необходимость как объективную силу *общества* (классовые социальные институты), как *общественную необходимость*.

Движение к освобождению от отчужденного бытия человечеству предстояло совершить в формах *осознания* и *овладения* как естественной, так и общественной необходимостью, которые в философском отношении предстают как *родовые меры* природы и человека. Коммунистическая формация и предстает как длительный период поэтапного становления *свободы* человека на основе познания и овладения мерой естественных явлений и мерой человеческого рода. Гармонизация этих мер на полюсе природы представлена гуманистической концепцией *ноосферизма*, а гармонизация мер на полюсе человека (общества) представлена гуманистической концепцией *коммунизма*. Обе концепции как разумные, гуманистические, свободные совпадают, что академик А.И. Субетто выражает общей концепцией: «Ноосферного социализма» [2].

Закономерности *исторического* перехода от «царства необходимости» к «царству свободы», закономерности *становления* общества, гармонизации родовых мер природы и человека рассмотрены профессором Л.А. Зеленовым в ряде работ [3].

Очень примечательно, что формационная теория К. Маркса при всем критическом отношении к ней невольно используется даже ее противниками, когда они вынуждены употреблять при характеристике самых разных явлений и самых разных эпох «формационную терминологию»: рабство, рабовладельческое общество, феодальная мораль, средневековое искусство, буржуазная революция, социалистическое государство, коммунистическая идеология, капиталистический рынок, эпоха империализма, первобытное искусство... Понятия «цивилизационного» характера не дают точной картины явлений, а само «цивилизационное портретирование» человеческой истории совершается в *границах* формационной периодизации.

Что касается «*античной формации*», которая будто бы разрушает логику формационного анализа общества, то следует подчеркнуть, что:

– классики марксизма впервые включили это понятие в анализ периодической истории общества, обозначив его гибридность, переходность, комплексность;

– в работах советских ученых природа «античного» (классово-становящегося, переходного, общинно-родового) общества достаточно исследована с позиций формационной теории, а не цивилизационной, или культурологической, или «стадий роста», или «теории циклов». Мы имеем в виду, например, докторские диссертации нижегородских профессоров: В.Я. Израителя, Н.А. Бенедиктова, В.И. Табакова, В.И. Мишина, Е.Г. Куделина (1975–2000 гг.)...

Наконец, анализ *всей* обществоведческой литературы (и левой, и правой, и оппортунистической, и анархической) показывает, что постоянно существовала, существует и будет существовать критика человеческого общества в его наличном бытии как *несвободного*, отчужденного, закрепощенного, ограниченного, антигуманного, экологи-

чески-кризисного, экономически-противоречивого, политически-неустойчивого, юридически-несовершенного, эстетически-безобразного, этически-абсурдного, образовательно-недостаточного и т.д. То есть в разных вариантах критика констатирует *нарушения*: а) меры человеческого рода, б) меры природных явлений, в) соотношения этих мер как дисгармоничное. Это выражается в самых разных формах, движениях, анализах:

- «Гринпис», «зеленые»,
- «девиантная педагогика»,
- «фовизм», «ташизм», «примитивизм»,
- «симулякры», «имиджи», «бренды»,
- «однополые браки»,
- «терроризм», преступления,
- «инфантилизм», миграции,
- «межконфессиональные конфликты»,
- «дефицит» и «затоваривание»,
- «золотые парашюты», «золотой миллиард»,
- продажа детей, продажа человеческих органов...

Человечеству нужно осознание естественной и социальной необходимости, а не стохастическое подчинение их дикому разгулу, которое грозит планетарной катастрофой уничтожить «род людской». Человечеству нужны концепции *ноосферизма* и *коммунизма*, как ступени движения к свободе.

Список литературы:

- [1] Пашинцев Е.В. Введение в теорию формационного анализа. Критика классического формационного учения / Е.В. Пашинцев. – Челябинск: ЧИПС, 2009. – Т. 1–2.
[2] Субетто А.И. Роды действительного разума / А.И. Субетто. – СПб: Астерион, 2015.
[3] Зеленев Л.А. Уроки истории (к 100-летию Октября) / Л.А. Зеленев. – Н. Новгород: РУСО, ОАЧ, НФК, 2015; Мера человека. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2009.

THE BASIC PARADIGMS OF THE HUMAN HISTORY

A.A. Vladimirov

Key words: *paradigm, civilization, culture, stratum, history, mankind*

The article highlights the problem of existing at present central concepts of chronology and structuring of the human history, each of them being estimated.

Статья поступила в редакцию 09.09.2016 г.

УДК 141

*Л.А. Зеленев, профессор, доктор философских наук, ФГБОУ ВО «ННГАСУ»
603950, г. Нижний Новгород ул. Ильинская, 65*

ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ФИЛОСОФИИ

Ключевые слова: *модернизация, методология, мировоззрение, аксиология.*

В статье рассматривается необходимость модернизации современной российской философии с учетом ее духовно-ведущего значения в модернизации всего общества.

Динамика общественной жизни человечества постоянно требует *обновления* всех сфер, сторон, видов, аспектов его социальной жизни, основанной на сравнительно традиционном константном биологическом субстрате человеческого организма.

Чтобы не увлекаться соблазнами «обновления» социального субстрата в духе метафизического релятивизма и радикализма, абсолютно отрицающего традиции, константность, устойчивость форм социальной жизни, полезно *поучиться у объективной природы* с ее диалектикой традиций и новаций, старого и нового, константного и модусного. Это, например, характерно для существования биологического субстрата человеческого организма с его жизнедеятельными функциями: доминирует субстратно-функциональная константность мозга, сердца, печени, почек, легких, зрения, слуха, осязания, желудка... Изменения этих органов индивидуально различны, количественно и модусно разнообразны, о чем говорят специальные упражнения, спортивные тренировки, случайные модификации, паралимпийские виды спорта, осознанные акты косметической хирургии и т.п. Но *качественная* (родовая) природа субстрата и функций не меняется, остается *константной*.

Аналогично необходимо понимать и *социодинамику* человека, человеческой жизни, развитие его *социальной субстрата* и социальных функций с учетом диалектики традиций и новаций, констант и модусов. *Модификация* как изменение видовых признаков при сохранении родовых (интерпретация К. Маркса в «Капитале») должна быть призмой, сквозь которую необходимо понимать модернизацию, обновление человечества, общества, социальных форм жизни, не увлекаясь «новациями», «инновациями», «перестройками» и забывая о «традициях», «константах», «родовой мере».

