

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 49

Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Н. Новгород, 2016

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.
Коротких Ю.Г.	д.ф.-м.н., проф.	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.	Этин В.Л.	д.т.н., проф.

Редакционный совет журнала:

Алексеев В.Я. – Генеральный директор ОАО «Порт Коломна»
Бессмертный Д.Э. – Руководитель ФБУ «Администрация волжского бассейна», к.т.н.
Езов П.В. – Генеральный директор ООО «Си Тех»
Ефремов Н.А. – Первый заместитель генерального директора ГУ RPP, 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 экологии и природных ресурсов Нижегородской области
Платонов С.В. – Генеральный директор ОАО «ЦКБ по СПК» им. Р.Е. Алексеева, к.т.н.
Сазонов И.Г. – Первый заместитель Министра промышленности Нижегородской области
Стопоницкий К.С. – и.о. Заместителя директора Департамента государственной политики в области морского и речного транспорта Минтранса России
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.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I

Водные пути, порты и гидротехнические сооружения

Сазонов А.А., Матюгин М.А.

Характер русловых деформаций в нижнем бьефе Воткинской ГЭС и их влияние на условия судоходства..... 15

Раздел II

Информатика, системы управления, телекоммуникации и радиолокация

Афраймович Л.Г.

Нижняя оценка для трехиндексной аксиальной задачи о назначениях с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей 25

Белых В.Н., Киняпина М.С., Шестерикова Н.В.

Дикий аттрактор с гомоклинической восьмеркой седло-фокуса в четырехмерной системе 30

Белых В.Н., Мордвинкина И.А.

Сложные инвариантные множества многомерных отображений 34

Лебедева Л.В.

Нелинейная динамика системы ФАПЧ с ключом и фиксирующим элементом 38

Лосев В.В.

Начальная выставка и оценка дрейфов гироскопов системы ориентации интегрированной системы резервных приборов 45

Суркова А.С., Скорынин С.С.

Моделирование текстов на основе энтропийных характеристик в задачах классификации 54

Рудницкий А.В., Рудницкий В.И., Федосенко Ю.С.

Стохастические модели оценки эксплуатационной готовности в системе управления технической эксплуатацией группы судов..... 61

Фомичёв М.И.

Особый случай классического метода ветвей и границ для задачи коммивояжёра 68

Раздел III

Надежность и ресурс в транспортном машиностроении

Яблоков А.С., Волков А.И., Шишулин Д.Н.

Обоснование работоспособности металлоконструкции плавучих кранов по их фактической эксплуатационной нагруженности 81

Раздел IV

Судостроение, судоремонт и экологическая безопасность судна

Бышева Н.В., Наумов В.С.

Оценка загрязнения береговой линии внутренних водных путей при разливах нефти 97

Гирин С.Н., Плющев В.И., Штейн Е.Р.

Автоматизированное волноизмерительное устройство для внутренних водных путей 106

Грамузов Е.М., Февральских А.В.

Аэродинамический профиль несущего крыла для скоростных экранных судов с кормовым расположением центра масс 117

Кушнер Г.А., Мамонтов В.А., Халявкин А.А., Шахов В.В.

Методика расчета поперечных колебаний гребного вала с учетом вращения 122

Михеева Т.А.

Сравнительная характеристика программных продуктов в области управления проектами и проблемы их применения на отечественных судостроительных верфях 130

Паутова О.А.

Оценка производственных рисков как эффективный инструмент управления качеством на этапах жизненного цикла продукции судостроительного производства 141

Раздел V

Финансовые и учетно-аналитические проблемы современной экономики

Воробьев А.В., Пумбрасова Н.В., Смирнова О.А.

Обоснование целей общей и финансовой стратегии развития городского пассажирского электротранспорта 149

Крайнова В.В., Гречко Н.М.

Анализ и обоснование тарифов ФГБУ «Канал имени Москвы» на услуги водоснабжения в 2017–2023 гг. 158

Кудрявцева И.Ю.

Регулирование внутреннего контроля на предприятиях водного транспорта 165

Пахомова Е.А., Чернева Р.И.

Необходимые приоритеты социальной политики в настоящем и будущем 169

Самойлова И.П.

Эффективные инструменты финансового контроллинга в условиях экономического спада 176

Раздел VI

Экономика, логистика и управление на транспорте

Вакуленко Р.Я., Костров В.Н., Никитин А.А., Коршунов Д.А. Анализ стратегий информатизации транспортного комплекса инновационного региона	183
Курбанов А.Х., Колобов Е.О. Перспективы использования контейнерных перевозок для целей транспортного обслуживания вооруженных сил Российской Федерации	188
Корьев В.Ю. Модель выбора назначений судам при оперативном регулировании работы танкерного флота	194
Курбанов Т.Х. Факторный анализ эволюции логистики с учетом специфики её применения в военной сфере (на примере развития складской инфраструктуры)	200
Платов Ю.И., Никулина М.В. Один из вариантов оценки эффективности новых судов дноуглубительного флота.....	210
Уртминцев Ю.Н., Гусев Д.Е., Горохова В.В. Газификация малого пассажирского флота как первый этап внедрения газомоторных технологий на водном транспорте	215
Шабров В.Н., Альпидовский А.Д. Экономико-математическая модель оптимизации доставки партии автомобилей «от двери до двери»	220

Раздел VII

Эксплуатация водного транспорта, судовождение и безопасность судоходства

Гусева Ю.В., Платов А.Ю. Методы сбора дислокации для информационной системы управления работой флота.....	231
Тихонов В.И., Бажанкин Ю.В. Уточненная методика определения гидродинамических усилий и моментов на корпусе и ДРК маневрирующего судна.....	237
Токарев П.Н. Расчет скоростных и инерционных характеристик судна на мелководье и в канале.....	242

Раздел VIII

Эксплуатация судового энергетического оборудования

Самулеев В.И., Мухин Ю.П., Калачёв В.К. Технико-экономический анализ вариантов схем электродвижения при модернизации парома проекта 1809 (тип «Сахалин»)	251
--	-----

Соловьев А.В.

Управление утилизаторами выпускных газов судовых дизелей на основе матричной математической модели..... 259

Раздел IX

Актуальные проблемы права и государства

Гусева О.Ю.

«Коллективистическая» теория избирательного права в трудах западных и отечественных правоведов второй половины XIX – нач. XX вв. 269

Кравец И.П., Костина Я.И.

Участие адвоката в оказании правовой помощи несовершеннолетним в уголовном процессе 271

Соколов С.А.

Криминологическое обоснование и криминологическое обеспечение борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) в вооружённых силах и других войсках Российской Федерации 279

Сосенков Ф.С.

Отечественная либеральная политико-правовая мысль о государственном единстве и противодействии сепаратизму..... 289

Раздел X

Философские, социально-педагогические и филологические науки

Баранова Е.В.

Самостоятельная работа по дисциплине «иностранный язык» для студентов неязыковых вузов 303

Коваль О.И.

Активизация процесса обучения иноязычному общению студентов неязыкового вуза посредством современных технологий преподавания иностранного языка..... 306

Соловьева О.Б.

Принципы обучения профессионально ориентированному общению на английском языке студентов морских инженерных специальностей 309

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

BULLETIN
of the Volga State Academy
of Water Transport

Issue 49

VSUWT publishing house
N. Novgorod, 2016

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.), Professor	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.), Professor	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.), Professor
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
Korotkih Y.G.	D.Sc.(Phys.&Math.), 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.), Professor	Matveev Y.I.	D.Sc.(Tech.), Professor
Migunova T.L.	D.Sc.(Jur.), Professor	Myasnikov E.N.	D.Sc.(Phys.&Math.), Professor
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	Etin V.L.	D.Sc.(Tech.), Professor

The Editorial Council of the journal

Alekseev V.J. – General Director of JSC «Port Kolomna»
 Bessmertnui D.E. – The head of the FBI «The administration of the Volga basin», Ph.D.
 Ezov P.V. – General Director of «Sea Tech»
 Efremov, NA – First Deputy General Director of the State PPP, Ph.D.
 Zakharov V. N. – Advisor to Rector of Volga State University of Water Transport, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the R.F., Honored Worker of Transport of Russia
 Mareev EA – Deputy Director of the IAP RAS on scientific work, Dr., Professor, Corresponding Member. RAS
 Mochalina N.N. – First Deputy Minister of Environment and Natural Resources, the Nizhny Novgorod Region
 Platonov S.V. – General Director of JSC «CDB SEC on» them. RD Alekseev, Ph.D.
 Sazonov I.G. – First Deputy Minister of Industry of Nizhny Novgorod Region
 Stolpovitsky KS – Acting Deputy Director of departments of the state policy in the field of Maritime and River Transport Russia
 Theodore de Jonge – General Director of «Numeriek Centrum Groningen BV», The Netherlands
 Frank Wende – Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg, Germany, PhD.
 Shatalov V.V. – General Director of CB «Vympel», Professor

CONTENTS

Section I

Waterways, ports and hydraulic engineering constructions

Sazonov A.A., Matyugin M.A.

The nature of river bed deformations in the lower pool of Votkinsk Hydroelectric Power Station and their influence on navigation conditions 15

Section II

Informatics, management systems, telecommunications and radiolocation

Afraimovich L.G.

The lower bound for 3-index axial assignment problem with 1,2-decomposable cost matrix 25

Belykh V.N., Kinyapina M.S., Shesterikova N.V.

The wild attractor with figure – eight homoclinic structure of a saddle-focus in 4d system..... 30

Belykh V.N., Mordvinkina I.A.

Complex invariant sets of multidimensional displays 34

Lebedeva L.V.

Nonlinear dynamics of the system Phase-Locked Loop with key and fixing elements 38

Losev V.V.

An initial alignment and estimation of gyro drifts in the guidance system of the integrated standby instrument system 45

Surkova A.S., Skorynin S.S.

Text classification based on the entropic characteristics modeling 54

Rudnitsky V.A., Rudnitsky V.I., Fedosenko Yu.S.

Stochastic models for the operational readiness evaluating of the control system of group of ships technical operation..... 61

Fomichev M.I.

One special case of the branch and bound algorithm for the travelling salesman problem 68

Section III

Reliability and resource in transport engineering

Yablokov A.S., Volkov A.I., Shishulin D.N.

Justification performance of metal floating cranes depending on to their actual service loading 81

Section IV

Shipbuilding, ship repair, and ecological safety of the ship

Byvsheva N.V., Naumov V.S.	
Assessment of pollution of coastal line of Inland waterways after the oil spills	97
Girin S.N., Pluschaev V.I., Shtein E.R.	
Automated wave measuring device for Inland waterways	106
Gramuzov E.M., Fevral'skih A.V.	
Aerodynamical profile of airfoil for high-speed ground effect vehicles with the stern center of gravity	117
Kushner G.A., Mamontov V.A., Khaliavkin A.A., Shakhov V.V.	
Method of calculation of transverse vibrations of the propeller shaft accounting rotation	122
Mikheeva T.A.	
Comparative characteristics of software products in the field of project management and problems of their application in domestic shipyards	130
Pautova O.A.	
Assessment of production risks as an effective instrument of quality control at the stages of the product life cycle in shipbuilding industry	141

Section V

Financial and accounting-analytical problems of the modern economy

Vorobyev A.V., Pumbrasova N.V., Smirnova O.A.	
Rationale for the purposes of the general and financial development strategy of urban passenger electric transport	149
Kraynova V.V., Grechko N.M.	
The analysis and justification of tariffs of FSBI «Moscow Canal» water supply services in 2017–2023	158
Kudryavtseva I.Y.	
The regulation of inner control at the enterprises of water transport	165
Pakhomova E.A., Cherneva R.I.	
Necessary priorities of social policy at present and in the future	169
Samoilova I.P.	
Effective instruments of financial controlling under the conditions of economic recession	176

Section VI

Economics, logistics and transport management

Vakulenko R.J., Kostrov V.N., Nikitin A.A., Korshunov D.A.	
The analysis of the transport complex informatization strategies in the innovative region	183

Kurbanov A.K., Kolobov E.O.

Prospects of contrailer transport implementation for the transpost service of the Russian Federation armed forces 188

Koryev V.J.

The model of ship's destinations selection under operative regulation for tanker fleet..... 194

Kurbanov T. Kh.

Factor analysis of logistics evolution with consideration of its application specificity in the military sphere (on the example of the warehouse infrastructure development)..... 200

Platov Y.I., Nikulina M.V.

One of the assession options of new vessels effectiveness in dredging fleet 210

Urtmintsev Y.N., Gusev D.E., Gorokhova V.V.

Gasification of small passenger fleet as the first stage of the gas technologies application on the water transport 215

Shabrov V.N., Alpidovskiy A.D.

Economic – mathematical model of the consignment of cars delivery optimization «from door to door» 220

Section VII

Operation of water transport, navigation and safety of navigation

Guseva J.V., Platov A.J.

Methods of collecting dislocation for information system in fleet operation management..... 231

Tikhonov V.I., Bazhankin Y.V.

Improved method for determination of hydrodynamic forces affecting the hull, propulsion and steering system of manoeuvring ship..... 237

Tokarev P.N.

The calculation of the speed and inertial characteristics of the vessel at shallow water and in channel..... 242

Section VIII

Operation of ship power equipment

Samuleev V.E., Mukhin J.P., Kalatscheov V.K.

Technical and economic analysis of electric propulsion schemes variations in the modernization of the ferry project 1809 (type «Sakhalin») 251

Soloviev A.V.

Managing marine diesel engines exhaust gases waste heat based on the mathematical model matrix..... 259

Section IX

Actual problems of law and state

Guseva O.Y.

A Collectivist theory of suffrage in the works of western and native jurists of the second half of the XIXth and the beginning of the XXth centuries..... 269

Kravets I.P., Kostina Y.I.

Participation of a lawyer to provide legal assistants to in criminal procedures..... 271

Sokolov S.A.

Criminological justification and criminological providing of crime-fighting (military crime) in the armed forces and other troops of the Russian Federation..... 279

Sosenkov F.S.

Domestic liberal political-legal idea of state unity and opposing separatism..... 289

Section X

Philosophical, socio-pedagogical and philological sciences

Baranova E.V.

The individual work on the subject «foreign language» for non-linguistic university students..... 303

Koval O.I.

Activation of foreign language communication teaching non-linguistic students via modern technologies..... 306

Soloveva O.B.

Teaching principles for english language professional communication training of future naval engineers..... 309

Раздел I

**Водные пути, порты
и гидротехнические сооружения**



Section I

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



УДК 656.62

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

ХАРАКТЕР РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ВОТКИНСКОЙ ГЭС И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСЛОВИЯ СУДОХОДСТВА

Ключевые слова: водные пути, русловые процессы, улучшение судоходных условий.

Авторами рассматривались многолетние деформации на участке нижнего бьефа Воткинской ГЭС, на основе анализа которого предложены мероприятия по улучшению судоходных условий на данном речном участке.

После ввода Воткинской ГЭС в эксплуатацию на участке нижнего бьефа гидроузла от Чайковского шлюза до Камбарки наблюдались активные русловые процессы, что свойственно для всех нижних бьефов, находящихся в неподпорном состоянии [1]. Особенно активно такие процессы протекают в первые 10–15 лет эксплуатации гидроузла. Затем эти процессы начинают постепенно снижаться и примерно через 25–30 лет стабилизируются. Это объясняется тем, что за этот период переформирования русла, в основном, заканчивается. Однако наращивание гребней перекатов продолжается, что связано с переменными колебаниями уровней воды и в первую очередь с суточными и недельными.

Многолетние деформации речного русла состоят в изменении конфигурации береговой линии, переформированиях рельефа русла реки – побочной, кос, осередков, смещении перекатов и изменении их формы и другое, которые происходят под действием движения речного потока, изменения скорости и направления его движения.

Деформации русла реки Кама на участке от Чайковского шлюза до Камбарки (98 км) определялись путем сопоставления планов русловых съемок за период с 1977 по 2015 гг., представленных «Администрацией «Камводпуть».

При этом необходимо отметить, что в первый период эксплуатации Воткинского гидроузла с 1965 до начала 90-х годов на всем протяжении участка нижнего бьефа гидроузла до Камбарки протекали активные русловые процессы, характерные для нижних бьефов, что требовало постоянного производства дноуглубительных работ (рис. 1). В начале 90-х годов эти процессы замедляются с уменьшением объема дноуглубления.

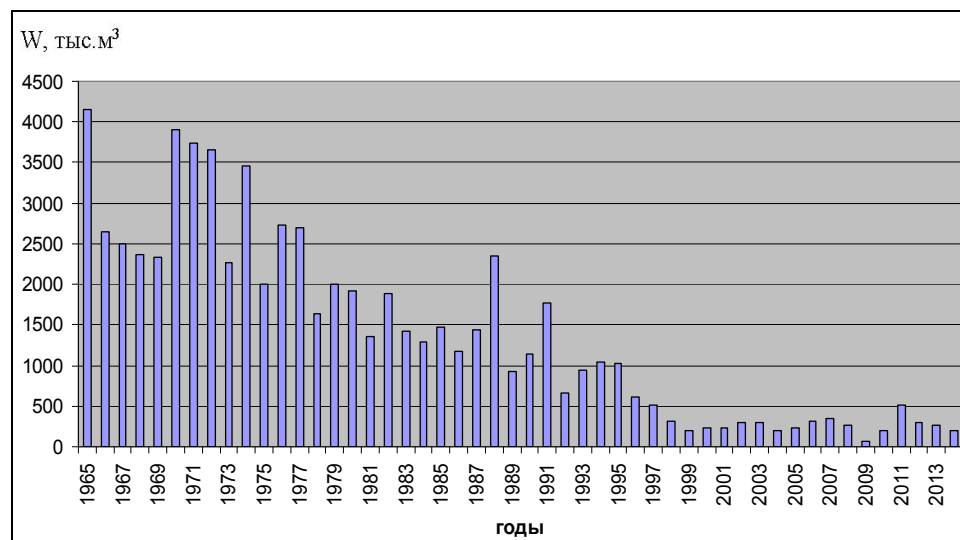


Рис. 1. Диаграмма объема дноуглубительных работ на участке Чайковский шлюз – Камбарка

В то же время можно отметить, что русло реки Камы отличается высокой степенью устойчивости. Поэтому береговая линия меженного русла на участках с крутыми склонами, сложенных из твердых пород, практически не изменилась. Однако в целом площадь русла по нулевой изобате увеличивалась, что подтверждают следующие данные. За период с 2007 по 2011 гг. на участке с 1912 по 1893 км общая площадь русла по нулевой изобате увеличилась на 3,8%. При этом объем меженного русла несколько уменьшился, что говорит о преобладании аккумуляции наносов над размывом на отдельных его участках. Можно также отметить, что на рассматриваемом участке сохраняется общая тенденция русловых процессов при незначительном преобладании аккумуляции наносов над размывом. Обращает на себя внимание и то, что зона аккумуляции наносов постепенно смещается вниз по течению. Поэтому на перекатах Сокольский, Банный, Сивинский, Гольяновский и Макаровский в последний годы проектные судоходные глубины выдерживаются без проведения дноуглубительных работ (рис. 2, 3).

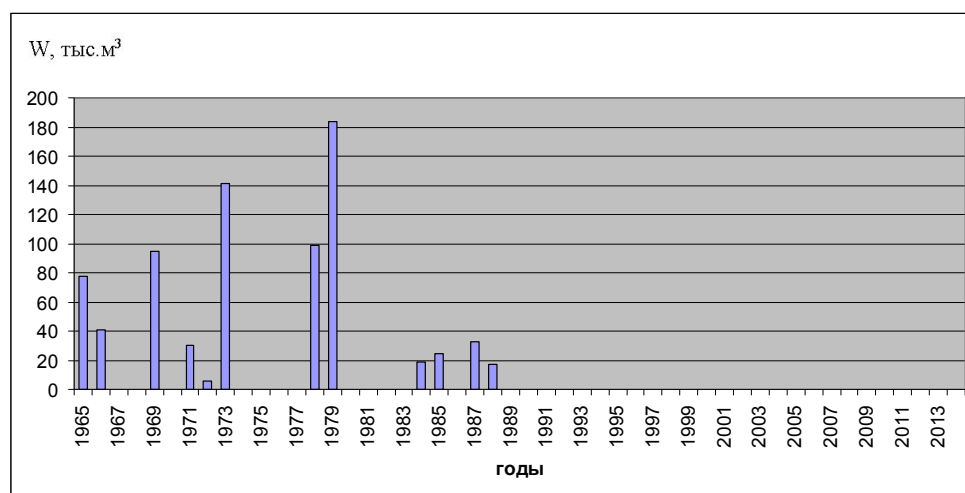


Рис. 2. Диаграмма объема дноуглубительных работ на перекате Банный

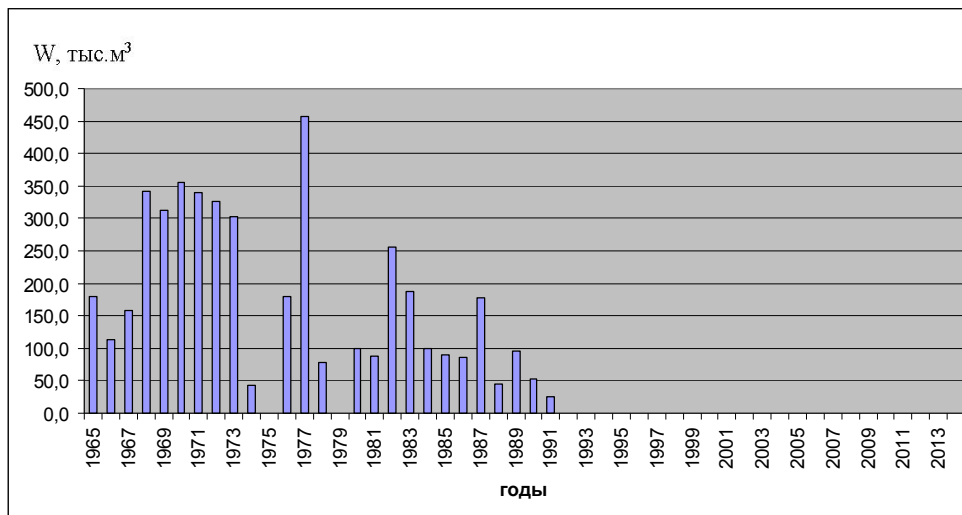


Рис. 3. Диаграмма объема дноуглубительных работ на перекате Макаровский

Изменение режима и величины стока наносов, формирующих русло, приводит к направленным деформациям русла – врезанию дна. Первоначально врезание развивается вблизи плотины, а затем распространяется вниз по течению. Характер наносов, формирующих дно и берега русла, влияют на распространение врезания. В ситуации, когда дно на большую глубину сложено подвижным материалом, врезание развивается до формирования так называемого стабильного уклона, при котором оно прекращается. Такой уклон стабильного русла составляет 0,000018 для среднего диаметра наносов 1,2 мм. Бытовой уклон на исследуемом участке Камы составлял 0,00005 – 0,00006. В настоящее время на 20-километровом участке ниже плотины уклон при проектном уровне меньше или равен уклону стабильного русла. Это может быть признаком того, что врезание здесь достигло предельной глубины. Величина врезания дна у плотины к настоящему времени составляет в среднем около 1,0 м. Полная длина распространения врезания к настоящему времени составляет около 60 км.