Философия призвана не только диалектически интерпретировать понятие модернизации вообще, но и правильно осознать параметры собственной модернизации, модернизации философии как *социального* типа мировоззрения, *концептуального* мировоззрения.

О модернизации не только экономики, техники, рекламы, образования, медицины и т.д., но и типов мировоззрения говорят процессы обновления в искусстве (смена творческих парадигм), науке (имена научных парадигм), религии (модернизация религиозных догматов), мифологии (смена символики, символических парадигм), народном мировоззрении (смена доминантных традиций). То есть во всех 5 типах мировоззрения активно осуществляются процессы обновления, о чем мы специально писали в статье «Материалистический монизм» [1], констатируя умножение числа течений, школ, направлений, конфессий во всех типах мировоззрения в духе нежелательного, но спасительного плюрализма.

Модернизация философии, как известно, началась с конца XIX начала XX века под воздействием критического наступления позитивизма на традиционный мировоззренческий статус философии (О. Конт, Ф. Ницше, эмпириомонизм, эмпириокритицизм, эмпириосимволизм, экзистенциализм, гуссерлианство, прагматизм...). В мягкой форме призывы к модернизации [2] выражались в возврате к старым, исторически преодоленным философским учениям Юма, Беркли, Фомы Аквинского, Платона, Канта..., что выражалось иногда даже в названии обновленных философий: *неотомизм*, *нео-кантианство*... В жесткой форме модернизация осуществлялась в виде *иной* трактовки самой философии, ее предмета, структуры, функций, категориального аппарата, что характерно, например, для экзистенциализма Хайдеггера, герменевтики Гадамера, прагматизма Джемса, гуссерлианской феноменологии, персонализма Флюэлинга, тектологии Богданова, логического позитивизма Витгенштейна или семантического позитивизма Карнапа.

В современной (1991 г.) России модернизация философии представлена рядом характерных форм «обновления», которые, к сожалению, при их анализе предстают в *ретроградном* виде:

а) психологически-мотивированный отказ от философии марксизма в целом и диалектического материализма, в частности.

Классическим примером здесь является критика *анти*-марксистом Т.И. Ойзерманом *марксиста* Т.И. Ойзермана с конца 80-х годов XX века, отказавшегося от *всех* марксистских теорий и вставшего на позиции космополитического либерализма. Оценку такой «само-ревизии» точно дает профессор Д.В. Джохадзе в «Вестнике РФО» [3]. Аналогичные пересмотры, отступления, ревизии, отказы можно встретить в работах Д. Горского, А. Панарина, С. Соколова, А. Дахина, В. Чумакова или даже в целом в «Философия. Всемирная энциклопедия» [4]. «Хохмы ради» можно сказать, что Маркса критикуют даже за то, что он не учитывал последних «гениальных» работ Хайдеггера, Хабермаса или нашего Спиркина, в которых так высоко оценивается роль *идей* в обществе или роль *частной* собственности...;

б) предлагается и возврат к «гениальным» концепциям ряда прошлых философов: Платона, Фомы, Декарта, Бэкона, Канта, Тэна, Спенсера, Конта, Авенариуса, Гартмана, в учении которых, якобы, глубоко рассмотрены проблемы не просто философии, а именно современной философии (учения об идеях, эйдосах, образах, знаках, значениях, личности, науке, познании, ценностях...). Обратим внимание и на то, что вместе с критикой К. Поппером игнорируется *диалектик* Гегель за то, что он *диалектик* и не пишется в «современный позитивизм». Одного из таких «реставраторов», профессора П.П. Гайденко основательно критикует профессор М.М. Прохоров в «Вестнике РФО» [5];

в) наконец, очень характерен «модернизм» в форме возврата, реставрации будто бы «гениальных» философских учений исторически преодоленных религиозных философов *царской* России: Хомякова, Шестова, Бердяева, Булгакова, Трубецких, Розанова, Леонтьева, Ильина, Соловьева, Франка и т.п. Среди них *нет* Герцена, Огарева, Белинского, Чернышевского, Добролюбова, Писарева, Лаврова, Плеханова, Ушинского, Гольцева, Стасова, Радищева, Сеченова, Менделеева... Современные российские философы «обновляют» философию теологическими концепциями, а не глубоким теоретическим содержанием. Общую точную критическую оценку всем этим «теологическим реставраторам» дает профессор М.В. Бахтин как составитель энциклопедического словаря «Философы современной России» во вступительной статье [6].

Вот и все *три* направления «модернизации» философии в пост-перестроечной *буржуазной* России: ничего нового, никаких новых идей, концепций, парадигм, только ретроградное представление *старого*, отжившего как «нового», «жизненно-важного». Консерватизм, догматизм в заскорузло-пугающих формах доминирует в статьях, диссертациях, монографиях «реставраторов», проникающий в *учебники*, учебные пособия, трансформирующий умы подрастающего поколения россиян. К слову сказать, *авторы* этих «реставраций» и их подпевалы-журналисты *все старое* подают как *забытое сознательно* и *запрещенное в советское время* «интеллектуальное наследство». Ложность этих утверждений состоит в том, что учащимся, студентам 40–50-х годов были доступны бесплатно и открыто в библиотеках районного (Муром, Выкса, Киселевск в Кузбасе), областного (Владимир, Кемерово, Томск, Горький, Красноярск, Тюмень...) и федерального (Москва, Ленинград) уровня *все публикации*, книги, учебники дореволюционных и зарубежных авторов. У меня даже со школьных (1947–50) и студенческих (1951–56 гг.) лет сохранились *конспекты* прочитанных в библиотеках книг таких «запрещенных» авторов, как Каутский, Плеханов, Гольцев, Оболенский, Ткачев, Лавров, Ницше, Селли, Гартман, Альперт, Спенсер, Риккерт, Христиансен, Кон, Тэн, Рёскин, Лало, Сурио, Фехнер, Гароди, Лукач, Карнап, Винер, Фок, Бор, Эйнштейн, Планк, Пирс, Джемс, Перри, Хук, Кьеркегор... К тому же на лекциях о них, их концепциях нам открыто рассказывали профессора и академики: Айрапетьянц, Ковалев, Комаров, Тарле, Мелещенко, Протасенко, Квасов, Абрамов, Макогоненко, Чупахин, Никандров, Галактионов, Тугаринов, Каган, Косвен... Критическое отношение к идеям многих авторов складывалось на *основе ознакомления* с их трудами, а не на основе резонерских стандартов «кремлевских академиков» – Федосеева, Константинова, Юдина и др. А о том, что И.В. Сталин хорошо