На первом этапе вблизи плотины по мере врезания формировался уклон стабильного русла, а врезание распространилось на 15–20 км, что заняло около 25–30 лет. На втором этапе врезание развивалось далее вниз по течению и через 10 лет (к 2000 году) достигла Сининского острова, находящегося в 30 км от плотины, где величина врезания составляет в среднем 0,4–0,6 м.

В то же время представляет интерес рассмотрения того, как протекают русловые процессы на отдельных наиболее деформируемых перекатах, которые проводились по совмещенным планам русловых съемок, представленных Нижне-Камским РВПиС.

Для проведения анализа русловых деформаций принимались перекаты, имеющие наибольшие затруднения для судоходства и наибольший объем дноуглубительных работ. К числу таких перекатов относятся следующие: Паздеринский, Нижнедокшанский, Верхненечкинский, Средненечкинский, Нижненечкинский, Пещерский, Сарапульский и Ершовский (рис. 4).

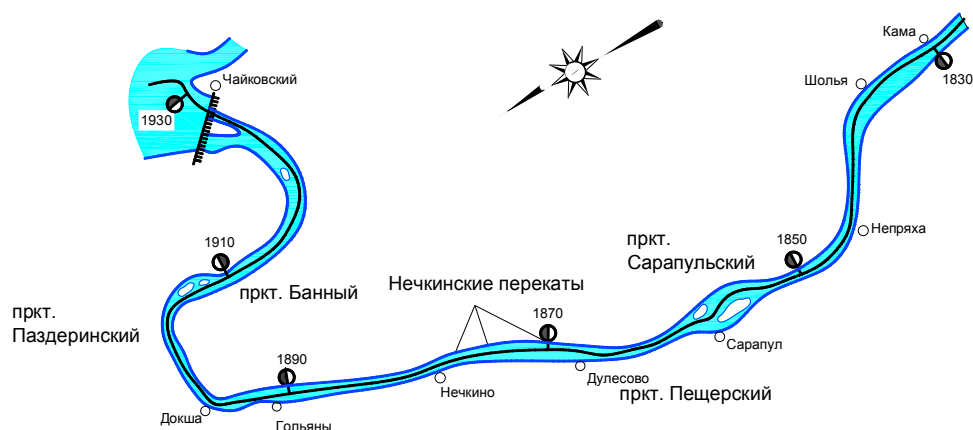


Рис. 4. Схема расположения перекатов, имеющих наибольшие затруднения для судоходства и наибольший объем дноуглубительных работ

По площади деформации русла на исследуемых участках распределены весьма неравномерно. Рассмотрим вначале русловые деформации на Сивинско-Паздеринском перекатном участке в период с 1977 по 2015 гг. (рисунок 5). В период с 1977 по 1996 гг. процесс аккумуляции и размыва находились примерно в равных долях, однако в последующий период до 2015 года процесс аккумуляции стал превышать размыв. Причем зона размыва сместилась в район полюса поворота Паздеринской излучины.

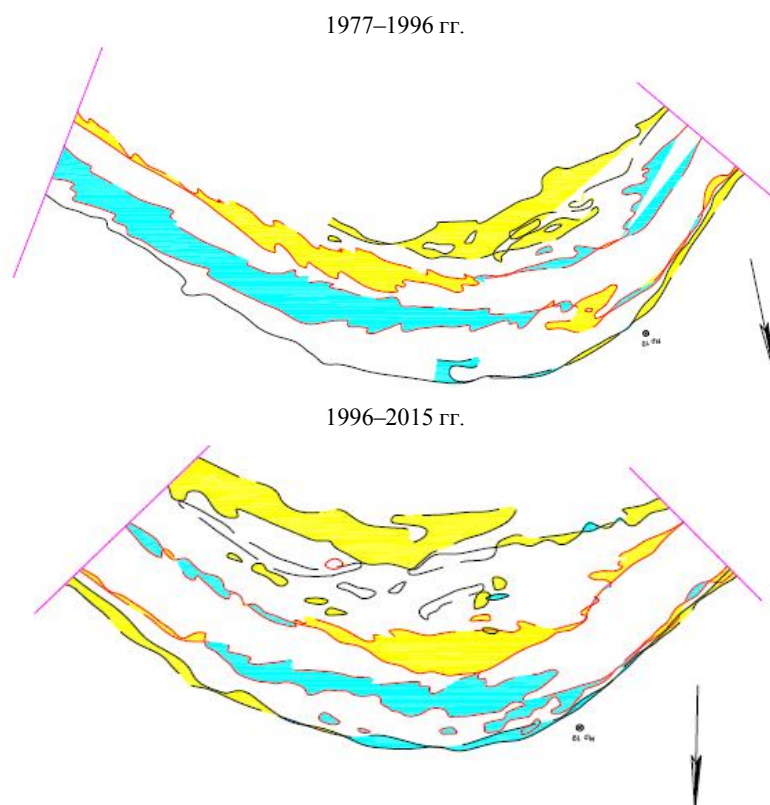


Рис. 5. Совмещенные планы Паздеринского переката

Особый интерес представляет перекаточный участок с 1879 по 1868,5 км, на котором расположены друг за другом три переката – Верхненечкинский, Средненечкинский и Нижненечкинский (рис. 6). Причем Средненечкинский перекат расположен в расширенной части русла между обширными побочными правого и левого берегов. Это потребовало строительства целого комплекса выправительных сооружений для создания размывающей скорости. Кроме того, в районе двух из рассматриваемых перекатов располагается крупный правобережный остров Пещерский, вокруг которого имеются обширные отмели, а за островом вдоль правого берега имеется протока, в которую действуют затажные течения.

По совмещенным планам русловых съемок этого участка можно отметить следующее. В период с 1977 по 2010 гг. на Верхне- и Средненечкинских перекатах преобладающим является процесс аккумуляции наносов, особенно на Средненечкинском перекате и в первую очередь вдоль правого берега. К 2015 году этот процесс замедлился, что привело к значительному снижению дноуглубительных работ на этом перекате.

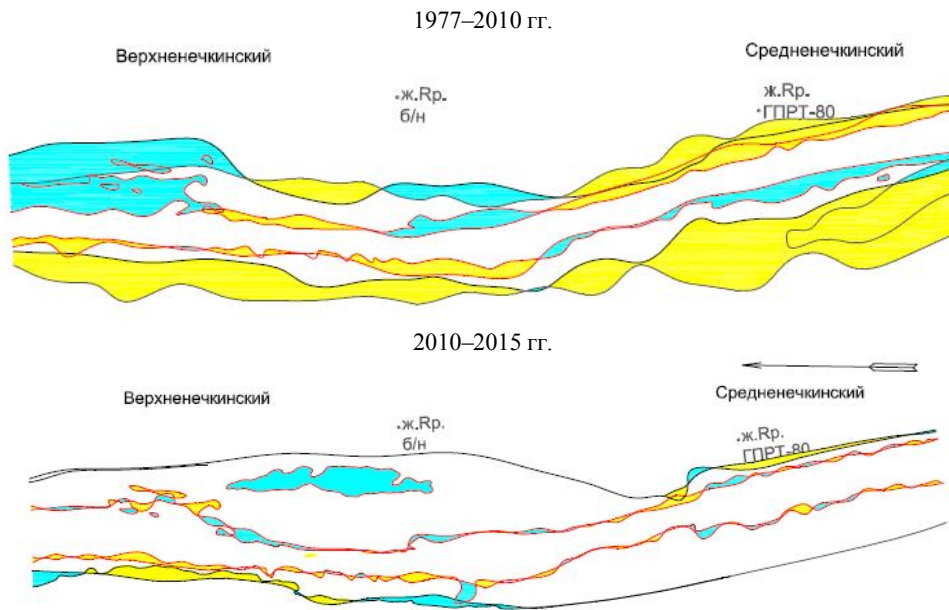


Рис. 6. Совмещенные планы Верхненечкинского и Средненечкинского перекатов

На Нижненечкинском перекате (1872–1870 км) наблюдаются разнонаправленные деформации (рис. 7). В период с 1977 по 1996 гг. зона размыва преобладает над аккумуляцией наносов, а в период с 1996 по 2015 гг. ситуация изменилась. Вдоль левого берега преобладает аккумуляция наносов, а правобережный побочень на всем протяжении участка с 1873 по 1870 км размывается.

На Пещерском перекаточном участке (1871,5–1863 км) за период с 1977 по 1996 гг. наблюдались следующие деформации. На участке с 1871 по 1870 км преобладала аккумуляция наносов вдоль левого берега, а вдоль правого в большей части размыв (см. рис. 7). Ниже по течению вдоль правого берега на участке с 1869 по 1896 км происходит аккумуляция наносов и увеличение в размерах правобережного побочня.

Наиболее деформируемым является Сарапульский перекаточный участок (1860–1856 км), на котором за весь период эксплуатации наблюдается большой объем дноуглубительных работ с некоторым уменьшением к настоящему времени (рис. 8). Верхняя плесовая ложина данного переката имеет достаточно большую глубину, пра-

вый берег крутой, обрывистый, практически не деформируемый. Сам перекат расположен между двумя островами: правобережным крупным островом Зеленый и небольшим левобережным Пляж. За обоими островами имеются протоки (рис. 9).

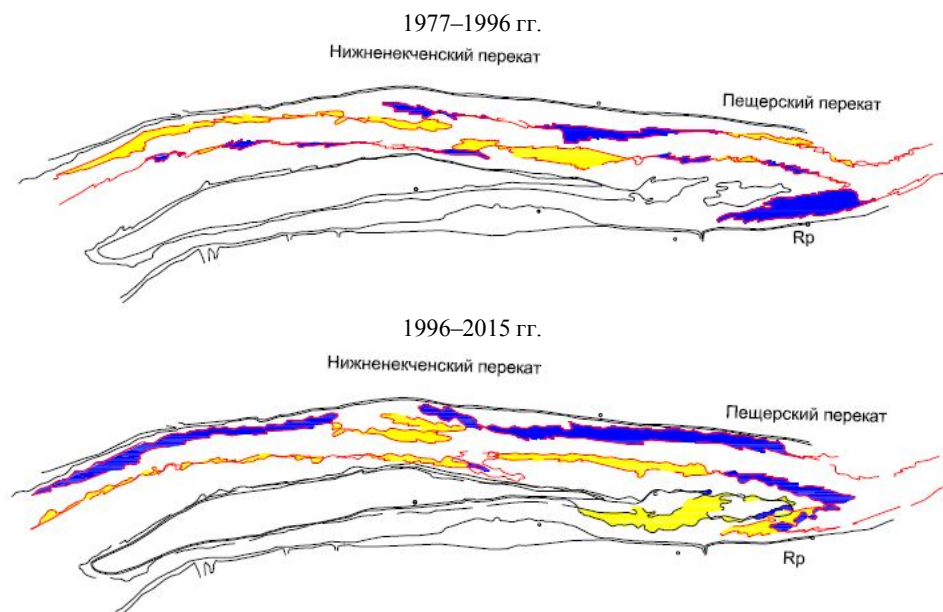


Рис. 7. Совмещенные планы Нижненекчинского и Пещерского перекатов

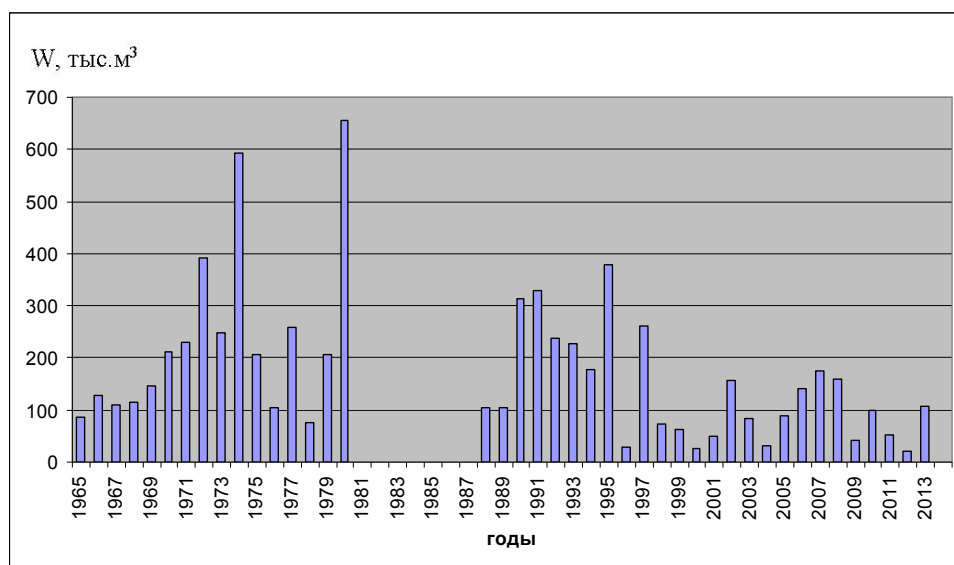


Рис. 8. Диаграмма объема дноуглубительных работ на перекате Сарапульский

Таким образом, проведенный анализ деформаций на участке нижнего бьефа Воткинского гидроузла от Чайковского шлюза до Камбарки показал, что в целом русловые деформации постепенно уменьшаются со смещением деформируемого участка вниз по течению. Кроме того, выявлено, что ряд перекатов до сих пор представляют

затруднения для судоходства и требуют проведения соответствующих мероприятий для поддержания нормируемых габаритов судового хода.

Одним из основных мероприятий по улучшению судоходных условий является строительство выправительных сооружений [2] на наиболее затруднительных перекатах, позволяющих осуществлять транспорт наносов вниз по течению в плесовые лощины.

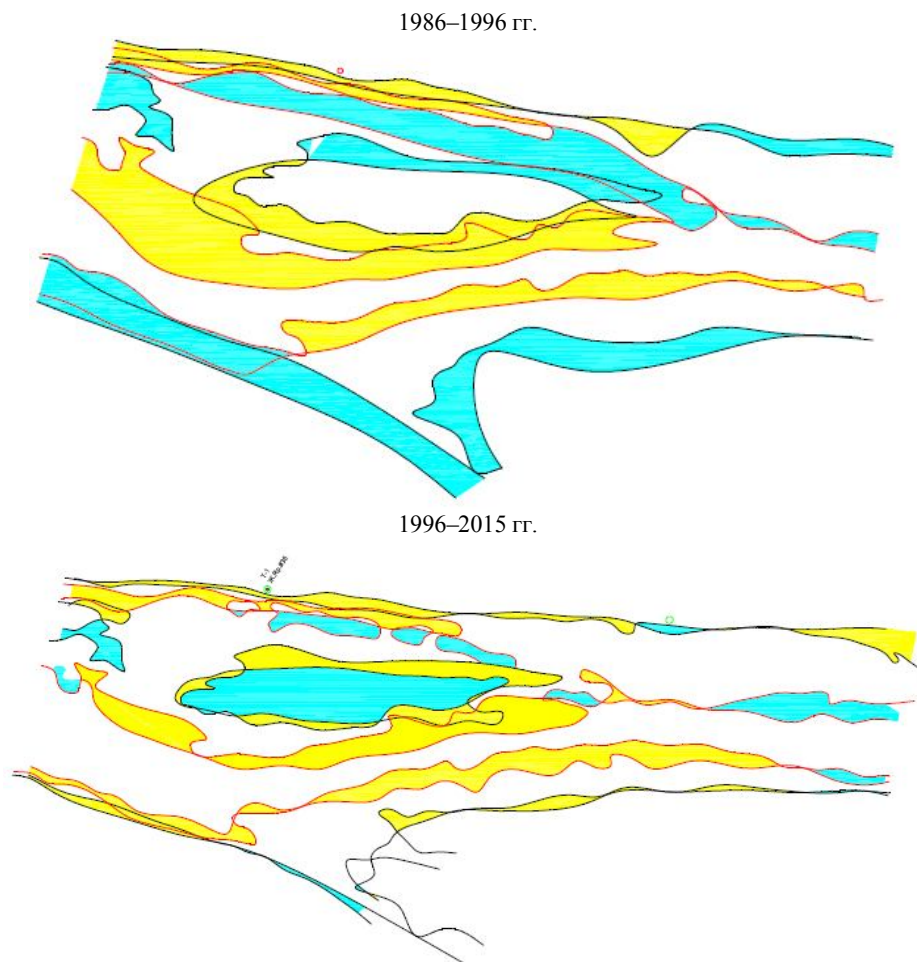


Рис. 9. Совмещенные планы Сарапульского переката (1860–1856 км)

Одним из основных мероприятий по улучшению судоходных условий является строительство выправительных сооружений [2] на наиболее затруднительных перекатах, позволяющих осуществлять транспорт наносов вниз по течению в плесовые лощины.

Проведённые нами исследования с помощью математического моделирования, показали, что наиболее эффективным типом выправительных сооружений являются струенаправляющие дамбы Г-образной формы, расположенные под углом к потоку воды 50–70° в зависимости от конкретной характеристики переката, что позволит стабилизировать русловые процессы на перекатном участке.

Список литературы:

[1] Сазонов А.А. Особенности гидрологического и руслового режимов на приплотинном участ-

ке нижнего бьефа Нижнекамской ГЭС // Вестник ВГАВТ. Вып. 37. – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2013.

[2] Сазонов А.А., Дмитриева К.О. Результаты исследования выбора эффективного варианта конфигурации полузапруды // Вестник ВГАВТ. Вып. 44. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО ВГАВТ, 2015.

**THE NATURE OF RIVER BED DEFORMATIONS
IN THE LOWER POOL OF VOTKINSK HYDROELECTRIC
POWER STATION AND THEIR INFLUENCE
ON NAVIGATION CONDITIONS**

A.A. Sazonov, M.A. Matyugin

Keywords: waterways, river bed processes, improvement of navigation conditions

Long-term deformations on a part of lower pool of Votkinsk hydroelectric power station have been examined and on the basis of this study actions for improvement of navigation conditions on this part of the river have been offered by the authors.

Статья поступила в редакцию 05.07.2016 г.

Раздел II

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



Section II

Informatics, management systems, telecommunications and radiolocation

УДК 519.8

Л.Г. Афраймович, д.ф.-м.н., доцент, профессор
ФГАОУ ВО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского»
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

НИЖНЯЯ ОЦЕНКА ДЛЯ ТРЕХИНДЕКСНОЙ АКСИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ С 1,2-ДЕКОМПОЗИЦИОННОЙ МАТРИЦЕЙ СТОИМОСТЕЙ¹

Ключевые слова: многоиндексные задачи, линейная релаксация, нижняя оценка.

Рассматривается трехиндексная задача о назначениях, возникающая в области планирования, распределения ресурсов, логистики и др. Обсуждаются вопросы построения нижней оценки задачи, основанной на линейной релаксации. В ходе вычислительного эксперимента была найдена экстремальная нижняя оценка для трехиндексной аксиальной задачи о назначениях с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей в случае, когда количество значений индексов не превосходит 3. Выдвигается гипотеза об экстремальности данной оценки для всего класса задач с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей.

Известен широкий класс прикладных задач формализуемых как многоиндексные аксиальные задачи о назначениях. Подобного рода задачи возникают в области планирования, распределения ресурсов, логистики [1–3]. Класс многоиндексных аксиальных задач о назначениях является известным подклассом задач дискретной оптимизации и оказывается NP -трудным уже в трехиндексном случае [4]. Более того, для задач данного класса отсутствуют полиномиальные ε -приближенные алгоритмы, иначе $P=NP$, что также справедливо уже в трехиндексном случае [5]. При исследовании подобного рода задач актуальным является разработка эффективных алгоритмов построения нижней оценки, которая используется в частности при решении задачи методом ветвей и границ [6]. Одним из классических подходов к построению таких оценок является линейная релаксация задачи – замена условия целочисленности переменных линейными ограничениями.

В работе исследуются вопросы экстремальности нижней оценки, основанной на линейной релаксации, для трехиндексной аксиальной задачи о назначениях со специальной декомпозиционной структурой. Отклонение экстремальных нижних оценок от оптимума может быть использовано в частности при расширении стратегии отсечения в методе ветвей и границ.

Рассмотрим постановку аксиальной трехиндексной задачи о назначениях. Пусть n – количество значений индексов, C_{ijk} – заданная трехиндексная матрица стоимостей, x_{ijk} – трехиндексная матрица неизвестных. Тогда аксиальная трехиндексная задача о назначениях ставится как следующая задача целочисленного линейного программирования:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_{ijk} = 1, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

¹ Статья подготовлена при поддержке Российского Научного Фонда, проект № 15-11-30022 «Глобальная оптимизация, суперкомпьютерные вычисления и приложения».

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n x_{ijk} = 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ijk} = 1, \quad k = \overline{1, n}, \quad (3)$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\}, \quad i, j, k = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n c_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Будем говорить, что матрица стоимостей c_{ijk} является декомпозиционной, если она представима в следующем виде:

$$c_{ijk} = d_{ij}^{(1)} + d_{ik}^{(2)} + d_{jk}^{(3)}, \quad i, j, k = \overline{1, n}, \quad (6)$$

где $d_{ij}^{(1)}, d_{ik}^{(2)}, d_{jk}^{(3)}$ – заданные двухиндексные матрицы. Также будем говорить, что декомпозиционная матрица стоимостей удовлетворяет неравенству треугольника, если выполняются следующие условия:

$$d_{ij}^{(1)} \leq d_{ik}^{(2)} + d_{jk}^{(3)}, \quad d_{ik}^{(2)} \leq d_{ij}^{(1)} + d_{jk}^{(3)}, \quad d_{jk}^{(3)} \leq d_{ij}^{(1)} + d_{ik}^{(2)}, \quad i, j, k = \overline{1, n}. \quad (7)$$

В [5] было показано, что трехиндексная аксиальная задача о назначениях с декомпозиционной матрицей стоимостей является NP-трудной и для задачи отсутствуют полиномиальные ε -приближенные алгоритмы, иначе $P=NP$. Также в [5] было показано, что трехиндексная аксиальная задача о назначениях с матрицей стоимостей, удовлетворяющей неравенству треугольника, является NP-трудной и предложен полиномиальный 4/3-приближенный алгоритм.