знал мировую философскую мысль *недавно* нам поведал профессор Владимир Александрович Разумный в своей статье «Реальность фантастического» [7], где он рассказывает об удивительной философской встрече со Сталиным на квартире профессора Д.И. Чеснокова в конце 40-ых годов XX в. Мы уже молчим о философской эрудированности В.И. Ленина, убедиться в чем можно, читая его работы, конспекты «Философских тетрадей» (1908–16 гг.) или «Материализм и эмпириокритицизм» (1908 – 450 источников на 5 языках, прочитанных и освоенных за 6 месяцев).

Врагам марксизма очень хочется представить основоположников пролетарского учения безграмотными, необразованными, будто бы не знавшими ни Платона, ни Гегеля, ни Бердяева, ни Розанова, ни Леонтьева, ни позитивизм, ни прагматизм, ни квантовой физики, ни...

Тем не менее, проблема модернизации философии стоит и требует осмысления и конструктивного решения.

Во-первых, модернизация не должна игнорировать *традиционные* философские проблемы, которые определяют ее специфический статус как *концептуального* мировоззрения. Это в основном проблемы 5 концептуальных аспектов философии:

- а) онтологического (бытие, небытие, материя, сознание, реальность, движение, становление, прогресс, регресс, качество, количество, мера...);
- б) гносеологического (познание, знание, агностицизм, мышление, практика, истина, ложное, гипотеза, проблема, теория...);
- в) аксиологического (ценность, антиценность, значение, знак, язык, знаковые системы, коды, оценка, критерии оценки...);
- г) методологического (метод, принцип, закон, диалектика, метафизика, эклектика, релятивизм, догматизм, типология методов...);
- д) праксиологического (деятельность, компоненты деятельности, роды деятельности, виды деятельности, объективация и субъективация, опредмечивание и распределенное, отчуждение и освоение...) [8].

Во-вторых, модернизация не должна игнорировать *позитивные* достижения исторического развития философской мысли:

- а) диалектическую методологию с ее законами, принципами, категориями как философски-противоположную метафизической методологии;
- б) материалистическую гносеологию с ее всесторонним учением о познании как противоположную агностицизму и деструктивному скептицизму;
- в) материалистическую аксиологию с ее учением об объективности ценностей и критикой субъективистских концепций ценности и постмодернистского учения о псевдоценностях;
- г) марксистскую праксиологию с ее учением о социальной природе деятельности, ее типах и компонентах и критическим отношением к созерцательно-пассивным и спонтанно-анархическим учениям о месте человека в универсуме;
- д) материалистическую онтологию с ее учением об объективности и достоверности научной картины универсума и критикой абсолютного агностицизма и субъективного конвенционализма.

В-третьих, модернизация не должна игнорировать очевидные и общепризнанные философско-концептуальные достижения марксистской *диалектико-материалистической* философии:

- а) диалектическое учение об отчуждении и его причинах;
- б) диалектическое учение об экономической сфере;
- в) диалектическое понимание материи;
- г) философское учение о практике;
- д) диалектическое учение о связи философии и науки;
- е) философское учение о всестороннем развитии личности;
<ли>ж) философское учение о человеке, его сущности и родовой мере.

Маркс, как известно, признан даже Ватиканом человеком тысячелетия, а марксистские идеи оказали влияние на развитие экзистенциализма, социальной конфликтологии, неопозитивизма, мирового дизайна, экологии, социологии: Сартр, Лукач, Козер, Дарендорф, Мальдонадо, Майер, Корбюзье, Хэменгуей, Че Гевара, Неруда...

В-четвертых, философские исследования XX–XXI вв. выявляют несколько дискуссионных проблем, которые нуждаются в специальном массированном, коллективном обсуждении и пусть гипотетическом решении:

а) осознание философии не как особой науки, а как особого концептуального типа *мировоззрения* и в связи с этим разработка *общей* теории мировоззрения: сущность, основной вопрос, типология, системное содержание, диалог типов и видов;

б) обоснование 5-аспектной структуры мировоззрения / мироосвоения вообще и философского, в частности: гносеология, аксиология, методология, праксиология и интегрирующая их онтология;

в) обоснование универсального «метанаучного» значения философии как пролегомена построения метатеоретических разделов *любой науки*: предметология, терминология, методология, номология, праксиология и т.д.;

г) в *онтологии*:

- теория «виртуальной реальности»,
- теория компьютеров как социальных «квази-субъектов»,
- теория «меры человеческого рода» и антропономии,
- теория НЛО и «внеземных цивилизаций»...

д) в *гносеологии*:

- теория практики, ее сущности, функций и типов,
- теория типов знания по основанию отдаления от объекта,
- теория критерия истинности знаний...

е) в *аксиологии*:

- теория ценности и ее типов,
- теория критерия ценности,
- теория аксиологической природы идеологии...

ж) в *методологии*:

- теория философского метода,
- теория типологии общенаучных методов,
- теория принципов как экспликации методов...

з) в *праксиологии*:

- теория социума, сущности, содержания, типологии,
- теория деятельности, сущности, типов, компонентов,
- теория самодетальности, сущности, типов, перспектив...

Намеченные проблемы модернизации внутри себя обнаруживают при исследовании множество более частных и конкретных вопросов, о чем говорит анализ материалов состоявшихся философских конгрессов, например, VI Всероссийского в 2012 г., а также энциклопедического словаря «Философы современной России» [9], в котором персонально представлена философская проблематика.

Указанные проблемы в принципиальном отношении нашли отражение в коллективных исследованиях Нижегородского Философского клуба (1969–2016 гг.), материалах его симпозиумов, монографиях и диссертациях членов клуба (более 300 исследований). См. также монографии авторского характера:

- «Банк артов: методология теорий» (2015),
- «История Нижегородского Философского клуба» (2016),
- «Творческая автобиография» (2012),
- Собрание сочинений в 4-х томах (2006),
- История и философия науки (2008, 2011),
- Альтернативная философия (2016),
- Методологический потенциал философии (2016),

- Система философии (1991),
- Антропология. Общая теория человека (1991),
- Философия культуры (2013),
- Философия права: научно-дискуссионные проблемы (2016)...

Список литературы:

- [1] Зеленов Л.А. Материалистический монизм / Л.А. Зеленов // Вестник ВГУВТ. – 2016. – № 48.
- [2] Зеленов Л.А. Проблемы идеализма / Л.А. Зеленов. – СПб.: Психологическое общество, 1910.
- [3] Вестник РФО. – М.: ИФ РАН, 2008. – № 2(46). – С. 36–38.
- [4] Философия. Всемирная энциклопедия. – Минск: Харвест, 2001.
- [5] Вестник РФО. – М.: ИФ РАН, 2008. – № 2. – С. 115–119.
- [6] Философы современной России / сост. М.В. Бахтин. – М.: ИФ РАН, 2015. – С. 3–7.
- [7] Разумный В.А. Реальность фантастического / В.А. Разумный // Вестник РФО. – М., 2008. – № 2. – С. 217–220.
- [8] Зеленов Л.А. Альтернативная философия / Л.А. Зеленов, А.А. Владимиров, А.С. Балакшин, М.В. Бронский. – Н.Новгород: ВГУВТ, ОАЧ, НФК, 2016.
- [9] Философы современной России. – М.: ИФ РАН, 2015.

THE PROBLEMS OF PHILOSOPHY MODERNIZATION

L.A. Zelenov

Key words: *modernization, methodology, worldview, axiology*

The article dwells on the need for modernization of modern Russian philosophy considering its leading spiritual significance in modernization of the entire society.

Статья поступила в редакцию 09.09.2016 г.

УДК 316.3

*А.В. Тиховодова, доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

КРИТЕРИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОГРЕССА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Ключевые слова: *общественный прогресс, критерий общественного прогресса, способ производства, производительные силы, гуманизация общества, человек, экологический кризис.*

В статье рассмотрено изменение представлений о критериях общественного прогресса в истории социально-философской мысли. Дана характеристика религиозного, социалистического и либерального общественного идеала как критерия социального прогресса. Охарактеризован способ производства как диалектика производительных сил и производственных отношений в качестве критерия прогресса, представленный в диалектико-материалистической философии. Обоснована необходимость формулировки общеполитического критерия общественного прогресса в условиях современного экологического кризиса, каковым является человек. Выделяются возможные сценарии будущего человеческой цивилизации.

Проблема общественного прогресса является одной из центральных в социальной философии. Сущность социального прогресса состоит в восходящем самодвижении общества к более совершенным стадиям развития. В настоящее время категория социального прогресса отражает коренные интересы подавляющего большинства современного общества. Смысл общественного прогресса имеет прямое отношение к судьбам как целых народов, так и отдельных людей. Тема социального прогресса разрабатывается как в отечественной, так и зарубежной научной литературе в философском, социологическом, этико-нравственном аспектах. Правильное толкование сущности социального прогресса имеет также сугубо практическое значение, так как от его правильного понимания напрямую зависит будущее человечества. Обобщающее понятие общественного прогресса включает в себя, как свои составные части, экономический, технический и культурный прогресс.

Важнейшей проблемой теории общественного прогресса является выяснение его критерия. Критерий прогрессивного общественного развития должен носить объективный, а не зависимый от воли исследователя характер. А объективность критерия можно раскрыть на основе объективных показателей, т.е. таких показателей, которые рисуют объективную картину общества. Вопрос, «как измерять» общественный прогресс, никогда не получал однозначного ответа в обществоведческой литературе. Это во многом объясняется сложностью общества как субъекта и объекта прогресса, его многоплановостью и многокачественностью. Предпринимаются попытки найти локальный критерий для каждой сферы общественной жизни. Однако общество есть целостная система и ей должен соответствовать общий, интегративный критерий социального прогресса. Исходным пунктом для суждений о научном критерии общественного прогресса является признание закономерной обусловленности сменяющихся друг друга ступеней развития социума. В основу определения общесоциального критерия прогресса лежит выделение такого фактора, от которого в определяющей мере зависит поступательное движение общества.

В средневековой Европе прогресс понимался либо как совершенствование внутреннего мира человека, либо как наступление царства Божия на Земле и соответствующего идеального социального строя (А. Августин, Ф. Аквинский). В дальнейшем среди критериев прогресса назывались: приращение научных знаний (Ж.А. Кондорсе, Д. Вико, О. Конт), справедливость и равенство (Т. Мор, Т. Кампанелла, К. Маркс), увеличение человеческой свободы с одновременным развитием морали (И. Кант), прогресс в приближении к правовому государству (Ф. Шеллинг), степень осознания людьми свободы (Г. Гегель), господство над природой (Ф. Бэкон, Г. Спенсер), процесс дифференциации и интеграции общества (Э. Дюркгейм), развитие техники, индустриализация, урбанизация (Д. Гэлбрейт, У. Ростоу, Р. Арон, О. Тоффлер).

Также критерием прогресса может быть идеал совершенного общества (выделяют религиозный, социалистический, либеральный). С религиозной точки зрения целью общественного прогресса является общество, благоприятствующее спасению человеческой души. Теологи выделяют три этапа развития человеческого общества: золотой век, предшествующий грехопадению человека; эпоха земной греховности; грядущее царство небесное. Сам по себе человек не в состоянии искупить первородный грех, поэтому Бог своей милостью ведет человека к вечной жизни в царстве небесном. Люди живут надеждой, что это может произойти. Такое понимание общественного прогресса имеет глубокие религиозно-мессианские корни. Идеал совершенного социалистического общества одним из первых сформулировал Платон. В его модели идеального государства строгое разделение труда и иерархия статусов: философы управляют, воины защищают государство от внутренних и внешних врагов, трудящиеся производят блага. Исторический материализм противопоставлял капиталистическую и социалистическую общественные системы. Капиталистическое общество с рыночной экономикой считалось менее прогрессивным, так как в нем существует частная собственность, неравенство, эксплуатация человека человеком, классовый анта-

гонизм, государство не выражает интересы пролетариата. С этой точки зрения социалистическое (в СССР) общество считалось более сложным, целостным, потому что в нем была государственная собственность, отсутствовала классовая борьба, существовала диктатура пролетариата, единомыслие, единая идеология и т.п. Представители же либерализма утверждают, что критерием общественного прогресса является расширение индивидуальной свободы граждан, сочетание социального равенства и эффективности материального производства, повышение благосостояния людей. С этой точки зрения капитализм Запада является более прогрессивным обществом, чем советский социализм, а буржуазный демократический социализм более прогрессивным, чем оба предыдущих типа обществ.