Рассмотрим частный случай декомпозиционной матрицы стоимостей, удовлетворяющей неравенству треугольника, когда коэффициенты матриц $d_{ij}^{(1)}, d_{ik}^{(2)}, d_{jk}^{(3)}$ принимают одно из двух возможных значений:

$$d_{ij}^{(1)}, d_{ik}^{(2)}, d_{jk}^{(3)} \in \{1, 2\}, \quad i, j, k = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Трехиндексную задачу о назначениях (1)–(5) с матрицей стоимостей, удовлетворяющей условиям (6), (8) будем называть трехиндексной аксиальной задачей о назначениях с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей. Из доказательства теоремы 1 работы [5] автоматически вытекает следующее утверждение:

Утверждение 1. Трехиндексная аксиальная задача о назначениях с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей является NP-трудной.

Линейной релаксацией задачи (1)–(5) является задача (1)–(3), (9), (5).

$$0 \leq x_{ijk} \leq 1, \quad i, j, k = \overline{1, n}, \quad (9)$$

Пусть z – индивидуальная задача (1)–(5), z_{LR} – линейная релаксация задачи z , тогда через $OPT(z)$ и $OPT(z_{LR})$ обозначим оптимальное значение критерия задачи z и z_{LR} соответственно. Очевидно, что $OPT(z_{LR})$ является нижней оценкой задачи z :

$$OPT(z_{LR}) \leq OPT(z). \quad (10)$$

Актуальной является проблема исследования возможного отклонения нижней оценки от оптимума задачи, т.е. проблема поиска параметра Δ :

$$\Delta = OPT(z_{LR}) / OPT(z).$$

С учетом (10) справедливо $\Delta \leq 1$. Далее пусть Z – подкласс (индивидуальных) задач (1)–(5). Для заданного подкласса Z нас будет интересовать проблема поиска экстремального отклонения нижней оценки, заключающаяся в поиске параметра $\Delta^*(Z)$:

$$\Delta^*(Z) = \min_{z \in Z} (OPT(z_{LR}) / OPT(z)).$$

Экспериментальным путем была обнаружена следующая экстремальная оценка.

Утверждение 2. Пусть Z класс трехиндексных аксиальных задач о назначениях с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей при $n \leq 3$. Тогда $\Delta^*(Z) = 9/10$.

Ниже приводится пример индивидуальной задачи на которой достигается экстремальная оценка утверждения 2. Пусть $n = 3$. Тогда соответствующие параметры $d_{ij}^{(1)}, d_{ik}^{(2)}, d_{jk}^{(3)}$ определяются следующим образом:

$d_{ij}^{(1)}$	$d_{ik}^{(2)}$	$d_{jk}^{(3)}$
$d_{11}^{(1)} = 1$	$d_{11}^{(2)} = 1$	$d_{11}^{(3)} = 1$
$d_{12}^{(1)} = 1$	$d_{12}^{(2)} = 1$	$d_{22}^{(3)} = 1$
$d_{23}^{(1)} = 1$	$d_{21}^{(2)} = 1$	$d_{31}^{(3)} = 1$
$d_{22}^{(1)} = 1$	$d_{23}^{(2)} = 1$	$d_{23}^{(3)} = 1$
$d_{31}^{(1)} = 1$	$d_{32}^{(2)} = 1$	$d_{12}^{(3)} = 1$
$d_{32}^{(1)} = 1$	$d_{33}^{(2)} = 1$	$d_{33}^{(3)} = 1$
остальные параметры $d_{ij}^{(1)}, d_{ik}^{(2)}, d_{jk}^{(3)}$ равны 2		

На рис. 1 приводится графическое представление данного примера (для наглядности иллюстрации будем ассоциировать индексы i, j, k с красным, зеленым и синим цветами соответственно):

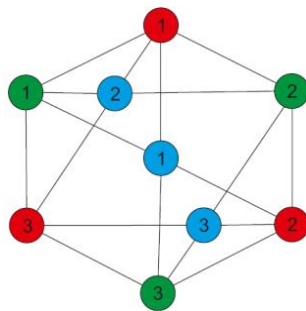


Рис. 1. Дуги в графе соответствуют коэффициентам $d_{ij}^{(1)}, d_{ik}^{(2)}, d_{jk}^{(3)}$ равным 1

Несложно увидеть, что $OPT(z) = 10$, соответствующее оптимальное решение:

$$x_{111} = 1,$$

$$x_{222} = 1,$$

$$x_{333} = 1,$$

остальные переменные равны 0.

На рис. 2 приводится графическое представление оптимального решения задачи z .

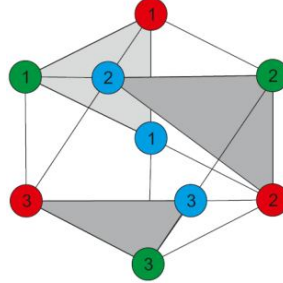


Рис. 2. Серые треугольники соответствуют ненулевым переменным решения задачи z

Далее можно увидеть, что $OPT(z_{LR}) = 9$ и соответствующее оптимальное решение:

$$x_{111} = 0.5,$$

$$x_{122} = 0.5,$$

$$x_{231} = 0.5,$$

$$x_{223} = 0.5,$$

$$x_{312} = 0.5,$$

$$x_{333} = 0.5,$$

остальные переменные равны 0.

На рис. 3 приводится графическое представление оптимального решения задачи z_{LR} .

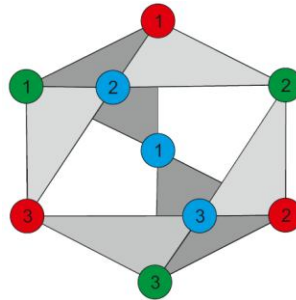


Рис. 3. Серые треугольники соответствуют ненулевым переменным решения задачи z

Таким образом, для данной задачи $OPT(z_{LR})/OPT(z) = 9/10$.

На данный момент в ходе проведения вычислительных экспериментов при оценке величины $\Delta = OPT(z_{LR})/OPT(z)$ трехиндексных аксиальных задач о назначениях с

1,2-декомпозиционной матрицей при $n > 3$ не было обнаружено индивидуальной задачи с $\Delta > 9/10$. Результаты экспериментов дают почву для выдвижения следующей гипотезы:

Гипотеза. Пусть Z класс трехиндексных аксиальных задач о назначениях с 1,2-декомпозиционной матрицей стоимостей. Тогда $\Delta^*(Z) = 9/10$.

Научное обоснование данной гипотезы и оценка величины $\Delta^*(Z)$ для иных подклассов многоиндексных задач является предметом дальнейших исследований.

Список литературы:

- [1] Spieksma F.C.R. Multi Index Assignment Problems. Complexity, Approximation, Applications. P.M. Pardalos, L.S. Pitsoulis (Eds.). Nonlinear Assignment Problems: Algorithms and Applications. Dordrecht: Kluwer Acad. Publishers, 2000. – P. 1–11.
- [2] Афраимович Л.Г. Эвристический метод решения целочисленных декомпозиционных многоиндексных задач // Автоматика и телемеханика. – 2014. – № 8. – С. 3–18.
- [3] Афраимович Л.Г. Многоиндексные транспортные задачи с декомпозиционной структурой // Автоматика и телемеханика. – 2012. – № 8. – С. 130–147.
- [4] Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М.: Мир, 1982.
- [5] Crama Y., Spieksma F.C.R. Approximation algorithms for three-dimensional assignment problems with triangle inequalities // European Journal of Operational Research. – 1992. V. 60. – P. 273–279.
- [6] Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М.: Мир, 1985.

THE LOWER BOUND FOR 3-INDEX AXIAL ASSIGNMENT PROBLEM WITH 1,2-DECOMPOSABLE COST MATRIX

L. G. Afraimovich

Key words: *multi-index problems, linear relaxation, lower bound*

This article considers the three-index assignment problem arising in planning, resource allocation, logistics and others. The problem of constructing a lower bound assignment based on linear relaxation is discussed. Using computational experiment the extreme lower bound for the three-index axial assignment problem with a 1,2-decomposable cost matrix values were found when the number of values of the indices do not exceed 3. We formulate the hypothesis of the lower bound extremality for problems with 1,2- decomposable cost matrix.

Статья поступила в редакцию 17.08.2016 г.

УДК 517.925/926

В.Н. Белых, профессор, д.ф.-м.н., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
М.С. Киняпина, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Н.В. Шестерикова, доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ДИКИЙ АТТРАКТОР С ГОМОКЛИНИЧЕСКОЙ ВОСЬМЕРКОЙ СЕДЛО-ФОКУСА В ЧЕТЫРЕХМЕРНОЙ СИСТЕМЕ¹

Ключевые слова: Дикий аттрактор, бифуркация, гомоклиническая восьмерка.

В статье рассматривается многопараметрическое семейство систем дифференциальных уравнений четвертого порядка. Доказывается существование области параметров, для точек которой существует дикий аттрактор с гомоклинической восьмеркой седло-фокуса. Результаты получены с помощью развития метода двумерных систем сравнения.

В настоящей работе рассматривается многопараметрическое семейство систем дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{cases} \dot{x} = a\Phi(x) + y + p_1v_1, \\ \dot{y} = b\Phi(x) - \lambda y + p_2v_2, \\ \dot{v}_1 = -\alpha v_1 + \omega v_2 + \mu_1\Phi(x), \\ \dot{v}_2 = -\omega v_1 - \alpha v_2 + \mu_2\Phi(x), \end{cases} \quad (1)$$

где переменные $x, y \in R^1$, $v \in R^2$,

$\Phi: R^1 \rightarrow R^1 - C^1$ – гладкая непрерывная функция, допускающая разрывы производных в критических точках,

$a, b, \lambda, \omega, p_1, p_2, \mu_1, \mu_2$ – положительные параметры.

Для нелинейных функций $\Phi(x)$, подобных полиному нечетной степени $\Phi(x) = x(1 - x^2)$, рассматривается задача о существовании дикого аттрактора при бифуркации гомоклинических траекторий седло-фокуса. Приводимый ниже анализ можно интерпретировать как развитие метода двумерных систем сравнения [1–3] для построения конусов, мажорирующих инвариантные многообразия.

Введем две двумерные системы сравнения A^+ и A^- :

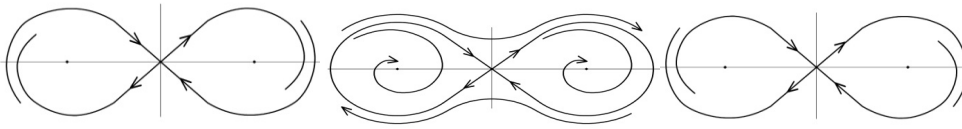
$$\begin{cases} \dot{x} = a(\Phi(x) \pm \gamma) + y, \\ \dot{y} = b(\Phi(x) \pm \gamma) - \lambda y \end{cases} \quad (2)$$

для первых двух уравнений в (1), записанных при $p_1 = ap$, $p_2 = bp$. Считаем, что система (1) диссипативна по переменным v_1, v_2 так, что при любых $t \in R^1$ $|v_1| < M$, $|v_2| < M$. При этом в (2) параметр $\gamma = pM$. Эта система уравнений (2) есть частный

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-01-08776) и РНФ (проект 14-12-00811)

случай двумерной системы, рассмотренной в работе [1], из которой следует утверждение.

Лемма 1. Система (2) при $\gamma = 0$ имеет фазовые портреты, изображенные на рис. 1, соответствующие бифуркации гомоклинической восьмерки.



$$\lambda > 0, a > 0 \quad \lambda = \lambda^*, a = 0 \quad \lambda > 0, a < 0$$

Рис. 1. Фазовые портреты двумерной системы (2)

Рассмотрим взаиморасположение сепаратрис седел одновременно и системы A^+ , и системы A^- при $\gamma \neq 0$. Сепаратрисы W^{u+} и W^{u-} (W^{s+} и W^{s-}) не пересекаются и образуют сепаратрисное русло g^u (g^s) – полосу, ограниченную сверху кривой W^{u+} (W^{s-}) и снизу W^{u-} (W^{s+}) соответственно. Пересечение $g^0 = g^u \cap g^s$ есть седловая клетка, ограниченная дугами кривых $W^{u\pm}$ и $W^{s\pm}$, соединяющими точки $O^\pm$ с единственными точками пересечения $(W^{u+} \cap W^{s-}) \in (y > 0)$ и $(W^{u-} \cap W^{s+}) \in (y < 0)$.

Лемма 2. Сепаратрисы седел систем A^+ и A^- образуют сепаратрисные русла g^u и g^s и седловую клетку $g^0 = g^u \cap g^s$, изображенные на рис. 2.

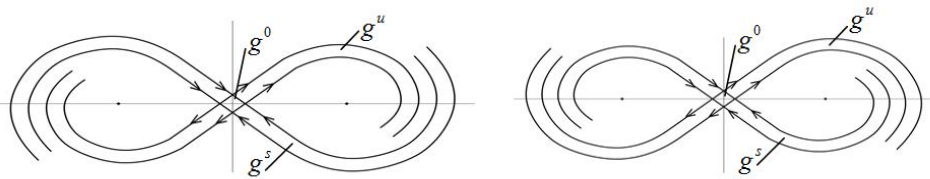


Рис. 2. Расположение сепаратрисных русел и седловой клетки

Сепаратрисные русла при изменении параметров управляют потоками траекторий системы (1), если траектории не покидают область диссипации $\Pi = \{ |v_1| < M, |v_2| < M \}$. Покажем, что система (1) действительно имеет область диссипации Π .

Лемма 3. Система (1) диссипативна, т.е. существует компакт S , в который входят все траектории системы (1).

Доказательство следует из того, что производная функции Ляпунова $V = V_1 + V_2$,

где $V_1 = \frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2}$, $V_2 = \frac{y^2}{2} + k \int \Phi(x) dx$ в силу системы (1) отрицательна вне области S [4–6].

Пусть $x \in I = [x^-, x^+]$, где интервал I определен размером области S .

Рассмотрим подсистему

$$\begin{cases} \dot{v}_1 = -\alpha v_1 + \omega v_2 + \mu_1 \Phi(x) \\ \dot{v}_2 = -\omega v_1 - \alpha v_2 + \mu_2 \Phi(x) \end{cases} \quad (3)$$

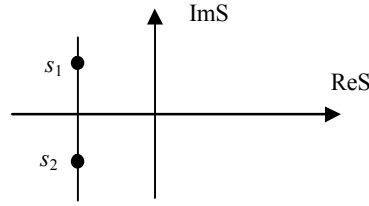


Рис. 3

Запишем «замороженную систему», предполагая, что

$$\begin{cases} \dot{x} = 0, \\ \dot{y} = 0. \end{cases}$$

для любых $(x, y) \notin S$. Тогда для траекторий внутри компакта S выполняется $\max[\Phi(x(t))]_{x \in I} = m$.

Для матрицы $A = \begin{pmatrix} -\alpha & \omega \\ -\omega & -\alpha \end{pmatrix}$ выполняется $\det A = \alpha^2 + \omega^2$,

$SpA = -2\alpha$, и ее собственные значения есть $s_{1,2} = -\alpha \pm \omega \cdot i$.

Рассмотрим функцию Ляпунова $V_1 = \frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2}$ для подсистемы (3).

Производная в силу системы равна

$$\begin{aligned} \dot{V}_1 &= v_1 \cdot \dot{v}_1 + v_2 \cdot \dot{v}_2 = \\ &= v_1 \cdot (-\alpha v_1 + \omega v_2 + \mu_1 \Phi(x(t))) + v_2 \cdot (-\omega v_1 - \alpha v_2 + \mu_2 \Phi(x(t))) = \\ &= -\alpha v_1^2 + \mu_1 \Phi(x(t)) v_1 - \alpha v_2^2 + \mu_2 \Phi(x(t)) v_2. \end{aligned}$$

Линии уровня функции Ляпунова $V_1 = \frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2}$ – концентрические окружности.

Из ограниченности $\Phi(x)$ в области S при $|v_1| > \frac{\mu_1 m}{\alpha}$ и $|v_2| > \frac{\mu_2 m}{\alpha}$ получаем $\dot{V}_1 < 0$.

Следовательно, нами получено, что в области $|v_1| < M$, $|v_2| < M$, где $M = \frac{\mu m}{\alpha}$, $\mu = \max\{\mu_1, \mu_2\}$ (см. рис. 4), подсистема (3) диссипативна и параметр M задает размер русел g^u и g^s .

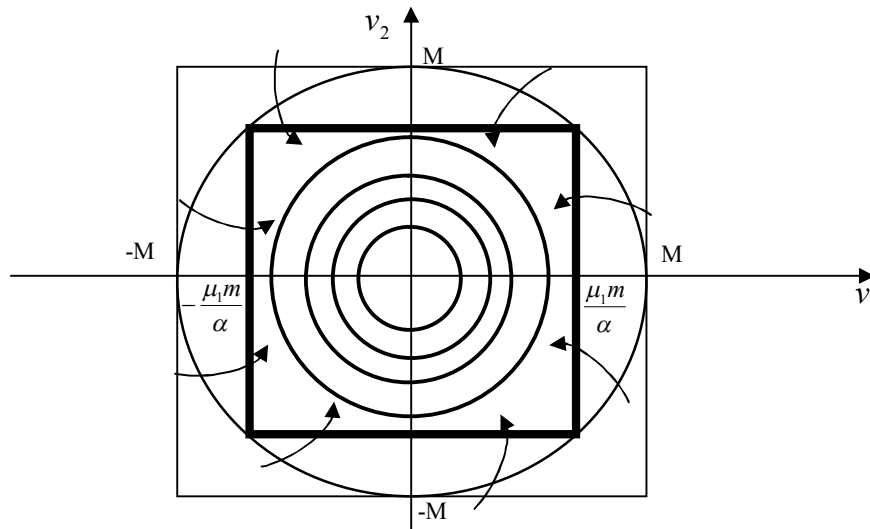


Рис. 4

Теорема. Существует область параметров, для точек которой система (1) имеет дикий аттрактор с гомоклинической восьмеркой седло-фокуса.

Действительно, система (1) в области g^0 имеет седло-фокус, сепаратрисные многообразия которого мажорируются седловыми руслами g^u и g^s . Изменяя параметры системы так, чтобы русла g^u и g^s поменяли свое взаимное расположение (рис. 2) получаем существование гомоклинической восьмерки на бифуркационной поверхности H соразмерности 1. Условие дикого аттрактора выполняется в тех точках поверхности H , для которых дивергенция векторного поля системы (1) вдоль ведущего многообразия седло-фокуса положительна. Это условие выполняется при малых значениях параметра α .

Список литературы:

- [1] Бelykh В.Н. Гомоклинические и гетероклинические траектории семейства многомерных динамических систем // Динамические системы и смежные вопросы: Сборник статей. К 60-летию со дня рождения ак. Д.В. Аносова. – М.: Изд-во «Наука» – МАИК «Наука». – 1997. – Т. 216. – 383 с. – С. 20–31.
- [2] Belykh V.N. Homoclinic and heteroclinic linkages in concrete systems: nonlocal analysis and model maps // Translations of the American Mathematical Society-Series 2. – 2000. – Т. 200. – С. 51–62.
- [3] Бelykh В.Н., Киняпина М.С., Шестерикова Н.В. Бифуркации гомоклинической восьмерки в семействе систем Лоренцевского типа // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2015. – Вып. 44. – С. 93–97.
- [4] Belykh V.N. Homoclinic and heteroclinic linkages in concrete systems: nonlocal analysis and model maps // Translations of the American Mathematical Society-Series 2. – 2000. – Т. 200. – С. 51–62.
- [5] Belykh V.N. Bifurcations of separatrices of a saddle point of the Lorenz system // Differential equations, vol.20(10). – 1984. – С. 1184–1191.
- [6] Belykh V.N. Generation of a structurally stable doubly asymptotic trajectory in a system with slow varying parameter Differential'nye Uravneniya 11 (1975) // English transl. in Differential Equations 11 (1975). – 1975. – С. 2083–2085.

THE WILD ATTRACTOR WITH FIGURE – EIGHT HOMOCLINIC STRUCTURE OF A SADDLE–FOCUS IN 4D SYSTEM

V.N. Belykh, M.S. Kinyapina, N.V. Shesterikova

Key words: *wild attractor, bifurcation, a figure – eight homoclinic structure*

The article considers the multi-parameter family of 4D dynamical systems. The authors prove the existence of a wild attractor with positive divergence along the leading manifold of a saddle-focus having a figure – eight homoclinic structure.

Статья поступила в редакцию 14.11.2016 г.

УДК 517.925

В.Н. Белых, д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
И.А. Мордвинкина, старший преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СЛОЖНЫЕ ИНВАРИАНТНЫЕ МНОЖЕСТВА МНОГОМЕРНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ¹

Ключевые слова: *аттракторы, многомерные отображения, подкова Смейла.*

В статье представлен пример существования сложного аттрактора для конкретного многомерного отображения. Обнаружены сложные бифуркационные переходы от простых фазовых структур с неподвижными точками к многомерным подковам Смейла.

Введение

Как известно, существуют примеры отображений, имеющих свойства гиперболичности [1, 2, 5]. С другой стороны, в общем случае, трудно найти условия для правых частей отображений, чтобы обеспечить существование аттракторов данной динамической системы. Это является причиной недостатка примеров конкретных динамических систем.

Аттракторы такого типа для многомерных инвариантных отображений, с особенностями схожими с двумерным отображением Лози, изучены в настоящей работе.

Существование гиперболических аттракторов было доказано для семейства двумерных отображений [3, 4].

Рассматривается множество отображений $f: \mathbb{R}^{n+1} \rightarrow \mathbb{R}^{n+1}$ вида

$$\bar{u} = B_1 u + p g_1(c' u), \quad (1)$$

где $B_1 = (b_{ij}^{(1)})$ есть $(n+1)$ – квадратная матрица параметров; $c = \text{column}(d, c_{n+1})$, $d = \text{column}(c_1, \dots, c_n)$, $p = \text{column}(q, p_{n+1})$ и $q = \text{column}(p_1, \dots, p_n)$ являются векторами-столбцами параметров; $u = \text{column}(u, u_{n-1})$, $v = \text{column}(u_1, \dots, u_n)$ являются векторами-столбцами переменных, g_1 есть скалярная функция, штрих означает транспонирование.

Это отображение может быть интерпретировано как разностная схема Эйлера для некоторых систем дифференциальных уравнений и также как модель дискретных систем автоматического управления.

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-01-08776).

В работе [5] были получены условия, когда это отображение может быть приведено к нормальной форме следующего вида F :

$$\begin{cases} \bar{x} = x + \sum_{i=1}^n y_i - a g(x), \\ \bar{y}_i = \lambda_i (y_i - b_i g(x)), i = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (2)$$

где x, y_i – скалярные переменные,

a, b_i, λ_i , – скалярные параметры,

$(\bar{x}, \bar{y})$ обозначает следующую итерацию для (x, y) .

Отображение (2) возникает в конкретных динамических системах и представляет нормальную форму для отображений типов Лози и Белых.

В работе изучаются сложные бифуркационные переходы от простых фазовых структур с неподвижными точками к многомерным подковам Смейла.