К. Маркс связал общественный прогресс с развитием социально-экономических формаций. Переход общества от одной общественно-экономической формации к другой, более высокой, знаменует и новый этап в поступательном движении истории. Типы общественно-экономических формаций и являлись основными стадиями прогрессивного развития общества. С позиций исторического материализма, общество – целостная саморазвивающаяся система, имеющая источник, причину развития в себе самой. Именно это позволило марксистам обосновать общий объективный критерий общественного прогресса. Таковым всеобщим критерием, а также и главным условием социального прогресса, был назван рост производительности труда. Именно в этом ключе в советское время шло выяснение критерия общественного прогресса. Сторонниками исторического материализма в качестве критериев прогресса называются: уровень свободы, достигнутый обществом (П. Митяев, Д.П. Подкосов); общественно-экономическая формация (М. Кадлец); способ производства как единство производительных сил и производственных отношений (Мамалуй А.А., Чесноков Д.И., Семенов В.С., Николаева Л.В.) [1, С. 514]; производительные силы (А.А. Макаровский, В.И. Мишин, Г.Е. Глезерман, И.Я. Левяш) [2, С. 58]; производительность труда (Францев Ю.П., Струмилин С.Г., Апресян Г.З., Гендин А.М., Ломовицкая В.М., Филиппова Я.В.) [3, С. 12–13], [4, С. 6–7].

Основополагающий критерий социального прогресса – производительность труда – дал возможность выявить совокупность социальных критериев, характеризующих жизнедеятельность человека, его общественное бытие: 1) качественный и количественный уровень потребления, 2) качественные и количественные характеристики сферы труда; 3) уровень развития духовной культуры; 4) уровень достижений в области социального равенства, степень социальной защищенности; 5) возможности, открывающиеся для развития личности. В качестве специфических критериев общественного прогресса называются развитие науки, прогресс нравственности, совершенствование искусства. Развитие науки выражается в увеличении объема научных знаний, сближение науки и производства, сокращение сроков внедрения изобретений в производство, повышение научного уровня планирования и управления хозяйством, появление новых теорий. Взаимосвязь науки и практики – первостепенный показатель зрелости самого общественного строя, важный фактор ускорения его прогресса. Показателями прогресса нравственности могут служить: возрастание эффективности морали в качестве регуляторов отношений между людьми; расширение сферы действия морали; рост удельного веса общечеловеческих моральных норм в нравственности. Показателями прогресса в искусстве могут быть: расширение сферы художественного освоения действительности; возрастание роли искусства в обществе, усиление его социальной функции; накопление художественных ценностей.

После распада СССР началась активная идеологическая атака на марксизм и, в частности, на исторический материализм. Объективный анализ общественного развития стал подменяться субъективным. Некоторые ученые, отрицая объективную детерминацию социального прогресса, делают вывод, что в условиях информационного общества роль определяющей силы общественного развития будет выполнять не способ производства, а функция эта перейдет к «гармонической информации». Однако в

XXI в. значение способа производства вряд ли уменьшится, только все более актуализируется роль духовного производства, а именно образование, производство и потребление информации. Единство противоположных детерминант – обязательное условие устойчивого развития цивилизации в XXI в.

Некоторые исследователи придерживаются комплексного критерия общественного прогресса, так как представляется, что только совокупность индикаторов может в полной мере показать степень прогрессивности конкретного человеческого общества. Они считают, что в критерий социального прогресса следует включить не только материальные факторы (производительность труда или способ производства), но и духовные (этические, эстетические, политические) [5, С. 277–278]. Прогрессивный характер общества определяется возможностями развивать производительные силы, совершенствовать производственные отношения, содействовать нравственному и эстетическому развитию человека, создавать необходимые условия для реализации творческих способностей людей и удовлетворения их потребностей. Таким образом, нужен комплексный подход к исследованию прогрессивного развития общества. Барякин В.Н. интегральным показателем общественного прогресса считает уровень оснащенности населения данного общества новыми, современными, в том числе и репродуцированными, средствами жизнеобеспечения: вещами, технологиями и авторскими произведениями [6, С. 177]. Индикатор может быть измерен в виде отношения количества новых средств жизнеобеспечения к количеству физически и морально устаревших средств жизнеобеспечения. Этот показатель может послужить стимулом к всестороннему развитию новационной и инновационной деятельности общества.

Крапивенский С.Э. в качестве комплексного критерия общественного прогресса называет уровень гуманизации общества, т.е. положение в нем личности: степень ее экономического, политического и социального освобождения; уровень удовлетворения ее материальных и духовных потребностей; состояние ее психического и социального здоровья. Уровень гуманизации общества он предлагает определять при помощи индикатора, объединяющего в себе все остальные – средняя продолжительность жизни [7, С. 333]. В этом высказывании неявно предполагается повысить уровень жизни стран второго и третьего мира, однако это сопряжено со многими препятствиями и может ускорить наступление экологической катастрофы. К тому же, навязывание всем народам западноевропейского понимания критерия общественного прогресса неразумно, так как создает угрозу национальным идентичностям. Шетулова Е.Д. в состав гуманистических критериев общественного прогресса, применяемых сегодня для определения ступеней развития общества, предлагает включить степень удовлетворения потребностей индивидов и степень социальности [8, С. 91–92]. Причем для личностного развития индивида важным является удовлетворение именно экзистенциальных и социальных потребностей. Экзистенциальные потребности включают в себя потребность в безопасности своего существования, комфорте, постоянстве условий жизнедеятельности, гарантии занятости, страховании от несчастных случаев, уверенности в завтрашнем дне, а социальные – потребность в общественных связях, коммуникации, участии в совместной деятельности с другими. Под социальностью понимаются отношения сотрудничества и взаимопомощи между людьми, способность к кооперации и взаимодействию.

Однако этот подход недостаточен, так как не учитывает фактор, показывающий магистральный путь общественного прогресса. Необходимо сформулировать единый общеполитический критерий прогрессивного развития. Такой критерий социального прогресса не следует путать с частными критериями определенных сфер общественной жизни (духовной, экономической, политической). Общеполитический критерий основное внимание уделяет такой оси, вокруг которой разворачивается вся история человечества. Большинство современных исследователей таким общеполитическим критерием считают человека, его социальный облик, его отношение к окружающей природной и социальной среде [9, С. 155], [10, С. 195]. С каждым этапом истории и в

зависимости от характера общественной системы формирование человека приобретало специфический характер. Человек постепенно расширял свои возможности для развития, всестороннего проявления своих духовных и физических сил; в ходе истории росли его потребности и менялись способы их удовлетворения.

В настоящее время существует методика расчета индекса человеческого развития, которая объединяет три показателя: валовой внутренний продукт на душу населения, уровень образования населения и средняя продолжительность жизни. Таким образом, основные показатели жизнедеятельности человека являются определителями прогресса. Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), дающий совокупную оценку человеческого прогресса, объединяет материально-экономическую и интеллектуальную стороны жизни общества. Понятие Индекс развития человеческого потенциала как метода измерения человеческого развития было введено Программой развития ООН в 1990 г. в Докладе о развитии человека. Индекс был разработан экономистом из Пакистана Махбубом уль-Хаком. В основе Индекса лежат не субъективные оценки экспертов, а числовые показатели, взятые из официальных источников, поэтому считается, что он относительно объективен и поддается верификации. В 2010 г. в дополнение к используемому ИЧР были введены три новых индикатора: Индекс человеческого развития, скорректированный с учетом социально-экономического неравенства (ИЧРН), Индекс гендерного неравенства (ИГН) и Индекс многомерной бедности (ИМБ).

Общероссийская академия человековедения предложила еще расширить совокупность индикаторов для более точного выведения интегрального ИРЧП. Она сформулировала эффективный подход, состоящий в фиксации основных социальных констант развития общества [См.: 11]. Эти константы предстают как социальные деятельности, развернутые в основные сферы общественной жизни: экономическую и экологическую, научную и художественную, управленческую и педагогическую, медицинскую и физкультурную. Именно в их границах ведется поиск конкретных индикаторов развития человека. Кроме показателей, выделенных ООН, нельзя игнорировать интеллектуальный потенциал страны, ее экологическое состояние, уровень художественной культуры, криминогенную обстановку, физическую культуру граждан и т.д. Исследователями предлагаются следующие индикаторы общественного развития: криминогенная ситуация в любой стране, фиксируемая правоохранительными органами и выражающаяся в количественных показателях (Фокеева Т.Н.); системная конверсия, т.е. последовательный возврат совокупных затрат страны из оборонной сферы в социальную, но без ущерба национальной безопасности (Петров В.П.); компьютерная культура, возникающая на основе компьютерного образования, воспитания и обучения (Грязнова Е.В.); примат нравственных критериев развития социума над интеллектуальными, духовность (Красногорский И.Е., Ломовская Н.В., Федотов Е.В., Чепурнова Н.А.); приоритетность диалогических отношений как показатель развитости культуры и цивилизации (Орлова Л.В.); запас стабильного общественного развития (Беляев В., Макарычев С.); наследование генетической и социальной программы ранее живущих поколений (Сальникова Л.Г.); совесть как духовная основа личности, органическое единство чувства долга с самокритикой, самоконтролем, искренней самооценкой, благородством и другими нравственными качествами (Сичивица О.М.); полноценная реализация женщины и как матери, и как личности, и как профессионала (Солина Е.М.); обеспечение безопасности как условие развития человека (Отмахова Н.Н.); характер разрешения социальных противоречий (антагонистических и неантагонистических) (Килибаева С.С.); демократичность общества – противоречивое единство свободы и равенства (Ширшина Р.Р.); выпуск продукции на душу населения (Семенов И.Н.); реальная возможность индивидов всесторонне и свободно развиваться (Табаков В.И.) [См.: 12].

Не только объективные условия существования человека способствуют его совершенствованию, а и человек активно преобразует предзаданную ему действитель-

ность. Кемеров В.Е. вводит понятие индивидуальная или личностная революция, питающая социальные изменения и трансформации, создававшая для их закрепления средства и схемы деятельности [13, С. 208–211]. Он выделяет три таких индивидуальных революции. Первая, произошедшая в начале нашей эры, дала толчок распространению идеи независимого бытия человека, его социальной, моральной и религиозной ценности. Вторая индивидуальная революция связана с уничтожением системы рабства, с освобождением производительной энергии автономных индивидов, с объединением этой энергии, ее механизацией, с созданием соответствующих политических, правовых, научных и образовательных институтов. Третья индивидуальная революция связана с повышением эффективности социального процесса именно в формах индивидуальной человеческой жизнедеятельности, с переходом внешних социальных структур и средств деятельности в материал для «построения» людьми схем и способов разрешения проблем.

Для определения степени прогресса общества можно взять разные и многие показатели. Но какие из них будут наиболее адекватными? Понятно, что их не должно быть ни слишком мало, ни слишком много, что они должны быть как можно более фундаментальными и резюмирующими. Современное состояние цивилизации характеризуется понятием «кризис». Это понятие сформулировали члены Римского клуба, которые предложили взглянуть дальше интересов сегодняшних поколений, позаботиться о выживании всего человеческого рода, приступить к коллективным действиям различных организаций и государств. Анализ общественного прогресса, обсуждение будущего человечества невозможны без исследования комплекса глобальных проблем. Именно в этом комплексе указываются вопросы научно-технического прогресса, охраны окружающей среды, поисков новых источников энергии, освоения Мирового океана, защиты культуры от вандализма и конъюнктурного пересмотра истории, предотвращения глобальной ядерной катастрофы и будущего человечества. Человеческая деятельность, неся в себе противоречия, связанные со сложившимися формами общественного бытия, вступила в противоречие с самой природой, законами ее функционирования, что создало угрозу существования человеческого рода. Кризис цивилизации проявляется многопланово. Это кризис системы мировой политики во всех ее измерениях: Запад – Восток, Север – Юг, антагонизм между основными центрами капитализма, кровавые войны в странах «Третьего мира» и их огромный внешний долг.