Условия диссипативности

Рассмотрим отображение $f: \mathbb{R}^{n+1} \rightarrow \mathbb{R}^{n+1}$ в общей форме

$$(x, y) \rightarrow (P(x, y), Q(x, y))$$

и дополнительно отображение F_0 формы $(x, y) \rightarrow (P(x, y), y)$. Справедливо следующее простое утверждение.

Принцип сравнения

Пусть даны следующие условия:

1) отображение F_0 имеет поглощающую область D (т.е. $F_0 D \subset D$) вида

$$D = \{(x, y): \|x\| \leq d_1, \|y\| \leq d_2\};$$

2) норма $\|Q(x, y)\| \leq d_2$ для $\forall (x, y) \in D$.

Тогда D является поглощающей областью отображения F (т.е. $FD \subset D$) и поэтому это отображение имеет аттрактор $A \subset D$ ($FA = A$)

Для того чтобы применить принцип сравнения для отображения (2) перепишем его как

$$F: \begin{cases} \bar{x} = \varphi(x) + \sum_{i=1}^n y_i, \\ \bar{y}_i = \lambda_i (b_i (\varphi(x) - x) a^{-1} + y_i), i = \overline{1, n} \end{cases} \quad (3)$$

Частный случай

Для примера, рассмотрим две основные формы функции $\varphi(x)$, а именно, типа параболы и кубической параболы.

В этом случае одномерное отображение F_1 преобразуется в однопараметрическое семейство $F_1: \bar{x} = \varphi(x) + Y$, где Y параметр. Условия для взаимного расположения неподвижных точек и экстремума, которые изображены на рис. 1, служат условиями существования поглощающего интервала (x^-, x^+) для семейства F_1 . Смысл поглощающей области D состоит в том, что если $x \in (x^-, x^+)$ и $Y \in (y^-, y^+)$, то $\bar{x} \in (x^-, x^+)$. При условии $F_1 D \subset D$ справедлива следующая теорема

Теорема 1. Существует число λ_0 такое, что для любых $\lambda^+ < \lambda_0$, где $\lambda^+ = \max_i \{\lambda_i\}$ отображение F имеет поглощающую область

$$D = \{(x, y) : x^- \leq x \leq x^+, y_i^- \leq y_i \leq y_i^+, i = 1, n\}$$

и, следовательно, отображение имеет аттрактор $A \subset D$.

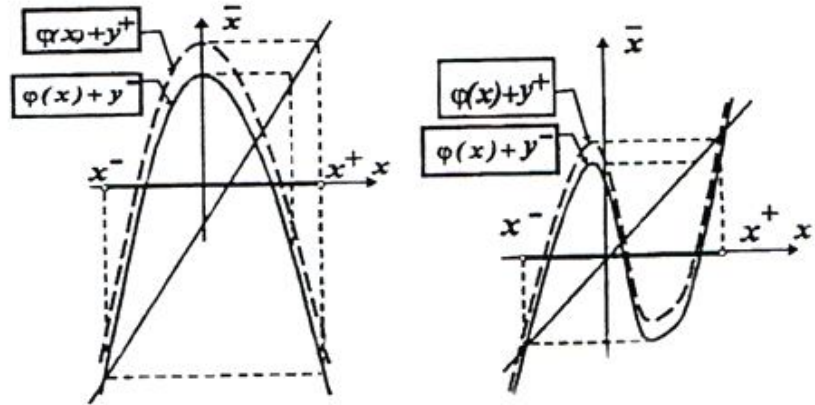


Рис. 1

Пусть в отображении F $g(x) \in C^1$ – скалярная функция, удовлетворяющая следующим условиям:

$$\begin{aligned} g(x) &= 0 \text{ при } |x| = x_0; \quad g(0) = m, \quad g(x) = g(-x); \\ g'(x) &< 0 \text{ при } x > 0; \quad g''(x) < 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Отображение F рассматривается в ограниченной области

$$\mathbb{R}^n: |x| \leq d, |y_1| + |y_2| + \dots + |y_n| = N \leq r. \quad (5)$$

Найдем область параметров a, b, λ_i , для которых отображение F действует как отображение, называемое подковой Смейла.

Неподвижные точки отображения F

Пусть отображение F рассматривается в ограниченной области (5) и $g(x) \in C^1$ – скалярная функция, удовлетворяющая условиям (4).

Для определения неподвижных точек достаточно рассмотреть систему однородных уравнений

$$\begin{cases} y_1 + y_2 + \dots + y_n - ag(x) = 0, \\ (1 - \lambda_1)y_1 + \lambda_1 b_1 g(x) = 0, \\ (1 - \lambda_2)y_2 + \lambda_2 b_2 g(x) = 0, \\ \dots \\ (1 - \lambda_n)y_n + \lambda_n b_n g(x) = 0, \end{cases} \quad (6)$$

которая имеет нулевые решения $y_1 = 0, \dots, y_n = 0, g(x) = 0$ тогда и только тогда, когда её определитель не равен нулю.

Из условий (4) $g(x) = 0$ при $|x| = x_0$, следовательно, точки $O_1(x_0; 0; \dots; 0)$ и $O_2(-x_0; 0; \dots; 0)$ являются неподвижными точками отображения F .

Доказана теорема

Теорема 2. Если отображение F рассматривается в ограниченной области (5) и $g(x) \in C^1$ – скалярная функция, удовлетворяющая условиям (4), то точки $O_1(x_0; 0; \dots; 0)$ и $O_2(-x_0; 0; \dots; 0)$ являются неустойчивой и устойчивой неподвиж-

ными точками отображения F соответственно при достаточно больших значениях параметра a и достаточно малых значениях параметра λ_i .

Диссипативность отображения F

Справедлива теорема

Теорема 3. Если отображение F рассматривается в ограниченной области (5) и $g(x) \in C^1$ – скалярная функция, удовлетворяющая условиям (4), то существует число λ такое, что для любых $\lambda > \lambda_i$ отображение F диссипативно при

$$r \leq \frac{m\lambda B}{1-\lambda}, \quad \text{где } B = \sum_{i=1}^n b_i, \quad m = \max_{x \in [-d;d]} |g(x)| \quad (7)$$

Частный случай

Пусть $y_i = 0, i = \overline{1, n}$. Пусть отображение F рассматривается в ограниченной области (5) и $g(x) \in C^1$ – скалярная функция, удовлетворяющая условиям (4).

Рассмотрим одномерное отображение $F_2: \bar{x} = x - ag(x), |x| \leq d$. Пусть x_2 – критическая точка функции $f(x) = x - ag(x)$. Если $f(d) < -d, f(-d) < -d$ и $x_2 \in (-d, d), [0; x_1] \in (-d; d)$, где 0 и x_1 – неподвижные точки отображения F_2 , то верна теорема.

Теорема 4. Одномерное отображение F_2 действует как отображение, называемое подковой Смейла, порождающее символическую динамику.

Список литературы:

- [1] V. Arnold, V. Afraimovich, Yu. Il'yashenko, L. Shilnikov, Theory of bifurcations, Modern Problems of Mathematics, 1986, 5, Moscow, VINITI. – P. 5–218.
- [2] Sataev E. Invariant measures for hyperbolic maps with singularities, UMN, 1992, 47(1). – P. 147–204.
- [3] Belykh V. Chaotic and strange attractors of a two-dimensional map, Matematicheski Sbornik, 1995, 186(3). – P. 3–18.
- [4] Белых В.Н., Мордвикина И.А. Бифуркации периодических и гомоклинических орбит одномерного и двумерного отображений // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2015. – № 44. – С. 98–105.
- [5] Belykh V., Komrakov N., Ukrainsky B. Hyperbolic attractors in a family of multidimensional maps with cusp-points. Proc. of int. conf. «Progress in nonlinear science» dedicated to the 100-th anniversary of A. Andronov. Nizhny Novgorod, 2001. – P. 23–24.

COMPLEX INVARIANT SETS OF MULTIDIMENSIONAL DISPLAYS

V.N. Belykh, I.A. Mordvinkina

Key words: *attractors, multidimensional displays, Smale horseshoe*

This article describes an example of the existence of the complex attractor for a specific multidimensional display. The complex bifurcation transitions from simple phase structures with fixed points to the multidimensional Smale horseshoes were revealed.

Статья поступила в редакцию 14.11.2016 г.

УДК 519.71

Л.В. Лебедева, к.ф.-м.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА СИСТЕМЫ ФАПЧ С КЛЮЧОМ И ФИКСИРУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ

Ключевые слова: система ФАПЧ, ключ, фиксирующий элемент, эндоморфизм

Рассматривается система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), работающая от радиоимпульсного сигнала. Для изучения динамики системы ФАПЧ использована теория отображений, что позволило установить существование в фазовом пространстве колебательных циклов любого периода и определить возможные режимы работы системы.

Изучение динамических свойств дискретных систем фазовой синхронизации (СФС) является непростой задачей [1]. В настоящей работе исследование проводилось с помощью теории отображений, что позволило получить новые результаты. Для повышения эффективности работы системы на выходе фазового детектора включены ключ и фиксирующий элемент.

Описание системы

Система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) состоит (рис. 1) из эталонного генератора (ЭГ), фазового детектора (ФД) с синусоидальной характеристикой, ключа, экстраполятора, позволяющего фиксировать управляющее напряжение на время паузы, и подстраиваемого генератора (ПГ).

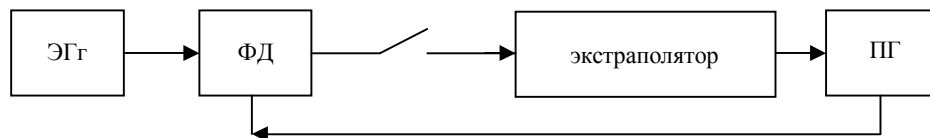


Рис. 1. Схема системы ФАПЧ

Известно [2], что работа такой системы описывается двумя уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{x} = \Omega_n - \Omega_y \cdot \sin x, & t_k \leq t \leq t_k + h, \\ \dot{x} = \dot{x}(t_k + h), & t_k + h \leq t \leq t_{k+1}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь x – мгновенная разность фаз ЭГ и ПГ в момент времени t ,

Ω_n – начальная расстройка по частоте,

Ω_y – полоса удержания системы,

T – период следования импульсов длительностью h ($T = t_{k+1} - t_k$),

θ – длительность паузы ($\theta = T - h$). Параметры $T, h, \theta, \Omega_n, \Omega_y$ считаются постоянными.

Чтобы установить основные динамические особенности системы, на основе решений системы (1) построим отображение в виде разностного уравнения.

Обозначим относительную начальную расстройку через $\gamma = \Omega_n / \Omega_y$ и запишем систему (1) в виде:

$$\begin{cases} \dot{x} = \Omega_y (\gamma - \sin x), & t_k \leq t \leq t_k + h, \\ \dot{x} = \dot{x}(t_k + h), & t_k + h \leq t \leq t_{k+1}. \end{cases} \quad (2)$$

Пусть $t \in [t_k, t_k + h]$. Проинтегрируем первое уравнение системы (2)

$$\Omega_y \cdot t + c = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{1-\gamma^2}} \ln \left(1 - \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \right), & \text{если } |\gamma| < 1, \\ \frac{2}{\sqrt{\gamma^2-1}} \operatorname{arctg} \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1}{\sqrt{\gamma^2-1}} \right), & \text{если } |\gamma| > 1 \end{cases} \quad (3)$$

Если $|\gamma| < 1$ и в начальный момент времени $t = 0$ разность фаз x равна x_0 , то уравнение (3) имеет вид:

$$\Omega_y \cdot t + c = \frac{1}{\sqrt{1-\gamma^2}} \ln \left(1 - \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \right),$$

где константа

$$c = \frac{1}{\sqrt{1-\gamma^2}} \ln \left(1 - \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \right).$$

Получаем соотношение:

$$\Omega_y \cdot t \cdot \sqrt{1-\gamma^2} + \ln \left(1 - \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \right) = \ln \left(1 - \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \right).$$

Найдем явное выражение для функции $x = x(t)$.

$$\begin{aligned} \Omega_y \cdot t \cdot \sqrt{1-\gamma^2} &= \ln \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1 - \sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \right) \cdot \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 - \sqrt{1-\gamma^2}} \right) \Rightarrow \\ e^{\Omega_y \cdot t \cdot \sqrt{1-\gamma^2}} &= \left(1 - \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1 - \sqrt{1-\gamma^2}} \right) \cdot \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 - \sqrt{1-\gamma^2}} \right) \Rightarrow \\ x &= 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{\gamma} \cdot \left(1 - \sqrt{1-\gamma^2} + \frac{2\sqrt{1-\gamma^2}}{1 - \frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 - \sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 + \sqrt{1-\gamma^2}} \cdot e^{\Omega_y \cdot t \cdot \sqrt{1-\gamma^2}}} \right) \right). \end{aligned}$$

Если $|\gamma| > 1$ и в начальный момент времени $t = 0$ разность фаз x равна x_0 , то уравнение (3) имеет вид: $\Omega_y \cdot t + c = \frac{2}{\sqrt{\gamma^2-1}} \operatorname{arctg} \frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2)}{\sqrt{\gamma^2-1}}$, где константа

$$c = \frac{2}{\sqrt{\gamma^2 - 1}} \operatorname{arctg} \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1}{\sqrt{\gamma^2 - 1}} \right).$$

Получаем соотношение:

$$\operatorname{arctg} \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - 1}{\sqrt{\gamma^2 - 1}} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{\gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - 1}{\sqrt{\gamma^2 - 1}} \right) + \frac{1}{2} \Omega_y t \sqrt{\gamma^2 - 1}.$$

Выполнив преобразования подобные выше написанным, найдем явное выражение для функции $x = x(t)$:

$$x(t) = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot \gamma^{-1} \left(\operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y t \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right) \cdot \sqrt{\gamma^2 - 1} + \gamma \operatorname{tg} \left(\frac{x_0}{2} \right) - 1 \right)}{\sqrt{\gamma^2 - 1} - \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y t \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right) \cdot \left(\gamma \operatorname{tg} \left(\frac{x_0}{2} \right) - 1 \right)} + \frac{1}{\gamma} \right)$$

Таким образом, на интервале $t_k \leq t \leq t_k + h$ решением системы (1) является функция

$$x = \begin{cases} \Phi_1(t, x_0, \gamma) & \text{при } |\gamma| < 1 \\ \Phi_2(t, x_0, \gamma) & \text{при } |\gamma| > 1 \end{cases}, \text{ где функции } \Phi_1(t, x_0, \gamma) \text{ и } \Phi_2(t, x_0, \gamma) \text{ имеют вид}$$

$$\Phi_1(t, x_0, \gamma) = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{2\sqrt{1 - \gamma^2} \cdot \gamma^{-1}}{1 - e^{\Omega_y t \sqrt{1 - \gamma^2}} \left(1 - \frac{2\sqrt{1 - \gamma^2}}{\gamma \operatorname{tg}(x_0/2) - 1 + \sqrt{1 - \gamma^2}} \right)} + \frac{1 - \sqrt{1 - \gamma^2}}{\gamma} \right),$$

$$\Phi_2(t, x_0, \gamma) = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot \gamma^{-1} \left(\operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y t \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right) \cdot \sqrt{\gamma^2 - 1} + \gamma \operatorname{tg} \left(\frac{x_0}{2} \right) - 1 \right)}{\sqrt{\gamma^2 - 1} - \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y t \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right) \cdot \left(\gamma \operatorname{tg} \left(\frac{x_0}{2} \right) - 1 \right)} + \frac{1}{\gamma} \right).$$

Пусть $t \in [t_k + h, t_{k+1}]$ и значение скорости $\dot{x}$ в момент времени $t = t_k + h$ обозначено через χ , т.е. $x(t) = x(t_k + h) + \chi t$ и $x(t_{k+1}) = x(t_k + h) + \dot{x}(t_k + h) \cdot (T - h)$, где $\dot{x}(t_k + h) = \Omega_n - \Omega_y \cdot \sin x(t_k + h)$.

Тогда (считая, что $\Phi = \Phi_1$ или $\Phi = \Phi_2$):

$$\begin{array}{ll} \text{при } t = t_0 = 0 & \text{имеем } x(t) = x(t_0) = x_0; \\ \text{при } t = t_{\text{посл}} = h & \text{имеем } x(t) = x(h) \equiv x_{\text{посл}} = \Phi(h, x_0, \gamma); \\ \text{при } t = t_1 = T & \text{имеем } x_1 = x_{\text{посл}} + (T - h) \cdot (\Omega_n - \Omega_y \cdot \sin \Phi(h, x_0, \gamma)). \end{array}$$

Получили искомую зависимость:

$$\bar{x} \equiv x_1 = \Phi(h, x_0, \gamma) + (T - h) \cdot \Omega_y \cdot (\gamma - \sin \Phi(h, x_0, \gamma)) .$$

Или, используя обозначения $\alpha = (T - h) \cdot \Omega_y$, $\delta = (T - h) \cdot \Omega_n$, отображение можно записать в виде:

$$\bar{x} = \Phi(x) + \delta - \alpha \cdot \sin \Phi(x) \equiv f(x) . \quad (4)$$

Динамические свойства отображения

1. *Некоторые общие свойства и определения.* Функция f из (4) инвариантна относительно замены $\delta \rightarrow -\delta$, и замены $x \rightarrow -x$, поэтому при изучении свойств отображения без ограничения общности можно считать, что $\alpha > 0$, $\delta > 0$, $\gamma > 0$.

Под траекторией отображения $\bar{x} = f(x)$ будем понимать [3] последовательность точек $x_0, x_1, x_2, \dots$, где $x_i = f(x_{i-1})$ для любых натуральных значений i . Назовем траекторию q/p -циклом, если $x_{n+p} = x_n + 2\pi q$, но ни для какого $0 < i < p$ равенство $x_{n+i} = x_n + 2\pi q$ не выполняется (предполагается, что p – любое натуральное, а q – любое целое числа). При $q \neq 0$ q/p -циклы соответствуют вращательным, а при $q = 0$ – колебательным движениям.

Задача исследования динамических свойств траекторий отображения [4] сводится к изучению q/p -зон – областей параметров, при которых существуют устойчивые q/p -циклы. Необходимо [5] установить структуру множества W предельных траекторий, уделив особое внимание подмножеству W_c предельных траекторий колебательного типа. Следует провести разбиение пространства параметров на области, в которых структуры множества W различны, и определить типы бифуркаций, соответствующие границам этих областей.

2. *Тип отображения (4).* Как известно [6], возможное поведение траекторий отображения зависит прежде всего от того, является отображение гомеоморфизмом или эндоморфизмом, т.е. является ли отображающая функция взаимно однозначной или не является.

К какому виду отображений относится отображение (4)? Чтобы ответить на этот вопрос, определим знак производной $\frac{\partial f}{\partial x}$.

$$\text{Имеем } \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial \Phi}{\partial x} - \alpha \cdot \cos \Phi \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \Phi}{\partial x} (1 - \alpha \cdot \cos \Phi) . \text{ Покажем, что } \frac{\partial \Phi}{\partial x} > 0 .$$

Пусть $|\gamma| < 1$. Функцию $\Phi_1(h, x, \gamma)$ можно записать как

$$\Phi_1(h, x, \gamma) = 2 \arctg(\alpha + \beta(\chi + \beta m / (tg(x/2) - \alpha))^{-1}) ,$$

если ввести обозначения $k = 1 - \sqrt{1 - \gamma^2} > 0$, $l = \sqrt{1 - \gamma^2} > 0$, $m = e^{\Omega_y h l} > 0$, $k/\gamma \equiv \alpha > 0$, $2l/\gamma \equiv \beta > 0$, $1 - m \equiv \chi$.

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi_1}{\partial x} &= \frac{2}{1 + (\alpha + \beta(\chi + \beta m / (tg(x/2) - \alpha))^{-1})} \cdot \frac{-\beta}{(\chi + \beta m / (tg(x/2) - \alpha))^2} \times \\ &\times \frac{-\beta m}{(tg(x/2) - \alpha)^2} \cdot \frac{1}{\cos^2(x/2)} > 0 . \end{aligned}$$

Пусть $|\gamma| > 1$. Введя обозначения:

$$\Psi = \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y t \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right),$$

$$c_1 = 1 - \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\Psi}, \quad c_2 = (\gamma^2 - 1)(\Psi + 1), \quad c_3 = \Psi^2 + \sqrt{\gamma^2 - 1},$$

запишем функцию

$$\Phi_2(h, x, \gamma) = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{c_1}{\gamma} - \frac{c_2}{\Psi \gamma (\Psi \gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - c_3)} \right),$$

и получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi_2}{\partial x} = & 2 \cdot \left(1 + \left(\frac{c_1}{\gamma} - \frac{c_2}{(\Psi \gamma \cdot \operatorname{tg}(x/2) - c_3) \Psi \gamma} \right)^2 \right)^{-1} \times \\ & \times \frac{-c_2 \cdot (-1) \cdot (\Psi \gamma) \cdot \left(\cos \frac{x_0}{2} \right)^{-2}}{(\Psi \gamma) \cdot (\Psi \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg}(x_0/2) - c_3)^2 \cdot 2} > 0. \end{aligned}$$

Следовательно, равенство $\frac{\partial f}{\partial x} = 0$ возможно тогда и только тогда, когда выполнено условие

$$\alpha^{-1} = \cos \Phi(x). \quad (5)$$

Случай $|\alpha| < 1$. Очевидно, что при $|\alpha| < 1$ уравнение (5) решений не имеет, т.е. если $|\alpha| < 1$, то выполнено неравенство $\frac{\partial f}{\partial x} > 0$.