В подобных условиях углубляющегося цивилизационного кризиса критерием общественного прогресса имеет смысл считать выживание человечества, коэволюция человека и природы (наступление ноосферы как следующего этапа развития биосферы Земли). На основании этого показателя и должен быть создан всемирный проект общественного преобразования. Необходимо создать новый мировой порядок, сформировать наднациональные органы власти, которые будут координировать решение глобальных проблем. А главное, нужно формировать разумные материальные, социальные и духовные потребности людей. Это позволяет отказаться от абстрактных рассуждений о гуманизме, безотносительно к проблеме взаимосвязи экологического кризиса и материального производства [14, С. 356]. Есть, однако, точка зрения, согласно которой современная антропогенная нагрузка на природу вполне соответствует ее законам [15, С. 12]. Уничтожение видов животных и растений является следствием межвидовой борьбы за существование, на которой основана эволюция. Природа отличается гибкостью, старые структуры в ней заменяются на новые. К тому же, изменение биосферы происходило еще и до появления человека. Ограничение в удовлетворении общественных потребностей может нарушить естественный обмен веществ и энергии между людьми и средой, что чревато вырождением именно человека. К тому же, дорогостоящая экологизация промышленности приводит к повышению цен на жилье, одежду, воду, газ, электричество, а это, в свою очередь, ухудшает благосостояние граждан. Это яркий пример того, как прогресс в одной области сопровождается регрессом в другой. Еще одним важным препятствием на пути общественного про-

гресса можно считать обеднение генофонда людей в связи с борьбой за каждую человеческую жизнь, которой так гордится медицина. Таким образом, ценности экологического сознания во многом носят декларативный и лицемерный характер, и цивилизация должна сменить ориентиры экологической политики.

Человечество не в состоянии отказаться от прогресса в современных условиях, но оно может изменить его содержание и темпы. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро была подписана концепция «устойчивого развития», теоретические основы которой были заложены в докладах Римского клуба. Эта конференция положила начало целому комплексу международных инициативных групп, саммитов и т.д., призванных сформировать глобальный консенсус по жизненно важным проблемам современного человечества, фокус которых – это именно концепция устойчивого развития. Было осознано, что человечество как единый биосоциальный организм имеет очевидные пределы роста. В этом контексте выработка новой стратегии устойчивого развития как раз и должна вывести общество из состояния коллапса.

Программа устойчивого развития стала рассматриваться как единственная стратегия цивилизационной динамики, которая может спасти человечество от гибели. Устойчивость означает сохранение и расширение перспективы общественного прогресса в обозримом будущем. Стратегия устойчивого развития включает: приоритетность качественных показателей (качества жизни) перед количественными (численностью, потреблением); противостояние энтропийным процессам (милитаризации экономики, росту отходов, тиражированию культурных ценностей, обеднению духовной жизни); сохранение биологического и культурного разнообразия; согласование программы природопользования с эволюционной периодичностью природных процессов; предпочтение устойчивости извлечению максимальной прибыли при выборе программы развития [16, С. 11].

Генеральный секретарь ООН Гали Б.Б. в 1994 г. выделил пять параметров устойчивого развития: мир как фундамент цивилизации (тезис против милитаризма), экономическое развитие как основа устойчивости, трансформация отношений общества и отдельного человека с окружающей средой (экологическая составляющая), справедливость как фундаментальный принцип социокультурной регуляции, демократия как основа политического устройства социума [См.: 17]. Разрешение совокупности глобальных проблем возможно только путем перехода к устойчивому развитию, которое и составляет основу нового этапа развития цивилизации – равновесного как в отношении с природой, так и внутри самого общества, приводящего к гармонии своей структуры и функции. Воздействие общества на природу должно соответствовать ее способности выдерживать человеческую нагрузку и возрождаться естественным образом (Моисеев Н., Вернадский В.). Решение данной задачи предполагает коренное изменение самого мировоззрения, отказ от ценностей общества массового потребления, формирование новых фундаментальных принципов материальной культуры, которые должны стать адекватными современному состоянию цивилизации. Важным является применение принципов концепции устойчивого развития к социальной реальности, приспособление к насущным проблемам того или иного региона. Субетто А.И. формулирует данную проблему еще более категорично, утверждая, что у человечества нет Будущего вне ноосферного духовного социализма. Человечество должно перейти к формам бытия без эксплуатации человека человеком, без власти мирового финансового капитала. «Только Человечество Ноосферное, только Человечество Социалистическое, чей коллективный разум несет ответственность за Будущее всего разнообразия жизни на Земле, имеет будущую Историю! Другой альтернативы нет» [18, С. 46].

Исследователи прогнозируют три сценария цивилизационного развития:

1) Экологизация научно-технического прогресса. Люди под угрозой глобальной экологической катастрофы сознательно и беспрекословно подчиняются законам развития биосферы. Возобладает тенденция к отказу от использования машин. Уменьшится население городов, автомобили вытеснят электромобили. Очаги техносферы –

города, промышленные районы, сельскохозяйственные площади – будут локализованы и озеленены. Техносферы будут организованы по принципу экосистем и оцениваться по экологической рентабельности (получение максимальной прибыли при минимальном вреде географической среде). В целях максимальной экономии сырья ученые прогнозируют возможность более активного использования энергии ветра и внутреннего тепла Земли, водородной энергетики. Содержанием новой энергетической революции станет переход к практическому применению аннигиляции. Но надо учитывать, что экологизация техносферы не всегда будет проходить мирным путем.