Случай $\alpha \geq 1$, $|\gamma| < 1$. Решения уравнения (5), т.е. решения уравнения $\frac{1}{\alpha} = \cos(2 \operatorname{arctg} x) = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$ или уравнения $\operatorname{tg} x = \pm \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}}$, существуют и определяются формулами (6), (7)

$$x_{01} = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{e^{\Omega_y h \sqrt{1 - \gamma^2}} \cdot \frac{2\sqrt{1 - \gamma^2}}{\gamma} \cdot \left(\gamma \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}} - 1 + \sqrt{1 - \gamma^2} \right)}{2\sqrt{1 - \gamma^2} - \left(1 - e^{\Omega_y h \sqrt{1 - \gamma^2}} \right) \cdot \left(\gamma \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}} - 1 + \sqrt{1 - \gamma^2} \right)} + \frac{1 - \sqrt{1 - \gamma^2}}{\gamma} \right); \quad (6)$$

$$x_{02} = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{e^{\Omega_y h \sqrt{1 - \gamma^2}} \cdot \frac{2\sqrt{1 - \gamma^2}}{\gamma} \cdot \left(-\gamma \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}} - 1 + \sqrt{1 - \gamma^2} \right)}{2\sqrt{1 - \gamma^2} - \left(1 - e^{\Omega_y h \sqrt{1 - \gamma^2}} \right) \cdot \left(-\gamma \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}} - 1 + \sqrt{1 - \gamma^2} \right)} + \frac{1 - \sqrt{1 - \gamma^2}}{\gamma} \right). \quad (7)$$

Случай $\alpha \geq 1$, $|\gamma| > 1$. Решения уравнения (5) существуют и определяются формулами (8), (9)

$$x_{03} = 2 \arctg \frac{\left(\gamma \sqrt{\frac{\alpha-1}{\alpha+1}} - 1 \right) - \sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y h \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right)}{\sqrt{\gamma^2 - 1} + \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y h \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right)} \cdot \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma}; \quad (8)$$

$$x_{04} = 2 \arctg \frac{\left(-\gamma \sqrt{\frac{\alpha-1}{\alpha+1}} - 1 \right) - \sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y h \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right)}{\sqrt{\gamma^2 - 1} + \operatorname{tg} \left(\frac{\Omega_y h \sqrt{\gamma^2 - 1}}{2} \right)} \cdot \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma}. \quad (9)$$

При этом x_{01} , x_{03} – точки минимумов ($x_{01} > 0$, $x_{03} > 0$), x_{02} , x_{04} – точки максимумов ($x_{02} < 0$, $x_{04} < 0$).

Полученные результаты говорят о следующем. При $|\alpha| < 1$ функция $f(x)$ монотонно возрастает. Отображение (4) является гомеоморфизмом [3]. Для него справедлива теория Майера [7] и теория числа вращения [3]. Оно может иметь колебательные циклы периода не выше двух или циклы вращательного типа. При $\alpha \geq 1$ уравнение $\frac{\partial f}{\partial x} = 0$ имеет решения. Функция $f(x)$ имеет локальные экстремумы. Следовательно, существует область параметров, при которых отображение (4) является эндоморфизмом и может иметь колебательные циклы любого периода [8–10].

3. Границы q/p -зон. Отображение (4) при всех значениях параметров, удовлетворяющих условию $|\gamma| < 1$ (т.е. условию $\delta < \alpha$), имеет две неподвижные точки: $x_s = \arcsin \gamma$ и $x_u = \pi - \arcsin \gamma$. Точка x_u всегда неустойчива. Точка x_s устойчива при выполнении условия $\sqrt{\alpha^2 - 4} < \delta < \alpha$. На кривой $\delta = \sqrt{\alpha^2 - 4}$ точка x_s теряет свою устойчивость и из нее мягко рождается устойчивый $0/2$ $0/2$ -цикл [5, 11]. При дальнейшем увеличении параметра α происходят бифуркации рождения колебательных циклов различного периода p , следующие в порядке А.Н. Шарковского [12] $1 \prec 2 \prec 2^2 \prec 2^3 \prec \dots \prec 2 \cdot 7 \prec 2 \cdot 5 \prec 2 \cdot 7 \prec \dots \prec 7 \prec 5 \prec 3$, вплоть до цикла периода 3 [8, 9]. При выполнении условия $f^3(x_{01}) > x_{01}$ или $f^3(x_{02}) < x_{02}$ отображение (4) имеет [13] колебательные циклы любого целого периода p . При этом притягивающее множество [14] характеризуется сложной структурой и очень чувствительно к изменению параметров. Вращательные движения в фазовом пространстве существуют при выполнении условия $f(x_{02}) > \pi - \arcsin \gamma$, т.е. в области параметров, для которой истинно неравенство $\arccos \alpha^{-1} + \pi - \sqrt{\alpha^2 - 1} \leq \gamma \alpha + \arcsin \gamma$.

Динамические особенности системы ФАПЧ

В области параметров $Q_{\text{вращ}} = Q_1 \cup Q_2$,

где $Q_1 = \{\alpha, \delta, \gamma / 0 < \alpha, 0 < \delta, \alpha < \delta\}$

$$Q_2 = \{\alpha, \delta, \gamma / 0 < \alpha, 0 < \delta, \delta < \alpha, \arccos \alpha^{-1} + \pi - \sqrt{\alpha^2 - 1} \leq \gamma\alpha + \arcsin \gamma\},$$

множество W предельных траекторий состоит из траекторий вращательного типа. При работе СФС происходит неограниченное нарастание фазовой ошибки. Система ФАПЧ может работать в режиме ложного захвата или режиме биений [15].

В области

$$Q_c = \{\alpha, \delta, \gamma / 0 < \alpha, 0 < \delta, \delta < \alpha, \gamma\alpha + \arcsin \gamma \leq \arccos \alpha^{-1} + \pi - \sqrt{\alpha^2 - 1}\}$$

множество W предельных траекторий есть множество траекторий колебательного типа. При этих значениях параметров изменение фазовой ошибки СФС ограничено. Граница области Q_c состоит из двух кривых: кривой $L_1: \gamma = 1$, соответствующей исчезновению неподвижной точки $x_s = \arcsin \gamma$, и кривой

$$L_2: \gamma\alpha + \arcsin \gamma = \arccos \alpha^{-1} + \pi - \sqrt{\alpha^2 - 1},$$

соответствующей возникновению вращательных движений. Система ФАПЧ может работать в режиме точного синхронизма или квазисинхронизма.

Область параметров $Q_{GAU} = Q_1 \cap Q_3$, где

$$Q_3 = \{\alpha, \delta, \gamma / 0 < \alpha, 0 < \delta, \sqrt{\alpha^2 - 4} < \delta < \alpha\}$$

является областью глобальной асимптотической устойчивости неподвижной точки $x_s = \arcsin \gamma$. Это область точного синхронизма.

В области $Q_s = Q_c \setminus Q_{GAU}$ реализуются только колебательные движения, но притягивающее множество устроено сложным образом и может заполнять некий интервал, поэтому для вычисления характеристик рабочих режимов требуются статистические методы. СФС может работать в режиме квазисинхронизма.

В области параметров $Q_4 = \{\alpha, \delta, \gamma / 0 < \alpha, 0 < \delta, \alpha < 1\}$, когда отображение (4) является гомеоморфизмом, в фазовом пространстве существует (при $\delta < \alpha$) единственный устойчивый 0/1-цикл – неподвижная точка $x_s = \arcsin \gamma$, обладающая глобальной асимптотической устойчивостью.

Область $Q_5 = \{\alpha, \delta, \gamma / 0 < \alpha, 0 < \delta, \delta < \alpha, \alpha < 1\}$ входит в область точного синхронизма. Если $\alpha < \delta$, то реализуются только вращательные движения. СФС может работать в режиме ложного захвата или режиме биений. В области Q_4 рассматриваемая система ФАПЧ, на выходе фазового детектора которой стоят ключ и экстраполятор, работает так же, как система без фиксирующего элемента [16].

Список литературы:

- [1] Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 1989.
- [2] Шахгильдян В.В., Петров В.А. Анализ работы системы синхронизации 1-го порядка с ключом. – В кн. Фазовая синхронизация / Под ред. В.В. Шахгильдяна, Л.Н. Белюстиной. – М.: Связь, 1975. – С. 221–228.
- [3] Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1978. – 304 с.
- [4] Кузнецов С.П. Динамический хаос. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 356 с.

- [5] Блехман И.И. Синхронизация в природе и технике, изд. 2-е, доп. – М.: Изд. «Ленанд», 2015. – 413 с.
- [6] Нитецки Э. Введение в дифференциальную динамику. – М.: Мир, 1975. – 304с.
- [7] Майер А.Г. Грубое преобразование окружности в окружность // Ученые записки ГГУ, 1939, вып. 12. – С. 215–226.
- [8] R.May. Simple mathematical models with very complicated dynamics. Nature. Vol.251, June.10, 1976.
- [9] Collet P. and Eckmann J.-P., Iterated Maps on the Interval as Dynamical Systems, Progress in Physics 1, Basel-Boston-Stuttgart, Birkhäuser Verlag 1980, VII, 248 S.
- [10] Белых В.Н., Лебедева Л.В. Исследование одного отображения окружности. – ПММ, 1982, т.46, вып.5, с. 771–776
- [11] Арнольд В.И., Афраймович В.С., Ильашенко Ю.С., Шильников Л.П. Теория бифуркаций. «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. Т. 5 (Итоги науки и техн. ВИНТИ АН СССР)». М., 1985. – С. 5–218.
- [12] Шарковский А.Н. Существование циклов непрерывного преобразования прямой в себя // УМЖ, 1964, Т. 16. – №1. – С. 61–72.
- [13] Лебедева Л.В. Определение наличия периодической траектории унимодального отображения отрезка // Межвуз. сб. «Математическое моделирование и оптимизация», Н. Новгород, ННГУ, 1996. – С. 31–38.
- [14] Li T.-Y., Yorke J.A. Period Three Implies chaos // Amer. Math. Monthly. 1975. V 82. P. 982–985.
- [15] Белых В.Н. О моделях систем фазовой синхронизации и их исследовании. – Динамика систем. Вып. 11, Горький: Издание Горьк. Ун-та, 1976. – С. 23–32.
- [16] Лебедева Л.В. Особенности нелинейной динамики дискретной системы ФАП с ключом // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LVIII междунар. науч.-практ. конф. № 6 (55). – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 36–41.

NONLINEAR DYNAMICS OF THE SYSTEM PHASE-LOCKED LOOP WITH KEY AND FIXING ELEMENTS

L.V. Lebedeva

Key words: the system phase-locked loop, key element, fixing element, endomorphism

The article considers the system Phase-Locked Loop operating from radio pulse signals. The theory of mappings was used in research of nonlinear dynamics of the system Phase-Locked Loop. It let find the existence of any period oscillatory cycles in the phase space of the system and determine the possible system operating modes.

Статья поступила в редакцию 05.07.2016 г.

УДК 629.7.058.4

В.В. Лосев, инженер ОАО «АНПП «Темп-Авиа»
607220, г. Арзамас, ул. Кирова, 26

НАЧАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА И ОЦЕНКА ДРЕЙФОВ ГИРОСКОПОВ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНЫХ ПРИБОРОВ

Ключевые слова: интегрированная система резервных приборов, начальная выставка, фильтр Калмана.

В работе рассмотрены алгоритмы начальной выставки и оценки дрейфа волоконно-

оптических и микромеханических гироскопов, используемых в интегрированной системе резервных приборов. Приведены результаты математического моделирования процедуры оценки дрейфа и натурных экспериментов с реальными блоками аппаратуры.

Интегрированная система резервных приборов (ИСРП) представляет собой относительно новый тип резервного авиационного прибора, объединяющего в своем составе систему воздушных сигналов и систему ориентации (СО). СО построена по бескарданному принципу на трех датчиках угловой скорости и трех акселерометрах, и корректируется по вектору кажущегося ускорения в горизонтальной плоскости и по сигналам трехкомпонентного магнитометра в азимуте [1, 2].

Как в любой другой автономной системе ориентации в ИСРП предусмотрена процедура начальной выставки. Задача данной процедуры состоит в определении начальной ориентации летательного аппарата, а именно в определении ориентации строительных осей блока датчиков первичной информации относительно вектора ускорения свободного падения и истинного географического меридиана.

Определение ориентации относительно вектора ускорения свободного падения позволяет получить привязку к местной вертикали и осуществляется при помощи показаний акселерометров горизонтальных каналов. Ориентация относительно истинного географического меридиана позволяет получить привязку к местному азимуту и осуществляется при помощи показаний трехкомпонентного магнитометра.

Гироскопы, применяемые в ИСРП, имеют существенный собственный дрейф, который приводит к постоянному увеличению погрешностей определения углов ориентации. В связи с этим еще одной задачей начальной выставки является определение собственного дрейфа гироскопов с целью его последующего учета во время полета.

Начальная выставка СО и оценка дрейфа гироскопов – вопрос давно и хорошо изученный [например 3, 4], однако, применительно к новому типу авиационных приборов – ИСРП, возник целый ряд специфических особенностей, связанных как с особенностями используемых гироскопов (волоконно-оптических (ВОГ), микромеханических (ММГ)), так и с требованиями к временным и точностным характеристикам процедуры начальной выставки.

Исходя из точностных требований к функционированию ИСРП, были сформированы требования к точностным и временным требованиям начальной выставки:

- погрешность начального ориентирования не хуже 6 угловых минут в горизонте и не хуже 10 угловых минут в азимуте;
- погрешность калибровки систематической составляющей дрейфа гироскопов не хуже 5–6 °/час;
- время начальной выставки и калибровки гироскопов не более 180 секунд.

Основной особенностью всех типов гироскопов, применяемых в ИСРП (в применяющихся сейчас ВОГ и в перспективных ММГ), является очень высокий уровень шума, составляющий для ВОГ типа ВГ941-3АМ (ЗАО «Физоптика») величину порядка 150÷250°/час, для ММГ STIM300 (фирма «Sensoror», Норвегия) – 250÷300°/час, для ММГ-ЭП1 (АО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», г. Санкт-Петербург) – 250÷400°/час.

Все эти особенности сделали необходимым специальное рассмотрение вопроса начальной выставки СО ИСРП, главное внимание в котором будет уделено вопросу обеспечения точностных характеристик калибровки дрейфа.

В дальнейшем будем считать, что известна точка проведения выставки СО, известен угол магнитного склонения и, соответственно, известны угловые скорости Земли и обусловленные ими ускорения земной системы координат. Также будем считать, что проведена грубая начальная выставка с погрешностью не хуже 2÷3° и матрица ошибок ориентации может быть записана [5]:

$$\Delta A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_z & -\alpha_y \\ -\alpha_z & 1 & \alpha_x \\ \alpha_y & -\alpha_x & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ – ошибки ориентации по соответствующей оси.

Для оценки ошибок ориентации и дрейфа гироскопов воспользуемся фильтром Калмана. Введем в рассмотрение вектор состояния X системы, в который включим все оцениваемые параметры:

$$X = [\alpha_x \quad \alpha_y \quad \alpha_z \quad \omega_x^{\text{др}} \quad \omega_y^{\text{др}} \quad \omega_z^{\text{др}}], \quad (2)$$

где $\omega_x^{\text{др}}, \omega_y^{\text{др}}, \omega_z^{\text{др}}$ – дрейфы гироскопов по соответствующей оси.

Определение ориентации в горизонте осуществляется при помощи показаний горизонтальных акселерометров, в азимуте – по показаниям магнитометра. Путем наблюдения за изменениями параметров ориентации, вызванными дрейфами гироскопов можно также определить величину этих дрейфов. Имея показания акселерометров и магнитометров, в соответствии с результатами [3, 4], задача начальной выставки сводится к оцениванию состояния линейной дискретной системы:

$$\begin{aligned} X_{i+1} &= \Phi \cdot X_i + Q \cdot \delta_i, \\ Z_i &= H \cdot X_i + R \cdot \upsilon_i \end{aligned} \quad (3)$$

где Z – вектор измерения;

Φ – матрица состояния;

H – матрица измерения;

Q, R – диагональные матрицы интенсивностей входных шумов и шумов ошибок измерения размера $[6 \times 6]$ и $[3 \times 3]$ соответственно;

δ – входной белый шум;

υ – белый шум измерения;

i – шаг дискретизации.

Матрицы измерения H и состояния Φ примут следующий вид:

$$H = \begin{bmatrix} -g & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \psi_m - \psi_r & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & A_{11} \cdot \tau & A_{12} \cdot \tau & A_{13} \cdot \tau \\ 0 & 1 & 0 & A_{21} \cdot \tau & A_{22} \cdot \tau & A_{23} \cdot \tau \\ 0 & 0 & 1 & A_{31} \cdot \tau & A_{32} \cdot \tau & A_{33} \cdot \tau \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

где τ – шаг дискретизации;

A_{mn} – элементы расчетной матрицы ориентации;

g – модуль вектора силы тяжести;

ψ_r – гироскопический азимут;

ψ_m – магнитный азимут, рассчитанный по формуле:

$$\psi_m = \arctg \frac{M_z}{M_x} + \mu, \quad (4)$$

где M_x , M_z – измерения магнитометров;

μ – угол магнитного склонения в точке проведения начальной выставки.

Согласно [5] процедура оценки вектора $\hat{X}_i$ может быть проведена по соотношениям:

$$\begin{aligned} P_i^* &= \Phi \cdot P_{i-1} \cdot \Phi^T + Q \\ K_i &= P_i \cdot H^T \cdot [H \cdot P_i \cdot H^T + R]^{-1}, \\ \hat{X}_i &= \hat{X}_{i-1} + K_i \cdot (Z_i - H \cdot \Phi \cdot \hat{X}_{i-1}) \\ P_i &= (E - K_i \cdot H) \cdot P_i^* \end{aligned} \quad (5)$$

где P_i , P_i^* – ковариационные матрицы ошибок оценивания и прогноза соответственно;

K_i – матрица передачи фильтра [6×3];

E – единичная матрица размера [6×6].

Фильтр Калмана обеспечивает минимум среднеквадратичной ошибки оцениваемых параметров, однако, временные параметры оценивания не всегда удовлетворяют имеющимся требованиям. В случае начальной выставки, на которую отводится весьма ограниченное время, фильтр должен быть настроен таким образом, чтобы необходимые параметры были оценены с необходимой точностью за имеющееся время. На практике эта задача обычно решается путем целенаправленного подбора параметров матриц интенсивностей шумов возбуждения Q и измерения R , обеспечивающего компромисс между точностными и динамическими характеристиками процесса оценивания. Результаты такого подхода нельзя отнести ни к оптимальным, ни даже квазиоптимальным, но он хорошо работает и обеспечивает удовлетворительные результаты. В данной работе применен именно такой подход и он, как следует из приведенных ниже результатов моделирования и натурных экспериментов, позволяет провести процедуру начальной выставки за отведенное время с необходимой точностью.

Поиск параметров фильтра проведен для одного типа гироскопов – ВГ941-3АМ, при моделировании процесса выставки с другими типами гироскопов проведена необходимая корректировка параметров матриц Q и R .

В процессе целенаправленного поиска параметров матриц Q и R , обеспечивающих удовлетворительные точностные характеристики процесса начального ориентирования и оценки дрейфа при максимальном времени выставки 180 секунд были выбраны параметры матриц Q и R :

$$q_{11}^B = q_{33}^B = 1,6 \cdot 10^4, \quad q_{22}^B = 10^6, \quad q_{44}^B = q_{66}^B = 5,3 \cdot 10^{-2}, \quad q_{55}^B = 6,$$

$$r_{11} = r_{33} = 10^{11}, \quad r_{22} = 10^{10}.$$

В процессе проведения работы была сделана попытка ввести в систему цифровой аperiодический фильтр для предварительной фильтрации сигналов гироскопов. Ре-

результатом этого стало снижение частотных характеристик оценки дрейфа, но точностные характеристики, практически не улучшились, в некоторых случаях даже ухудшились.

Напротив, введение процедуры осреднения выходной величины оценки дрейфа за последние 60 секунд позволило заметно снизить шумовую составляющую оценки дрейфа и получить приемлемые по точности результаты. Осреднение проводилось с частотой дискретизации по формуле:

$$\hat{\omega} = \frac{\sum_{i=12000}^{18000} \omega_i}{n = 6000}. \quad (6)$$

Процесс моделирования оценки параметров ориентации для ВГ941-3АМ приведен на рис. 1.

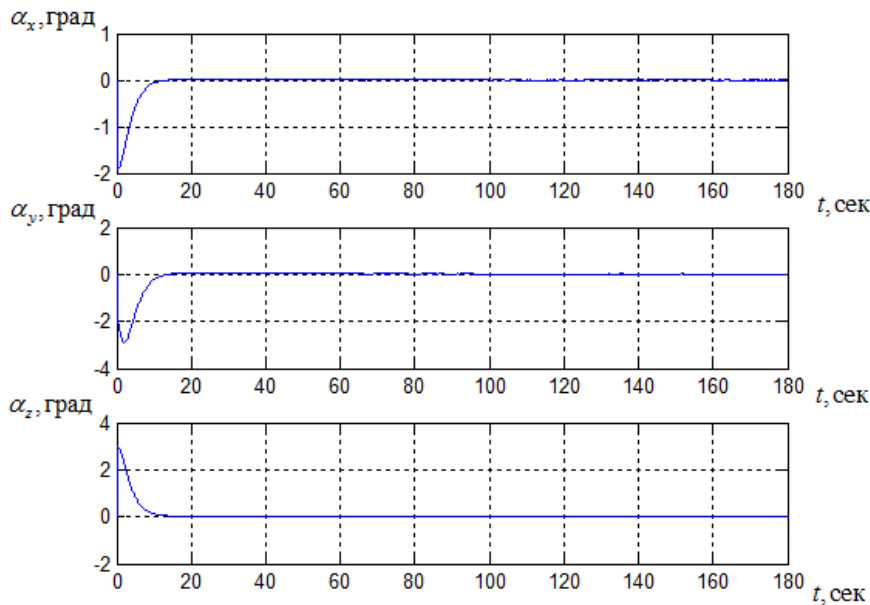


Рис. 1. Моделирование процесса оценки ошибок ориентации

Как следует из графиков, оценка ошибок ориентации практически заканчивается за 20 секунд и имеет переменную составляющую, не превышающую $0,02^\circ$ без учета ошибок акселерометров и магнитометров. Эти ошибки в процессе выставки ненаблюдаемы, для горизонтальных каналов дополнительная ошибка определяется как:

$$\alpha_{x,z} = \Delta U_{0z,x} / g, \quad (7)$$

где $\Delta U_{0z,x}$ – нулевые сигналы акселерометров.

Для азимутального канала ошибки определяются, главным образом, паразитными магнитными полями в месте подготовки прибора.

Для других типов гироскопов результаты оценки параметров ориентации близки к результатам для ВОГ, поэтому специально на этом вопросе останавливаться не будем.

Наибольший интерес представляет оценка дрейфа гироскопов. На рис. 2 приведены результаты математического моделирования процедуры оценки дрейфа для гироскопов.

скопов ВГ941-3АМ. Как следует из графиков, переменная составляющая ошибки имеет за последние 60 секунд размах $4 \div 8^\circ/\text{час}$, что превышает требуемые $5 \div 6^\circ/\text{час}$. Величина дрейфа, осредненная по формуле (8) составила: по каналу $X - 23,07^\circ/\text{час}$ (заданная величина дрейфа $- 20^\circ/\text{час}$), по каналу $Y - 40,52^\circ$ (задано $- 40^\circ/\text{час}$), по каналу $Z - 26,89^\circ$ (задано $30^\circ/\text{час}$).

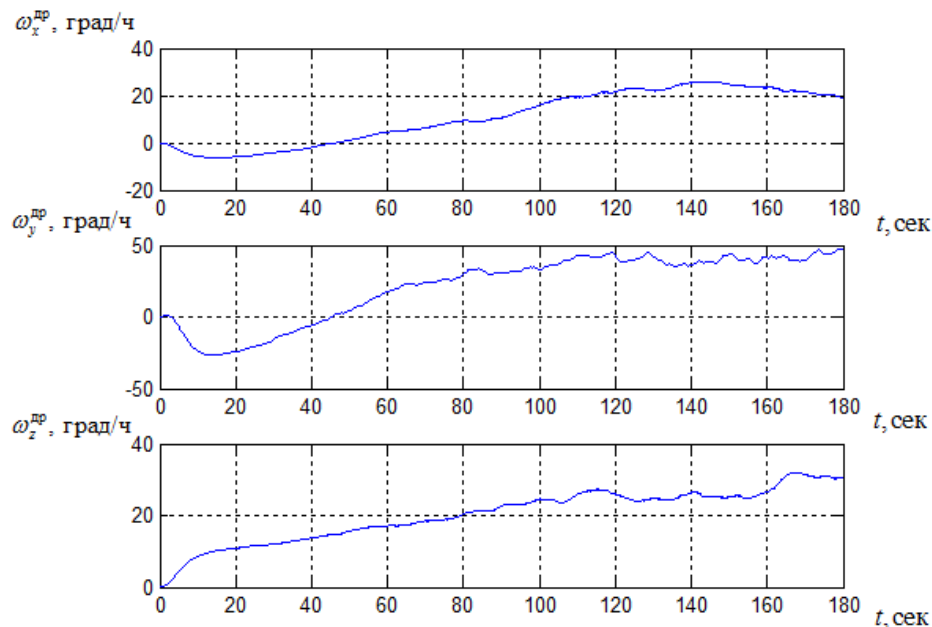


Рис. 2. Моделирование процесса оценки дрейфа для гироскопов ВГ941-3АМ

Величина ошибки оценки дрейфа зависит от конкретной реализации случайного процесса, и для оценки точностных характеристик было проведено статистическое моделирование, отличающееся реализацией случайных процессов. Для ИСПП с ВОГ получены следующие результаты:

- по каналу X математическое ожидание ошибки оценки $m_x = 0,42^\circ/\text{час}$, СКО $\sigma_x = 1,89^\circ/\text{час}$;
- по каналу Y : $m_y = 0,62^\circ/\text{час}$, $\sigma_y = 0,76^\circ/\text{час}$;
- по каналу Z : $m_z = 1,1^\circ/\text{час}$, $\sigma_z = 2,15^\circ/\text{час}$;
- количество вышедших за допуск $5^\circ/\text{час}$ реализаций – ни одной.

Таким образом, количество оценок, вышедших за допуск $5^\circ/\text{час}$ при 30-ти математических экспериментах, – ни одного, поэтому можно считать, что выбранные параметры алгоритма в совокупности с процедурой осреднения обеспечивают удовлетворительную точность оценки дрейфа с шумами гироскопа типа ВГ941-3АМ.

Аналогичные результаты получены и при статистическом моделировании процедуры оценки дрейфа для варианта СО со STIM300, при этом параметры фильтра были уточнены по сравнению с вариантом с ВОГ:

$$q_{11}^S = q_{33}^S = 1,9 \cdot 10^4, \quad q_{22}^S = 1,7 \cdot 10^6, \quad q_{44}^S = q_{66}^S = 7 \cdot 10^{-2}, \quad q_{55}^S = 6,8$$

Параметры матрицы R остались прежними.

Результаты моделирования со STIM300:

- по каналу X : $m_x = 0,69^\circ/\text{час}$, $\sigma_x = 1,5^\circ/\text{час}$;
- по каналу Y : $m_y = 0,71^\circ/\text{час}$, $\sigma_y = 0,84^\circ/\text{час}$;

- по каналу Z : $m_z = 0,03^\circ/\text{час}$, $\sigma_z = 1,75^\circ/\text{час}$;
 - количество вышедших за допуск $5^\circ/\text{час}$ реализаций – ни одной.
- Результаты для гироскопов ММГ-ЭП1 при уточненных параметрах фильтра:

$$q_{11}^M = q_{33}^M = 2,5 \cdot 10^4, \quad q_{22}^M = 2,7 \cdot 10^6, \quad q_{44}^M = q_{66}^M = 8 \cdot 10^{-2}, \quad q_{55}^M = 7,9,$$

следующие:

- по каналу X : $m_x = 1,68^\circ/\text{час}$, $\sigma_x = 3,6^\circ/\text{час}$;
- по каналу Y : $m_y = 1,09^\circ/\text{час}$, $\sigma_y = 2,1^\circ/\text{час}$;
- по каналу Z : $m_z = 0,99^\circ/\text{час}$, $\sigma_z = 4,11^\circ/\text{час}$;
- количество вышедших за допуск $5^\circ/\text{час}$ реализаций – 6, за допуск $6^\circ/\text{час}$ – 4, т.е. $13 \div 20\%$ вышло за допуск $5 \div 6^\circ/\text{ч}$.

Как показали испытания гироскопов ММГ-ЭП1 они имеют, хотя и редко, участки нестабильности дрейфа с градиентом изменения до $5^\circ/\text{час}/\text{мин}$. Как показало математическое моделирование, алгоритм с выбранными параметрами удовлетворительно справляется с таким случаем изменения дрейфа, при этом осреднение дрейфа должно составить $20 \div 30$ секунд.

Результаты математического моделирования такого случая для одного канала представлены на рис. 3, при этом были заданы следующие параметры: начальный дрейф – $20^\circ/\text{час}$, скорость изменения дрейфа – $5^\circ/\text{час}/\text{мин}$, время осреднения дрейфа – 30 с.

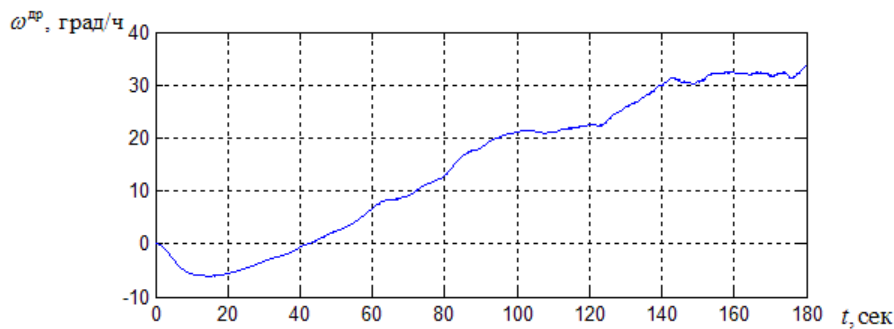


Рис. 3. Моделирование процесса оценки дрейфа гироскопа ММГ-ЭП1

Результаты натурных экспериментов по оценке дрейфа гироскопов представлены на рис. 4 для СО с ВОГ, на рис. 5 для СО со STIM300, на рис. 6 для СО с ММГ-ЭП1.

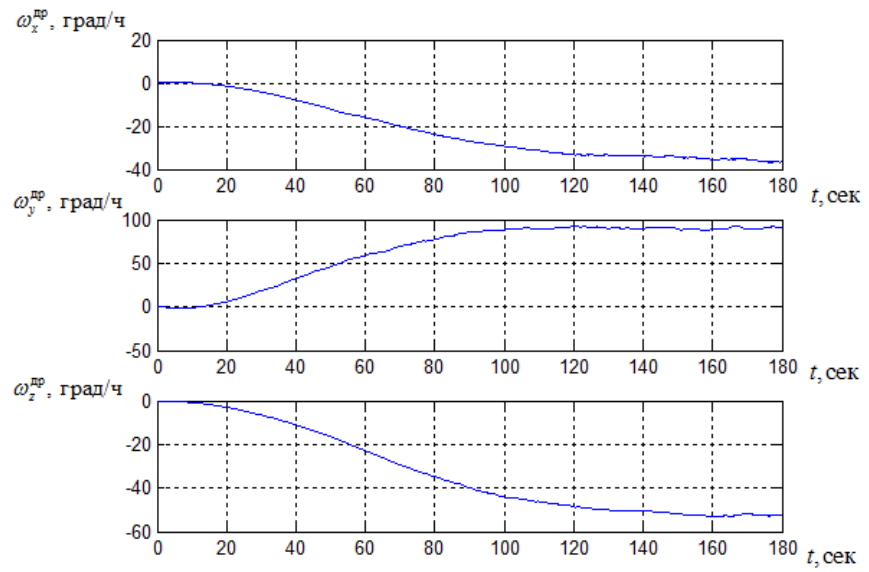


Рис. 4. Процесс оценки дрейфа гироскопов ВГ943-3АМ при натурных испытаниях

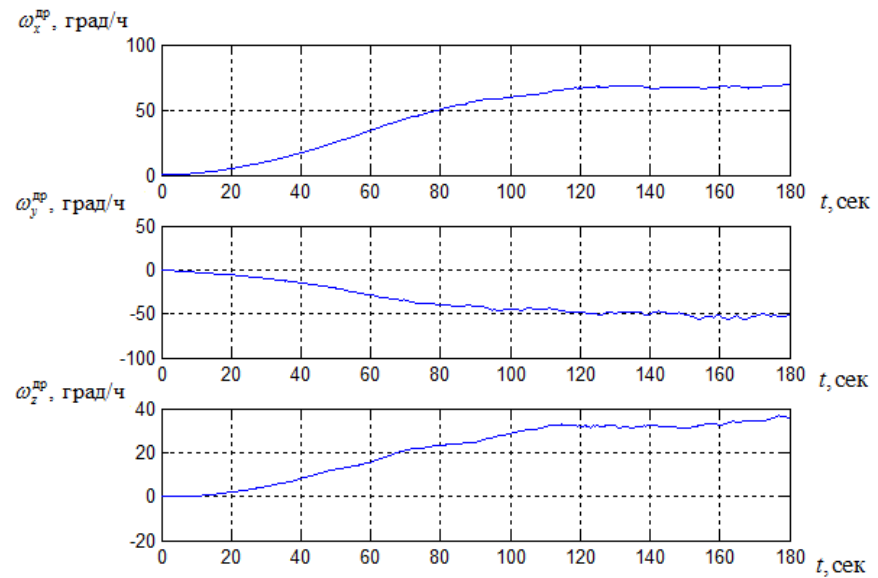


Рис. 5. Процесс оценки дрейфа гироскопов STIM300 при натурных испытаниях

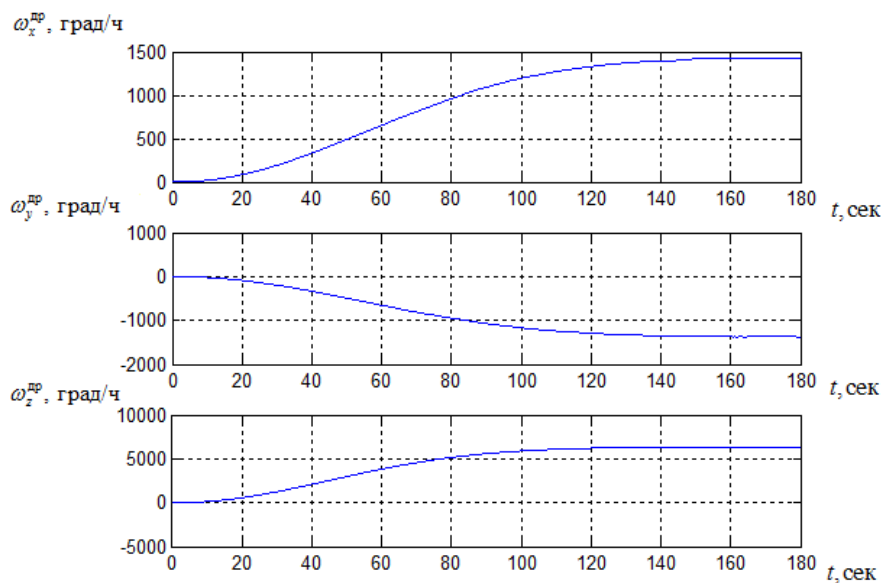


Рис. 6. Процесс оценки дрейфа гироскопов ММГ-ЭП1 при натурных испытаниях

Полученные результаты сведены в таблицу, при этом оценка истинного дрейфа гироскопов проведена путем проведения следующей процедуры:

$$\bar{\omega}^{\text{др}} = \bar{\omega}_k^{\text{др}} - A_{\text{ИИ}}^T \cdot \bar{\Omega}_3, \quad (8)$$

где $\bar{\omega}^{\text{др}}$ – вектор истинного дрейфа;

$\bar{\Omega}_3$ – вектор скорости вращения Земли;

$A_{\text{ИИ}}^T$ – матрица ориентации с известными элементами $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$, задаваемыми на рабочем месте на уровне 2÷3°;

$\bar{\omega}_k^{\text{др}}$ – вектор кажущегося дрейфа, измеряемого гироскопами:

$$\bar{\omega}_{k,x,y,z}^{\text{др}} = \frac{\sum_{i=1}^{18000} \omega_{i,x,y,z}^{\text{др}}}{n = 18000}. \quad (9)$$

Таблица

Результаты оценки дрейфа гироскопов при натурных испытаниях

Наименование параметра	Вариант с ВОГ			Вариант со ТИМ300			Вариант с ММГ-ЭП1		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Оценка дрейфа фильтром, °/час	26,9	81,3	46,1	66,1	-48,2	32,7	1427,3	-1367,5	6343
Оценка истинного дрейфа, °/час	28,4	81,7	48,6	67,5	-50,3	33,5	1424,2	-1367,8	6345,5
Погрешность оценки, °/час	-1,5	-0,4	-2,5	-1,4	0,9	-0,8	3,1	-0,3	-2,5

Как следует из таблицы, в варианте с ВОГ погрешность оценки не превышает 2,5°/час, в варианте со STIM300 – 1,4°/час, в варианте с ММГ-ЭП1 – 3,1°/час, что го-

ворит о близости результатов математического моделирования и натурального эксперимента.

Отметим, что приведенные здесь результаты натурального эксперимента являются типовыми и мало отличаются от реализаций, полученных в других проведенных аналогичных экспериментах.

Как показали результаты математического моделирования и натурных экспериментов, разработанные алгоритмы и их выбранные параметры позволяют провести процедуру начальной выставки с необходимой точностью.

Список литературы:

- [1] Корнилов А.В. Методы повышения точности измерений значений параметров полета летательного аппарата резервной системой резервных приборов: диссертация ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2014. – 143 с.
- [2] Корнилов А.В. Система ориентации летательного аппарата на интегральных датчиках // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2010. – №4(83). – С. 327–332.
- [3] Липтон А. Выставка инерциальных систем на подвижном основании / А. Липтон. – М.: Наука, 1971. – С. 155–165.
- [4] Клибанов Л.Г., Леонов В.Л. К задаче выставки на подвижном основании. – М.: Наука, 1971. – 168 с.
- [5] Кузовков Н.Т. Инерциальная навигация и оптимальная фильтрация / Н.Т. Кузовков, О.С. Салычев. – М.: Машиностроение, 1982. – 216 с.

AN INITIAL ALIGNMENT AND ESTIMATION OF GYRO DRIFTS IN THE GUIDANCE SYSTEM OF THE INTEGRATED STANDBY INSTRUMENT SYSTEM

V.V. Losev

Key words: *the integrated standby instrument system, initial alignment, Kalman filter*

This article considers the algorithms for initial alignment and estimation of drifts in the fiber-optic and MEMS gyroscopes, used in the integrated standby instrument system. The mathematical simulation results for drift estimation procedure and full-scale tests on the real assemblies are given.

Статья поступила в редакцию 28.10.2016 г.

УДК 004.912

А.С. Суркова, к.т.н, доцент ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

С.С. Скорынин, магистрант ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИЙНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

Ключевые слова: *классификация, характеристика символьного разнообразия, текстовые данные, символьные последовательности, энтропия, структурные элементы.*

В целях классификации построены модели текстовых данных. Предложена и проанализирована модель текстов для классификации в рамках структурно-иерархического подхода на основе энтропийных характеристик, отражающая разнообразие символьных последовательностей. Определена область применимости и ограничения предложенной модели.

Резко возросшие темпы научно-технического прогресса за последние 20–25 лет привели к информационному взрыву – скачкообразному увеличению объемов создаваемой и используемой информации, включая текстовые данные. Поэтому задачи управления документами на основании их содержимого приобрели большое значение в области информационных систем. Одной из таких задач является классификация текстовых данных – задача распределения текстов по заданным/известным тематическим категориям. Классификация текстов находит практическое применение во многих областях, связанных с автоматической обработкой текстов. В качестве примеров можно привести следующие области применения классификации:

Фильтрация текста. В данном контексте классификация решает вопрос о принадлежности текста к одному из двух классов: «нужные тексты» и «ненужные тексты».

Упорядочивание и сортировка. Решение данных задач с помощью автоматической классификации позволяет эффективно, а главное, быстро, что зачастую недоступно при ручной классификации, организовать множество текстов в систему с возможностью навигации и поиска нужной информации.

Определение авторства текстов. Применение классификации текстов в задаче определения авторства может помочь определить авторов неизвестных текстов, определить достоверность авторства или провести криминалистический анализ для установления личности автора.

Как правило, классификатору необходима определенная модель представления текстов. Выбор этого представления зависит от того, что считать значимыми элементами текста и какие правила естественного языка являются значимыми для комбинации символьных элементов. В задаче классификации текстовых данных последняя проблема обычно рассматривается редко, и моделью текста является вектор весов слов. Модель на основе вектора весов слов является сильно ограниченной, требует трудоемкой процедуры снижения размерности и не может в полной мере отражать внутренней структуры документов [1]. Целью данной работы является исследование энтропийных характеристик на основе символьных последовательностей для моделирования текстовых данных с последующей классификацией.

В области автоматической обработки текста нашла применение структурно-иерархическая модель текста, которая основывается на использовании системного подхода к рассмотрению текстовой структуры. В рамках данной модели текстовые данные представляются в виде иерархии трех уровней символьных последовательностей: букв, слов, предложений. Данная модель отражает влияние элементов высшего уровня на связи между элементами низшего уровня. Построение модели на основе символьных последовательностей с учетом структурно-иерархического представления позволяют решать задачи классификации текстовых данных различной природы. Любая информация, допускающая интерпретацию в текстовом виде, есть последовательность структурных элементов некоторого алфавита [2]. Используя подход, основанный на методах комбинаторики слов и анализе энтропии, представленной в виде слов над конечным алфавитом, М.В. Ульяновым и Ю.Г. Сметаниным в контексте кластерного подхода к решению задачи исследования временных рядов были предложены энтропийные характеристики символьного разнообразия [3, 4].

Рассмотрим адаптированный алгоритм построения обобщенных характеристик символьного разнообразия текста в контексте решения задачи классификации. Отметим, что структурными элементами могут быть как символы, так и слова, то есть эле-

менты, отражающие два уровня структурно-иерархической модели. Оценка энтропии символьных последовательностей для текста состоит из следующих этапов:

1) в тексте выделяются структурный элемент фиксированной длины m над алфавитом Σ . Очевидно, что всего таких символьных последовательностей $M = k^m$, где $k = |\Sigma|$ – мощность алфавита. Так как рассматривались тексты на английском языке, то мощность алфавита равна $\Sigma = 26$, включая пробел $\Sigma = 27$; для уровня слов $\Sigma = 100000$ (количество наиболее часто употребляемых слов в английском языке);

2) вводится произвольная нумерация структурных элементов s_i $i = \overline{1, M}$ для фиксированного значения m ;

3) вводятся счетчики числа символьных последовательностей c_i , начальные значения которых полагаются равными нулю;

4) по тексту длиной n перемещается окно длиной m , и для каждой из $n - m + 1$ позиций окна для полученного в окне структурного элемента происходит увеличение соответствующего счетчика c_i . С учетом вышесказанного, оценка энтропии слов $C(m)$ рассчитывается по следующей формуле:

$$C(m) = - \sum_{i=1}^M \left(\frac{c_i}{n-m+1} \right) \log_M \left(\frac{c_i}{n-m+1} \right). \quad (1)$$

Отметим, что применение основания M у логарифма приводит к нормировке значений $C(m)$ в интервал $[0, 1]$.

Интерес представляет изучение характера убывания значений $C(m)$ с ростом аргумента. Рассмотрим конечную разность функции $C(m)$:

$$\Delta C(m) = C(m) - C(m+1), \quad m = \overline{1, n-1}$$

В силу определения функции $C(m)$ значения $\Delta C(m)$ ограничены, и $0 \leq \Delta C(m) \leq 1$, предположим, что начальное значение $C(1) \approx 1$ (т.е. символьное разнообразие достаточно богато). Тогда близкие к нулю начальные значения $\Delta C(m)$ характеризуют текст как символьную последовательность, обладающую богатым разнообразием структурных элементов.

Однако функция $C(m)$ не может длительное время сохранять значение единицы. Было определено пороговое значение $\hat{m}$, при котором теоретически функция оценки энтропии сдвигов еще может быть равной единице. В сдвигающемся окне ширины m при мощности алфавита кодирования $k = |\Sigma|$ максимально возможное количество $M = |\Sigma^m| = k^m$ различных структурных элементов. В тексте длины n существует $n - m + 1$ позиций окна, то максимально возможная длина символьной последовательности $\hat{m}$, при котором еще можно наблюдать полное разнообразие структурных элементов, определяется из уравнения $M = k^{\hat{m}} = n - \hat{m} + 1$, что приводит к значению порога $\hat{m} = \lfloor \log_k (n - \hat{m} + 1) \rfloor$. На практике, $n \gg m$, поэтому значение $\hat{m} \approx \lfloor \log_k (n) \rfloor$.

На основе этого вводится пиковая характеристика символьного разнообразия $\mu_p(T)$ как отношение значения аргумента функции $\Delta C(m)$, доставляющего ее максимум, к максимально возможной ширине окна, сохраняющей полное разнообразие структурных элементов:

$$\mu_p(T) = \frac{m^*}{m} = \frac{\arg \max_{1 \leq m \leq n-1} \Delta C(m)}{\lfloor \log_k n \rfloor}, \quad (2)$$

где $m^* = \arg \max_{1 \leq m \leq n-1} \Delta C(m)$ – положение максимального скачка конечной разности.

Второй обобщенной характеристикой является кумулятивная, т.е. накопленная с увеличением длины окна энтропия сдвигов. По сути это интегральная характеристика, но поскольку функция $C(m)$ является функцией целочисленного аргумента, то полученные значения суммируются.

На основе этого нормированная кумулятивная характеристика символьного разноразмерного текста $\mu_s(T)$ вычисляется по формуле:

$$\mu_s(T) = \frac{1}{\tilde{m}} \sum_{i=1}^{\tilde{m}} C(i). \quad (3)$$

Отметим, что данная модель не требует проведения процедуры снижения размерности признакового пространства, так как все особенности текстовой структуры отражаются в векторе, состоящем всего из двух признаков (в отличие от модели на основе вектора весов слов).