2) Наступление глобального общества потребления (ГОП). Главным признаком такого общества считается техногенный тип человека [19, С. 3]. Это человек, озобоченный личным комфортом, престижем, капиталом, т.е. у него материальные потребности преобладают над духовными. Наиболее влиятельные в мировой экономике лица будут стремиться сохранить данное положение, а многочисленный средний класс – следовать их примеру. При помощи науки и техники из природы будут выкачиваться ресурсы до их исчерпания. Наука и техника будут по-прежнему ориентированы на выкачивание все больших ресурсов из природы – до ее полного истощения. Эволюция цивилизации закончится оформлением экономической пирамиды: наверху «сверхдержавы», внизу – сырьевые придатки этих стран. Данная система сможет существовать до тех пор, пока у эксплуатируемых стран не истощатся ресурсы. Господствующие страны будут осуществлять фрагментарную экологизацию наиболее хищнических технологий, в странах третьего мира станут ускоренно деградировать вследствие ухудшения состояния географической среды. ГОП обречено на вымирание из-за неизбежности и неразрешимости конфликта с природой.

3) Поисковый вариант. Препятствием на пути окончательного становления системы глобального общества потребления является творческий потенциал человека. Научная и творческая элита не захочет продавать свой креативный потенциал господствующим в экономике и политике людям. Возродятся националистические и религиозные движения, активно противодействующие несправедливости мировой экономической системы и «компьютерному терроризму». Важным фактором общественного развития станет национально-освободительная борьба за отстаивание своей национальной идентичности в странах, находящихся у подножия экологической пирамиды. Этот вариант можно считать переходным к новому этапу развития цивилизации.

Итак, в современной социальной философии назрела необходимость существенного пересмотра принципов, ценностей и приоритетов концепции социального прогресса. Человечество должно прийти к осознанию того, что будущее возможно только при условии учета законов биосферы и приведение развития техносферы в соответствии с ними. Следует формировать экологическое сознание граждан, в котором духовные, гуманистические ценности должны преобладать над материальными, т.е. необходима новая мировоззренческая революция. Прогресс – не закон истории, а результат человеческого разума и человеческих усилий.

Список литературы:

- [1] Чесноков Д.И. Исторический материализм / Д.И. Чесноков. – М., 1965. – 496 с.
- [2] Макаровский А.А. Общественный прогресс / А.А. Макаровский. – М., 1970. – 256 с.
- [3] Апресян Г.З. Общественный прогресс / Г.З. Апресян, А.М. Гендин. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – 37 с.
- [4] Ломовицкая В.М. Социальный прогресс и глобальные проблемы современности / В.М. Ломовицкая. – Л.: Знание, 1989. – 16 с.
- [5] Семенов Ю.Н. Общественный прогресс и социальная философия современной буржуазии / Ю.Н. Семенов. – М., 1965. – 300 с.
- [6] Барякин В.Н. Интегральный индикатор общественного прогресса и его использование для научного обоснования общенациональной идеи и приоритета в государственной политике России / В.Н. Барякин // Человечество в XXI в. Индикаторы развития. 29 Академический Симпозиум. IV Международная ярмарка идей. – Н. Новгород, 2001. - С. 174 – 178.

- [7] Крапивенский С.Э. Социальная философия: Учебник / С.Э. Крапивенский. – М.: ВЛАДОС, 2003. – 416 с.
- [8] Шетулова Е.Д. Российский социум XX века и общественный прогресс / Человечество в XXI в. Индикаторы развития. 29 Академический Симпозиум. IV Международная ярмарка идей. – Н. Новгород, 2001. – С. 91–93.
- [9] Гобозов И.А. Социальная философия: учебник для вузов / И.А. Гобозов. – М.: Академический Проект, 2007. – 352 с.
- [10] Макаров Е.М. Философия человеческого общества. Социальная онтология. Социальная гносеология. Социальная динамика / Е.М. Макаров. – М.: Мысль, 1999. – 335 с.
- [11] Антропономия. Общая теория человека. – Н. Новгород, ПАНИ, ОАЧ, 1991. – 172 с.
- [12] Человечество в XXI в. Индикаторы развития. 29 Академический Симпозиум. IV Международная ярмарка идей. – Н. Новгород, 2001. – 349 с.
- [13] Кемеров В.Е. Введение в социальную философию: учебник для вузов / В.Е. Кемеров. – М.: Академический Проект, 2000. – 314 с.
- [14] Соколов С.В. Социальная философия: учебник для вузов / С.В. Соколов. – М., 2002. – Режим доступа: http://lib100.com/book/philosophy/sotcialnaya_filosofiya/html/
- [15] Барсуков В. В природе все спокойно/ В. Барсуков // Техника – молодежи. – 1997. – № 10. – С. 12–13.
- [16] Гнатюк В.С. Историко-онтологические и теоретико-методологические основы философского анализа концепта «устойчивое развитие социума» // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2010. – № 5. – С. 9–14.
- [17] Гали Б.Б. Повестка дня для развития и другие документы ООН по этой теме. – Нью-Йорк, 1995. – 65 с.
- [18] Субетто А.И. Капиталистическая эсхатология (причины возможного экологического самоуничтожения строя капиталоκραтия): научно-философские очерки («стриптих») / А.И. Субетто. – СПб.: Астерион., 2016. – 47 с.
- [19] Баландин Р. Три сценария грядущего или цивилизация на росстанях / Р. Баландин // Техники – молодежи. – 1997. – № 1. – С. 2–4

THE CRITERIA OF SOCIAL PROGRESS IN THE CONTEXT OF GLOBAL PROBLEMS

A.V. Tikhovodova

Key words: social progress, the criteria of social progress, manufacturing method, production forces, productive forces, humanization of society, human being, environmental crisis

The article considers the changing of conceptions of social progress in the evolution of socio-philosophical thought. Religious, socialistic, and liberal social model is analyzed as a criterion of social progress. The manufacturing method as a dialectic unity of productive forces and productive relations is characterized in the quality of progress criterion, presented in dialectical materialistic philosophy. The need for formulating general-philosophy criterion of social progress is grounded in terms of environmental crisis which involves human beings as well. The directions of evolution of the human civilization are considered.

Статья поступила в редакцию 23.06.2016 г.

ВЕСТНИК
Волжской государственной академии
водного транспорта

Выпуск 50
2017

Формат бумаги 70x180 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 18,87. Уч.-изд. л. 26,43.
Заказ 045. Тираж 500.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса ВГУВТ
603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5