С целью экспериментальной проверки применимости предложенных характеристик в виде кумулятивной и пиковой в задаче классификации текстов был сформирован корпус из 1200 художественных произведений, который был разделен на 6 классов и корпус из 1200 текстов – патентов, также разделенный на 6 классов.

Была проанализирована пиковая характеристика в контексте решения задачи классификации текстовых данных. Для всех текстов, представленных в корпусе, положение максимального скачка конечной разности равно единице. На рисунке представлен усредненный график конечной разности для различных текстов, как по тематике, так и по длине.

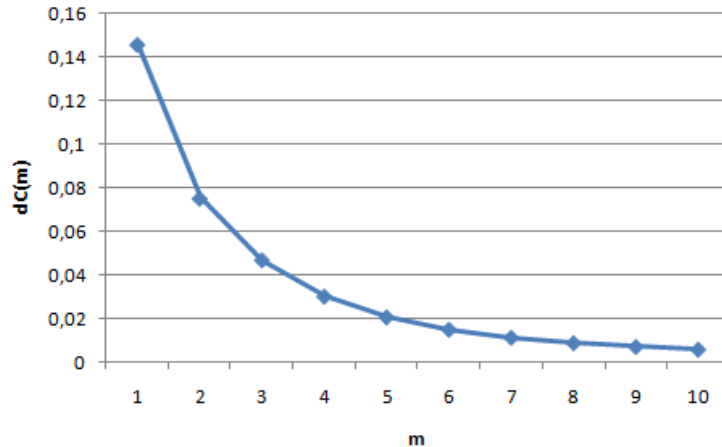


Рис. 1. График конечной разности

Как видно из графика (рис. 1), все тексты на естественном языке как на уровне букв, так и на уровне слов достигают максимума при $m = 1$. Следовательно, $\arg \max_{1 \leq m \leq n-1} \Delta C(m) = 1$, то есть это величина постоянная. В знаменателе основание логарифма равно k (мощность алфавита) тоже величина постоянная. Из этого следует:

$$\mu_p(T) \approx \frac{1}{\lfloor \log_k n \rfloor} = f(n). \quad (4)$$

То есть пиковая характеристика зависит только от длины текста. В контексте решения задачи классификации данная характеристика должна быть исключена из рассмотрения, так как она не отражает внутренних свойств текста и зависит только от его длины. Однако значение функции, при котором достигается максимум конечной разницы, напрямую не зависит от длины. Поэтому будем использовать ее инверсное значение для классификации текстовых данных.

$$\mu_k(T) = \frac{1}{\Delta C(m)}. \quad (5)$$

Для проверки кумулятивной и характеристики конечной разности была осуществлена классификация текстовых данных на двух уровнях структурно-иерархической модели (уровень букв и уровень слов). Качество классификации оценивалось с помощью F-меры. Полученная кумулятивная характеристика и характеристика конечной разности называется объединенной характеристикой. Классификация текстовых данных производится по методу ближайшего соседа (kNN), модифицированного для модели на основе энтропийных характеристик [5]. Весь корпус текстовых данных делился на две выборки: обучающую и тестовую. Если вектора признаков, достоверно принадлежащих к определенному классу принять в качестве эталонов (обучающая выборка), то наиболее вероятный класс для тестового текста будет определен следующим образом. Вычисляется расстояние между тестовым текстом и каждым документом из эталонной выборки в некоторой заданной метрике. Полученные разности сортируются в порядке возрастания, и подсчитывается количество голосов за ту или иную категорию. Категория с большим количеством голосов определяется как наиболее вероятная. Результаты классификации объединенной характеристики для художественных текстов на уровне букв и уровне слов представлены на рис. 2.

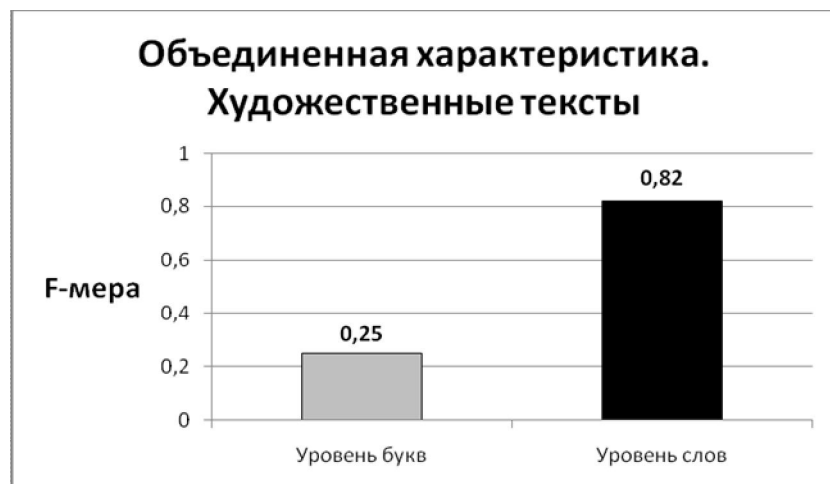


Рис. 2. Качество классификации объединенной характеристики на уровне букв и уровне слов для 4-х классов

Во-первых, обращает на себя внимание уровень слов. В данном случае классы находятся на «относительно» большем расстоянии в пространстве признаков в сравнении с уровнем букв. Классы на уровне букв расположились компактнее. Следовательно, классификатор на уровне слов лучше разделяет классы в пространстве, по сравнению с уровнем букв. Отметим, низкое значение и F-меры на уровне букв. Это говорит

о том, что кумулятивная характеристика на уровне букв не способна осуществлять классификацию, то есть разделять на классы тестовую выборку. Данные значения не приемлемы в классификации текстовых данных. Поэтому объединенная характеристика на уровне букв не может быть использована для классификации художественных текстов. Однако поведение на уровне слов совершенно другое. Полученные значения объединенной характеристики достаточно высоки. Это можно объяснить тем, что у авторов символическое разнообразие на уровне слов уникально, характеризует авторский почерк и разделимо в пространстве признаков. Символическое разнообразие на уровне букв в целом одинаково для всех авторов, так как они используют одни и те же символические последовательности на данном уровне. Исходя из полученных результатов, объединенная характеристика на уровне слов может быть использована для классификации художественных текстов. Также было рассмотрено поведение объединенной характеристики на уровне слов при увеличении количества классов.

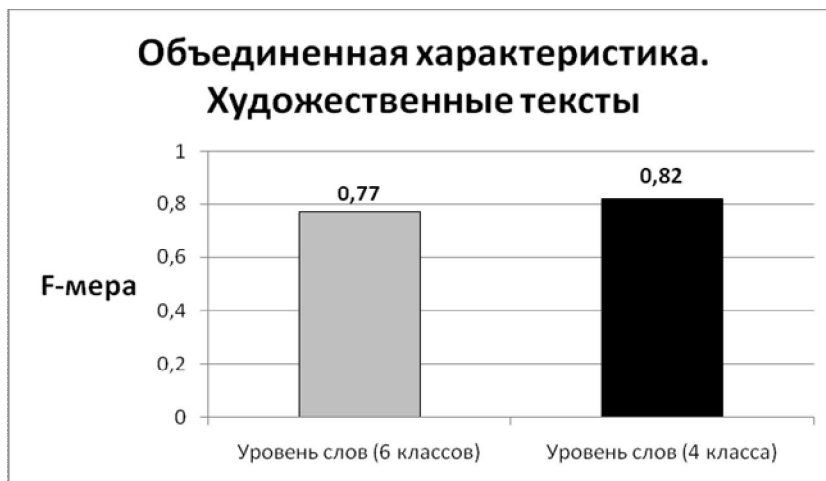


Рис. 3. Качество классификации объединенной характеристики на уровне букв и уровне слов для 6 классов

Как видно на рис. 3, в случае большого числа классов модель так же обеспечивает различия категорий, однако качество классификации по F-мере оказалась на 5% ниже. Однако качество классификации в целом приемлемо и показывается, что данная модель может быть применена для различного числа классов. Ошибки классификации могут быть вызваны неразличением некоторых текстов внутри класса, чей стиль во многом похож, в том числе в терминах модельного описания. В этом случае истинный автор текста будет определен неверно.

Как и для художественных текстов была произведена классификация текстов патентов. Результаты для текстов патентов на двух уровнях структурно-иерархической модели представлены на рис. 4.

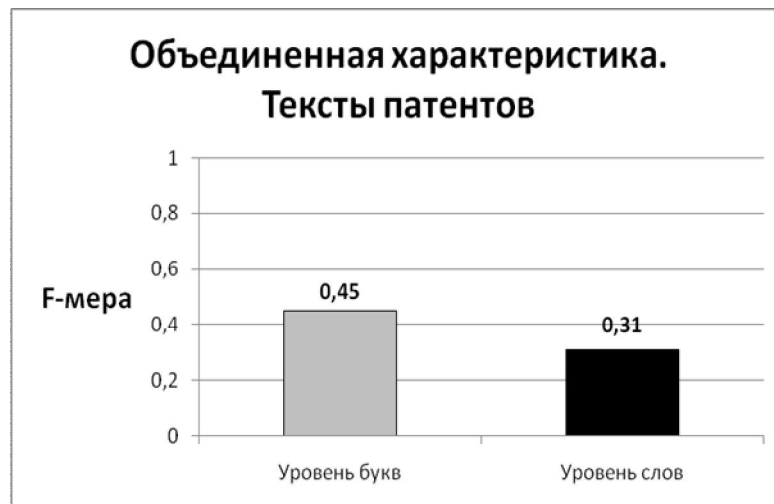


Рис. 4. Качество классификации объединенной характеристики на уровне букв и уровне слов

Как на уровне букв, так и на уровне слов результаты не приемлемы. Классификатор не смог разделить тестовую выборку на классы. Это можно объяснить тем, что тексты патентов обладают только определенным, постоянным символьным разнообразием, в отличие от художественных текстов. Так в случае художественных текстов у автора нет никаких ограничений на структуру и язык произведения, то в случае патентов есть определенные стандарты, используемые при написании документа. Данная объединенная характеристика на уровне букв и на уровне слов не может быть использована для классификации текстов патентов.

В работе была представлена модель энтропийных характеристик символьного разнообразия – кумулятивная и характеристика конечной разности на уровне букв и слов, в контексте решения задачи классификации текстов. Эксперименты показали, что пиковая характеристика символьного разнообразия не является информативным признаком в задачах классификации на основе моделирования энтропийными характеристиками символьного разнообразия, так как зависит только от длины текста. Объединенная характеристика символьного разнообразия текста показала хорошее качество классификации для различного количества классов и может рассматриваться как информативный признак для художественных текстов на уровне слов. Однако для текстов патентов как на уровне букв, так и на уровне слов ее следует исключить из рассмотрения.

Список литературы:

- [1] Ломакина Л.С., Мордвинов А.В., Суркова А.С. Построение и исследование модели текста для его классификации по предметным категориям // Системы управления и информационные технологии. – 2011. – №1(43). – С. 16–20.
- [2] Ломакина Л.С., Суркова А.С. Информационные технологии анализа и моделирования текстовых данных: Монография. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 208 с.
- [3] Сметанин, Ю.Г. Мера символьного разнообразия: подход комбинаторики слов к определению обобщенных характеристик временных рядов / Ю.Г. Сметанин, М.В. Ульянов // Бизнес-информатика. – 2014. – № 3 (29). – С. 40–48.
- [4] Сметанин, Ю.Г. Энтропийные характеристики разнообразия в символьном представлении временных рядов / Ю.Г. Сметанин, М.В. Ульянов // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сборник избранных трудов IX Международной научно-практической конференции / Под ред. проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2014. – С. 426–436.
- [5] Surkova A.S., Skorynin S.S. Modified classification algorithm with fuzzy interpretation of clusters // American Journal of Control Systems and Information Technology. Vol. 4, No. 2, 2014. pp. 27–30.

[6] Лингвистические вопросы алгоритмической обработки сообщений / Под ред. Р.Г. Котова, К.И. Курбакова. – М.: Изд-во «Наука», Институт языкознания (Академия наук СССР), 1983. – 254 с.

TEXT CLASSIFICATION BASED ON THE ENTROPIC CHARACTERISTICS MODELING

A.S. Surkova, S.S. Skorynin

Key words: classification, symbolic diversity characteristics, text data, the character sequences, the entropy, structural elements.

The article is concerned with the text data modeling for classification. A new model for the text classification within the structural-hierarchical approach based on entropic characteristics reflecting the diversity of their structural elements is suggested. The limitations and application areas of this model are determined.

Статья поступила в редакцию 13.07.2016 г.

УДК 629.5.06

А.В. Рудницкий, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е.Алексеева»

*В.И. Рудницкий, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е.Алексеева»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24*

*Ю.С. Федосенко, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ГОТОВНОСТИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ГРУППЫ СУДОВ

Ключевые слова: надежность технических систем, техническое обслуживание, затраты на содержание

Рассмотрена проблема обеспечения эксплуатационной готовности судов. Для её исследования на основе теории массового обслуживания разработана экономико-математическая модель, позволяющая осуществлять выбор наиболее рациональных вариантов технического обслуживания судов с учетом уровня надежности и оценки технического состояния судовых систем и механизмов.

Проблема технической эксплуатации (ТЭ) судов и судового оборудования [1] морского, речного и военно-морского флота многогранна и её решение, направленное на обеспечение эксплуатационной готовности судов, осуществляется по различным направлениям; при этом учитывается тот факт, что в жизненном цикле любого судна процесс эксплуатации является самым длительным и составляет в среднем 20–30 лет.

К основным направлениям совершенствования ТЭ флота, существенным образом влияющих на эффективность его функционального использования, относятся: организация технического обслуживания (ТО) и ремонта, использование совершенных технических устройств и средств для диагностики состояния судовых механизмов и сис-

тем, обеспечение соответствующей техническим условиям эксплуатационной надежности, автоматизация поддержки управления ТЭ.

Поддержание судов в состоянии эксплуатационной готовности [2] (ЭГ) означает реализацию адекватных эксплуатационной ситуации управляющих решений, базирующихся на достоверной и регулярно получаемой информации о техническом состоянии судовых систем и ремонтной базе. Связанные с этим финансовые затраты определяются количеством привлекаемого персонала и степенью автоматизации его труда.

В смысле вышеотмеченных направлений совершенствования системы ТЭ флота варианты организации выполнения работ по поддержанию судов в состоянии ЭГ зависят от уровня надежности и оценки технического состояния судовых механизмов и систем; при этом обнаружение их отказов может осуществляться на основе:

- результатов осмотра и при необходимости разборки механизмов и систем;
- результатов, полученных с использованием мобильных устройств и средств диагностики;
- показателей бортового автоматизированного мониторингового комплекса.

Как очевидно, по причине высокой стоимости ТЭ не рассматривается возможность проведения натурных экспериментов в целях выбора наиболее эффективных организационно-технических решений.

Типовые варианты оперативного управления системой ТЭ флота осуществляются в следующих условиях:

- имеет место нерегулярность поступления информации и отсутствует её обобщение по каждому судну и ремонтной базе, управляющие решения принимаются без автоматизации процесса обработки и анализа оперативных данных;
- информация по каждому судну и ремонтной базе поступает регулярно, управляющие решения принимаются на основе результатов автоматизированной обработки и анализа оперативных данных;
- информация по каждому судну и ремонтной базе поступает регулярно, управляющие решения принимаются на основе выбора из нескольких возможных вариантов, полученных в результате автоматизированной обработки и результатов анализа оперативных данных.

С точки зрения ТЭ экипаж (судовая команда – СК) может быть организован по следующим схемам.

А₁. СК выполняет только функции по управлению судном и обеспечивающих судовождение механизмами, системами; экипаж не закреплен за судном и осуществляет провод судна на определенном участке (в районе плавания).

Б₁. СК обеспечивает судовождение и ТО, а также ремонт обеспечивающих судовождение механизмов и систем; при этом он разделен на подгруппы, осуществляющие: а) управление судном, б) ТО и ремонт, в) бытовые условия.

В₁. Экипаж закреплен за судном постоянно и функционирует по принципу совмещения профессий, т.е. обеспечивает судовождение, бытовые условия и выполнение в ограниченном объеме ТО.

Весьма перспективным является поиск решений по совершенствованию системы ТЭ флота на основе данных адекватного математического моделирования при сравнительно незначительных экономических затратах, связанных с такими исследованиями. В этом случае приходится иметь дело с задачей, результатом решения которой должен быть выбор наиболее рационального варианта ТЭ в зависимости от уровня надежности судовой техники. В [3] (а также в ссылках в данном ресурсе) авторами рассмотрены нижеприводимые базовые элементы такой математической модели системы ТЭ.

Имеется группа, состоящая из N_j судов j -типа. Показатель уровня надежности T_{cp} (среднее время между отказами) принимает дискретные значения на интервале $[T_{min}, T_{max}]$.

С каждым значением T_i , $i = 1, \dots, n$ ($T_{\min} \leq T_1 \leq T_2, \dots, \leq T_n \leq T_{\max}$) связаны определенное количество отказов в единицу времени λ_i и количество заявок (судобслуживаний) Λ_j для группы судов j -типа в единицу времени, определяемое произведением $\Lambda_j = N_j \lambda_i$.

Не ограничивая общности, можно считать невозрастающими функциями от T_{cp} показатель C_3 , (суммарная зарплата работников, привлеченных к ТО и ремонту судов за эксплуатационный период продолжительностью t) и показатель C_M (суммарные затраты на приобретение использованных в процессах ТО, а также ремонта материалов и запчастей (ЗЧ) за период времени t). Дополнительно считаем, что интенсивности отказов λ_x , λ_o , устранимых соответственно в ходу и на специальных остановках судна (т.е. при выводе его из эксплуатации), линейно связаны с показателем Λ_j , т.е. $\lambda_x = \delta \Lambda_j$, $\lambda_o = \gamma \Lambda_j$, $\delta + \gamma = 1$.

Формулируя задачу оценки эффективности системы ТЭ, естественно принять за критерий величину затрат на содержание группы судов j -типа в течение единицы времени эксплуатации.

Переходя к формализации задачи оценки эффективности, отметим, что моменты времени наступления отказов судового оборудования и, соответственно, моменты направления заявок (требований) на ТО носят вероятностный характер. Таким образом, для выбора варианта системы ТЭ необходимо рассмотреть процесс управления стохастическим процессом.

Согласно [3] потоки отказов и заявок на их устранение описываются законом Пуассона, а время принятия решения по организационно-технической схеме их устранения и время выполнения работ ремонтной базой статистически подчиняются показательному закону [4].

Выполнение ремонтных работ может быть организовано по одному из нижеприведенных вариантов.

А₂. СК, средствами и персоналом БФСР – базы флота судоходной (судоремонтной) компании;

Б₂. МРБ – мобильной ремонтной бригадой и БФСР;

В₂. СК, МРБ и БФСР.

В виде стохастических сетей данные варианты выполнения ремонтных работ представлены на рис. 1, на которых каждое звено моделирует систему массового обслуживания (СМО) [5], обрабатывающую поток отказов и поток заявок на ТО.

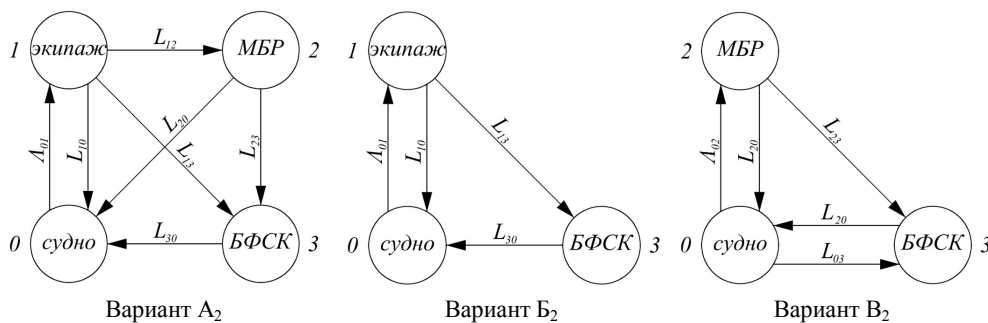


Рис. 1. Схемы функционирования системы ТО судов.

В качестве примера поясним вариант А₂ системы ТЭ, представленный на рис. 1. 0 – источник требований (суда); 1 – многоканальная СМО, в которой в качестве каналов обслуживания выступают члены экипажей судов, обеспечивающих штатное функционирование судового оборудования; 3 – многоканальная СМО, в которой каналы обслуживания моделируют подразделения БФСР. Потоки отказов и заявок на ТО, величины интенсивностей которых $\lambda_1 = \Lambda_{01}$, $\lambda_3 = \Lambda_{13}$, $\lambda_0 = \Lambda_{10} + \Lambda_{30}$ определя-

ются путем анализа статистических материалов по надежности судовых механизмов и систем, а также данных по ремонту судов.

Длительность U_i пребывания заявки в i -й СМО определяется как сумма

$$U_i = U_i^1 + U_i^2 + U_i^3 + U_i^4,$$

где U_i^1 – длительность ожидания обслуживания;

U_i^2 – длительность поиска неисправности;

U_i^3 – длительность принятия решения по устранению неисправности;

U_i^4 – длительность обслуживания.

При определении затрат на ТО и ремонт существенным показателем является длительность простоя судна, необходимого для устранения выявленной неисправности (отказа).

Для каждой СМО в рассматриваемых сетях среднее время обозначаем как соответственно U_1, U_2, U_3 . Через эти показатели общее же время $\bar{U}$ пребывания требования в сети определяется как взвешенная сумма $\bar{U} = \sum \frac{\lambda_i}{\lambda_0} U_i$.

Если за базовый принять вариант организации работ, при котором экипаж состоит из функциональных групп, то этому варианту (A_2 на рис. 1) соответствуют затраты C^3 на обеспечение эксплуатационной готовности группы судов, определяемые по формуле $C^3 = \sum C_{TO} + \sum C_p$. Здесь $\sum C_{TO}$ – совокупные финансовые затраты на все виды ТО за навигацию, определяемые по C_3, C_M и $\sum C_p$ – суммарные финансовые затраты на все виды внеплановых ремонтов за этот же временной период.

В свою очередь $\sum C_p = C_p^x + C_p^0$, где C_p^x – финансовые затраты на внеплановые ремонты без специальных остановок судов; C_p^0 – финансовые затраты на внеплановые ремонты судов в противном случае.

Финансовые затраты на внеплановые ремонты без специальных остановок судов вычисляются по формуле

$$C_p^x = \alpha \lambda_1 C_0 t, \quad (1)$$

а аналогичные финансовые затраты с выводом судов из эксплуатации вычисляются по формуле

$$C_p^0 = [\beta \lambda_1 U_1 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK}) + \lambda_3 U_3 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 - k_3 M_K)] t. \quad (2)$$

В (1), (2) приняты $\lambda_1 = \Lambda_J / 2$ и следующие обозначения:

C_0 – стоимость ЗЧ, материалов и зарплата экипажа по одному судну;

R_3 – расходы на БФСК (на одно судно в течение навигационного периода);

$\mathcal{E}_\phi$ – расходы на эксплуатацию одного судна на стоянке;

M_K, M_{TCK} – соответственно суммарные суточные зарплаты экипажа судна и работников технической службы судоходной компании (ТСК);

$k_1; k_2$ – коэффициенты, учитывающие затраты управленческого аппарата технической службы судоходной компании по группе рассматриваемых судов;

k_3 – коэффициент доля судовой команды, участвующая в ремонте в БФСР;

λ_1, λ_3 – интенсивности потоков заявок в СМО1 по варианту A_2 и в СМО3 по варианту B_2 соответственно;

U_1, U_3 – средние продолжительности пребывания одного требования в СМО1 и в СМО3.

Суммарные финансовые затраты складываются из затрат на ТО, проводимого судовой командой без специальных остановок судна и при выводе судна из эксплуатации. Согласно нормативам ТО3 выполняется с выводом судна из эксплуатации; ТО2 выполняется без специальных остановок – во время стоянок под погрузо-разгрузочными работами, а также в состоянии ожидания таких работ.

Таким образом, затраты на ТО определяется согласно формуле

$$C_{TO} = [k_4 \Lambda_{TO} U_{TO2} (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK}) + k_5 \Lambda_{TO} U_{TO3} (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK})] t, \quad (3)$$

в которой

U_{TO2}, U_{TO3} – соответственно среднее время проведения ТО2 и ТО3;

k_4, k_5 – коэффициенты, учитывающие доли ТО2 и ТО3 за период t ;

Λ_{TO} – поток заявок на ТО.

Наиболее характерными являются затраты в случаях специальных остановках судна и затраты на ТО2. Поэтому суммарные затраты системы ТЭ для варианта A_2 можно оценить по выражению

$$C_1^3 = [\beta \lambda_1 U_1 (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK}) + \sum C_{TO} + \lambda_3 U_3 (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 - k_3 M_K)] t. \quad (4)$$

При использовании мобильных устройств и средств диагностики выражение (4) преобразуется в соотношение

$$C_2^3 = [\beta \lambda_1 U_1 (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + k_6 K_\phi) + \sum C_{TO} + \lambda_3 U_3 (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 + k_6 K_\phi - k_3 M_K)] t,$$

где коэффициент k_6 учитывает амортизационные отчисления,

K_ϕ – приведенная к одному судну в сутки стоимость мобильных устройств и средств диагностики.

В случае, если управления системой технического обслуживания осуществляется с использованием системы автоматизированного управления (АСУ1), формула (4) имеет вид

$$C_3^3 = [\beta \lambda_1 U_1 (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{АСУ1}) + \sum C_{TO} + \lambda_3 U_3 (\Theta_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 + C_{АСУ1} - k_3 M_K)] t,$$

где $C_{АСУ1}$ – финансовые затраты на исследование информационных задач с использованием АСУ1.

Подобные соотношения для подсчета финансовых затрат могут быть построены для всех комбинаций компонентов системы ТЭ.

Рассмотрим теперь варианты системы ТЭ, когда команды не закреплены постоян-

но за судами и выполняют провод судов на конкретных участках водного пути (района плавания). В этом случае все работы по ТО проводит МБР. Выражения для подсчета финансовых затрат по этому варианту ТЭ записываются в следующей форме:

$$C_{10}^{MBP} = [\beta \lambda_2 U_2 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP} - k_3 M_K) + \beta \lambda_2 U_2' \mathcal{E}_\phi + k_4 \Lambda_{TO} U_{TO-2} C_{MBP} + \\ + k_5 \Lambda_{TO} U_{TO-3} (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP}) + k_5 \Lambda_{TO} U_{TO-3} (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP}) + \\ + \lambda_3 U_3 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 - k_3 M_K)] t, \\ C_{11}^{MBP} = [\beta \lambda_2 U_2 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP} - k_6 K_\phi - k_3 M_K) + \beta \lambda_2 U_2' \mathcal{E}_\phi + k_4 \Lambda_{TO} U_{TO-2} C_{MBP} + \\ + k_5 \Lambda_{TO} U_{TO-3} (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP}) + \lambda_3 U_3 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 + k_6 K_\phi - k_3 M_K)] t,$$

где U_2 – среднее время пребывания требования в СМО2,

U_2' – среднее время ожидания обслуживания требования в СМО2,

C_{BP} – расходы на содержание МРБ,

λ_2 – интенсивность потока требований в СМО2.

Для вариантов ТЭ судовой командой, организованной по схеме совмещения профессий, а эксплуатационная готовность судов обеспечивается командой, МРБ и БФСК, составленные по схеме сети B_2 экономические функции имеют вид

$$C_{10}^{MBP} = [\beta' \lambda_1 U_1 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK}) + \beta'' \lambda_2 U_2 \mathcal{E}_\phi (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP} - k_3 M_K) + \\ + \beta'' \lambda_2 U_2' \mathcal{E}_\phi + k_4 \frac{\Lambda_{TO}}{2} U_{TO-2} C_{MBP} + k_5 \frac{\Lambda_{TO}}{2} U_{TO-3} (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP}) + \\ + \lambda_3 U_3 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + R_3 - k_3 M_K)] t, \\ C_{23}^{\mathcal{E}+MBP} = [\beta' \lambda_1 U_1 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{ACV-1} + k_6 K_\phi) + \\ + \beta'' \lambda_2 U_2 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{ACV-1} + C_{MBP} + k_6 K_\phi - k_3 M_K) + \\ + \beta'' \lambda_2 U_2' \mathcal{E}_\phi + k_4 \frac{\Lambda_{TO}}{2} U_{TO-2} C_{MBP} + k_5 \frac{\Lambda_{TO}}{2} U_{TO-3} (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{MBP}) + \\ + \lambda_3 U_3 (\mathcal{E}_\phi + k_1 k_2 M_{TCK} + C_{ACV-1} + R_3 + k_6 K_\phi - k_3 M_K)] t.$$

В приведенных соотношениях $\beta = \beta' + \beta''$, β' , β'' – доли отказов, устраняемых соответственно СК и МРБ на специальных стоянках.

С целью количественной оценки рассмотренных моделей системы ТЭ судов и сравнительного анализа были использованы статистические данные по надёжности оборудования для группы судов типа «Волго-Дон» по данным Волжского речного пароходства.

Для вариантов системы ТЭ, когда экипаж организован по принципу функциональных групп и отсутствуют мобильные бригады ремонта, значения показателей $C_1^{\mathcal{E}}$ и $C_2^{\mathcal{E}}$ вычисляются по формулам $C_1^{\mathcal{E}} = 65,5\lambda_1 + 773$, $C_2^{\mathcal{E}} = 32,7\lambda_1 + 773$.

Соответственно, с применением автоматизации для информационного обеспечения управления системой имеем $C_3^{\mathcal{E}} = 26,2\lambda_1 + 773$.

Для вариантов системы, когда экипаж выполняет функции судовождения, а навигационный ремонт и ТО осуществляется МРБ и БФСК экономическая функция имеет

вид $C_1^{\text{Э}} = 132,7\lambda_1 + 755$. Для варианта применения контрольно-диагностических приборов $C_{11}^{\text{МБР}} = 66,3\lambda_1 + 755$.

Если судовая команда организована по принципу совмещения профессий и выполнения навигационного ремонта, ТО осуществляется экипажем, МРБ, БФСК с применением автоматизации для информационного обеспечения управления ТЭ

$$C_{11}^{\text{Э+МБР}} = 46,9\lambda_1 + 776.$$

Результаты расчета минимальных суточных затрат $C_{\min}$ (руб / сутки) на содержание в эксплуатационной готовности группы судов в зависимости от уровня надежности судового оборудования $T_{\text{ср}}$ позволяют достаточно точно представить их в виде следующих степенных зависимостей:

$C_{\min} = 2159T_{\text{ср}}^{-0,14}$ – для случая ТО и ремонта, проводимого судовой командой с использованием бортового диагностического комплекса;

$C_{\min} = 2874T_{\text{ср}}^{-0,18}$ – для случая ТО и ремонта, проводимого экипажем, МРБ, БФСК с использованием бортового диагностического комплекса и с применением автоматизации для информационного обеспечения управления системой ТЭ.

Достоверность представленных в работе моделей подтверждается практическим опытом эксплуатации речных грузовых судов с экипажами, организованными по принципу совмещения профессий с привлечением МРБ, и использованием различных средств диагностики и методов управления технической эксплуатацией.

Таким образом, комплексное моделирование позволяет выявить основные зависимости при различных компонентах системы ТЭ и обосновать общий метод стратегического планирования развития системы ТЭ судов разных типов.

Список литературы:

- [1] Техническая эксплуатация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.ru/abitur/act.7/okso.180105/st.3/index.php> (дата обращения: 10.11.16).
- [2] Руководство по технической эксплуатации судов внутреннего водного транспорта. РД212.01 82-02". Утв. Минтрансом РФ 20.12.2001.
- [3] Рудницкий, А.В., О математическом моделировании эксплуатационной готовности группы судов / А.В. Рудницкий, В.И. Рудницкий, Ю.С. Федосенко. Информационные управляющие системы и технологии (ИУСТ-ОДЕССА-2016). Материалы международной научно-практической конференции, 20 – 22 сентября 2016 г., Одесса: – ОНМУ, 2016. С. 278-279.
- [4] Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания / Л.Клейнрок. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 429 с.
- [5] Половко, А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – М.: BHV, 2008. – 704 с.

STOCHASTIC MODELS FOR THE OPERATIONAL READINESS EVALUATING OF THE CONTROL SYSTEM OF GROUP OF SHIPS TECHNICAL OPERATION

V.A. Rudnitsky, V.I. Rudnicki, Yu.S. Fedosenko

Keywords: technical exploitation, reliability of technical systems, maintenance works, the cost of maintenance

The problem of ensuring the operational readiness of ships is considered. Based on queuing theory economical-mathematical model is developed which allows for selection of the most rational vessels maintenance options taking into account the level of reliability and evaluation of the technical condition of ship systems and mechanisms. For the evaluation criterion

when selecting maintenance options the costs of ensuring the operational readiness of a group of ships are taken.

Статья поступила в редакцию 16.11.2016 г.

УДК 519.854.2

М.И. Фомичёв, магистрант НИУ «ВШЭ»
101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20.

ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ КЛАССИЧЕСКОГО МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА

Ключевые слова: задача коммивояжёра, метод ветвей и границ, особый случай, запрет ветвления.

Классический алгоритм, реализующий метод ветвей и границ для решения задачи коммивояжёра, предложенный в 1963 году Дж. Литл, К. Мурти, Д. Суини и К. Кэрл, остаётся по настоящее время самым востребованным алгоритмом при решении задачи нахождения гамильтонова цикла минимальной стоимости в полном графе. Существует много различных источников, в которых представлен псевдокод алгоритма с текстовыми комментариями. Однако в этих источниках не уделяется внимание некоторым особым случаям. Анализу одного из таких особых случаев и посвящена настоящая статья.

Введение

Целый ряд практических задач в области логистики сводится к классической задаче коммивояжера. Обилие эвристических методов её решения не означает отказа от возможности получения точных решений этой задачи. Классический алгоритм, реализующий метод ветвей и границ для решения задачи коммивояжёра, предложенный в 1963 году Дж. Литл, К. Мурти, Д. Суини и К. Кэрл [1], и в настоящее время остаётся востребованным алгоритмом точного решения задачи нахождения гамильтонова цикла минимальной стоимости в полном взвешенном графе. Не смотря на достаточно детальное описание алгоритма в различных источниках, например в [2], [3] и [4], в том числе в оригинальной статье [1], некоторым особым случаям метода не уделяется должного внимания. Анализу одного из таких особых случаев и посвящена настоящая статья.

Постановка задачи коммивояжёра

Содержательная постановка задачи состоит в том, что коммивояжёр должен посетить ряд городов с целью рекламы и продажи своих товаров. Предполагается, что между каждой парой городов существует собственное транспортное сообщение. Будем называть туром такой порядок посещения, при котором каждый город посещается только один раз. Стоимости проезда между городами известны, причем, в общем случае, стоимость проезда туда и обратно различна. Собственно, сама задача состоит в том, чтобы найти тур коммивояжёра с минимальной стоимостью. Очевидно, что число туров – конечно, и мы можем решить задачу прямым перебором. Но, к сожалению, полное множество содержит $(n - 1)!$ туров, и переборный алгоритм решения становится для реальных размерностей задачи совершенно неприемлемым.

Постановка задачи в терминах теории графов строится путём ассоциации городов с вершинами ориентированного графа, а путей сообщения и стоимостей проезда – с

нагруженными дугами. Мы получаем полный ориентированный асимметричный граф на n вершинах без собственных петель, задаваемый матрицей стоимостей $C = (c_{ij})$. Задача называется симметричной, если стоимость проезда между любыми двумя городами не зависит от направления, и несимметричной, если это не так. Отсутствие собственных петель может быть формализовано как $c_{ii} = \infty \forall i = \overline{1, n}$. Тогда задача формулируется как задача нахождения покрывающего (полного) цикла наименьшей стоимости, который и называется туром на полном ориентированном графе, заданном несимметричной (в общем случае) матрицей стоимостей C [2].

Поскольку тур – это полный цикл по всем вершинам, то начальная вершина тура может быть выбрана произвольно. Фиксируем вершину с номером один, и считаем, что некоторая перестановка x из множества $\pi(2, n)$ задаёт порядок обхода вершин, начиная с первой, и после последней вершины, заданной этой перестановкой, мы снова возвращаемся в начало тура. Таким образом, компоненты вектора X в пространстве E_2^{n-1} – это упорядоченные числа от двух до n , а сам вектор ассоциирован с некоторой перестановкой из $\pi(2, n)$ и мы можем записать

$$x \in \pi(2, n), x_i \in \{2, \dots, n\}, i = \overline{1, n-1}, x_i \neq x_j, i \neq j. \quad (1)$$

Определим далее отображение $N \times N \xrightarrow{c} R^+, (i, j) \rightarrow c(i, j), (i, i) \rightarrow \infty$, которое каждой упорядоченной паре вершин графа ставит в соответствие стоимость дуги, инцидентной этой паре. В построенном формализме задача коммивояжера имеет следующую постановку

$$\begin{cases} x = (x_1, \dots, x_{n-1}) \in \pi(2, n), \\ f(x) = c(1, x_1) + \sum_{i=1}^{n-2} c(x_i, x_{i+1}) + c(x_{n-1}, 1), \\ f(x) \rightarrow \min \end{cases} \quad (2)$$

Описание метода ветвей и границ для задачи коммивояжера

Общая идея метода ветвей и границ [5] предполагает разделение всего множества допустимых решений на подмножества с целью дальнейшего сокращения перебора – это процедура ветвления. С каждым таким подмножеством должна быть связана оценка (нижняя граница при поиске минимума), обеспечивающая отсечение тех подмножеств, которые заведомо не содержат оптимального решения – это процедура построения границ. Таким образом, метод приводит к исследованию древовидной модели пространства решений. В рассматриваемой задаче таким исходным множеством является множество всех туров коммивояжера, на котором минимизируется целевой функционал (2), задающий стоимость тура. Излагаемые ниже идеи авторов алгоритма [1] – это, своего рода, классика метода ветвей и границ. Для построения алгоритма необходимо предложить две основные процедуры – ветвление и построение границ. Рассмотрим процедуру ветвления [1]. Построение поискового дерева решений начинается с корня, который будет соответствовать множеству «всех возможных туров», т. е. корень дерева представляет множество R всех $(n-1)!$ возможных туров в задаче с n городами. Ветви, выходящие из корня, определяются выбором одной дуги, например, (k, l) . Идея авторов алгоритма [1] состоит в том, чтобы разделить текущее множество туров на два множества: одно – которое, весьма вероятно, содержит оптимальный тур, и другое – которое, вероятно, этого тура не содержит. Для этого предлагается специальный алгоритм выбора дуги (k, l) , которая, вполне вероятно, входит в оптимальный тур. Текущее множество разделяется на два множества: множество туров, которое содержит дугу (k, l) и не содержит её. Заметим, что идея авторов алгоритма очень перспективна – если так организовать процесс ветвления, что на каждом

шаге выбирается «правильная» дуга, то весь процесс будет завершен за n шагов. Далее по тексту статьи, мы будем обозначать нижнюю границу множества туров, представленную данной вершиной поискового дерева решений, числом в вершине, а выбранную дугу ветвления – обозначением у дуги поискового дерева. Пример некоторого фрагмента такого дерева решений приведен на рисунке 1.

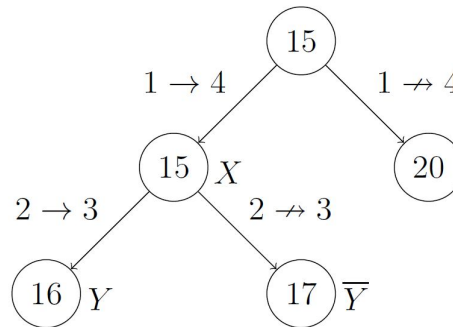


Рис. 1. Фрагмент поискового дерева решений

Число 15 в корне поискового дерева означает нижнюю границу стоимости всех туров. Далее алгоритм выбирает дугу $(1; 4)$ в качестве дуги ветвления и множества всех туров разделяется на множество туров, которые содержат дугу $(1; 4)$ (обозначение дуги дерева решений $1 \rightarrow 4$) и которые не содержат дугу $(1; 4)$ (обозначение дуги дерева решений $1 \nrightarrow 4$). На следующем этапе работы алгоритма выбирается множество туров, которое соответствует вершине с нижней границей 15. Это множество туров уже делится на два подмножества: подмножество туров, которые содержат дугу $(2; 3)$, и подмножество туров, которые не содержат дугу $(2; 3)$.

Как было сказано, с каждой вершиной дерева связывается нижняя граница стоимости любого тура из этого множества. Очевидно, что задача состоит в получении как можно более точных нижних границ. Причина этого следующая. Предположим, что уже получен конкретный полный тур T со стоимостью $c(T)$. Если нижняя граница, связанная с множеством туров, представленных некоторой вершиной поискового дерева, больше, чем $c(T)$, то до конца процесса поиска не нужно рассматривать эту и все следующие за ней вершины. В реализации это приводит к усечению поискового дерева решений путем отбрасывания всех листьев поискового дерева, имеющих стоимость большую, чем $c(T)$. Подробное изложение других этапов метода можно найти, например в [2] и [4].

Схема алгоритма метода ветвей и границ для задачи коммивояжера

Приведем следующую схему алгоритма метода ветвей и границ для задачи коммивояжера, в которой приняты следующие обозначения [2]. Пусть X – текущая вершина поискового дерева, а (k, l) – дуга, по которой происходит ветвление, обозначим вершины, непосредственно следующие за X , через Y и $\bar{Y}$ (см. рисунок 1). Множество Y есть подмножество туров из X , проходящих через дугу (k, l) (другими словами $k \rightarrow l$), а множество $\bar{Y}$ – подмножество туров из X , не проходящих через дугу (k, l) (другими словами $k \nrightarrow l$). Вычисленные нижние границы для множеств Y и $\bar{Y}$ обозначим через $c(Y)$ и $c(\bar{Y})$ соответственно. Самый дешевый тур, известный алгоритму в данный момент, обозначим через z_0 , причем в момент инициализации $z_0 = \infty$.

branch_and_bound (n, C) (n – размерность, C – матрица стоимостей)

1. Инициализация.

2. Приведение матрицы стоимостей C .
3. Установка корня поискового дерева решений $X = R$.
4. Приведение исходной матрицы, вычисление $c(X)$.
 $while (c(X) < z_0)$
5. Выбор дуги ветвления (k, l) .
6. Процесс ветвления. Создание вершины $\bar{Y}$ и вычисление $c(\bar{Y})$.
7. Процесс ветвления. Создание вершины Y и вычисление $c(Y)$.
 if размер матрицы стоимостей в вершине Y равен 2 $then$
8. Проведение исчерпывающей оценки для вершины Y .
 $if c(Y) < z_0 then$
9. $z_0 := c(Y)$.
10. Выбор следующей вершины поискового дерева решений и установка X .
11. Вычисление фрагмента матрицы C , соответствующего выбранной вершине X , на основании пути от корня до текущей вершины.
 $end (c(X) < z_0)$
12. Оптимальное решение со стоимостью z_0 найдено.
 end

В целях данной статьи, обратим внимание на некоторые этапы в данной укрупненной схеме:

Этап 2. Под приведением матрицы стоимостей C понимается следующее: последовательно проходим строки C и вычитаем значение наименьшего элемента каждой строки из каждого элемента этой строки. Потом то же самое делаем для каждого столбца. Если для некоторого столбца или строки минимальный элемент равен нулю, то рассматриваемый столбец или строка уже приведены, и тогда переходим к следующему столбцу или строке.

Этап 6. Дуга (k, l) не содержится в турах, которые соответствуют вершине $\bar{Y}$. Это означает, что в матрице стоимостей, которая соответствует вершине $\bar{Y}$, надо положить $c_{k,l} = \infty$. При этом $c(\bar{Y}) = c(X) + \min c_k^r + \min c_l^c$, где $\min c_k^r$ – минимальный элемент в строке, соответствующей вершине k исходного графа, матрицы стоимостей C , которая соответствует вершине $\bar{Y}$ дерева решений, а $\min c_l^c$ – минимальный элемент в столбце, соответствующий вершине l исходного графа, матрицы стоимостей C , которая соответствует вершине Y дерева решений.

Этап 7. В процессе создания вершины Y выполняется запрет любой дуги из вершины k , и любой дуги, входящей в вершину l (редукция текущей матрицы стоимостей), совместно с запретом дуги (k, l) и дуги, замыкающей какой-либо подцикл, содержащий дугу (k, l) , для соответствующей вершины поискового дерева решений. При этом $c(Y) = c(X) + h(Y)$, где $h(Y)$ – результат приведения матрицы стоимостей, которые соответствуют турам, соответствующим вершине Y .

Описание особого случая

В процессе ветвления (на этапах 6 и 7) возникает запрет выбора одного или нескольких дуг. После нескольких таких запретов может возникнуть ситуация, когда невозможно перейти из одной вершины исходного графа в какую-либо другую. Иными словами, классический алгоритм метода ветвей и границ в процессе ветвления может привести к пустому множеству допустимых решений в некоторой вершине поискового дерева. В матрице стоимостей эта ситуация будет представлена строкой или столбцом, состоящим из бесконечных значений. Именно эта особая ситуация и не была рассмотрена ранее в литературных источниках.

Рассмотрим особую ситуацию на конкретном примере. Данный пример был выявлен в процессе детального тестирования и отладки метода ветвей и границ. Тестиро-

вание проводилось на двух миллионах сгенерированных полных графов размерность 5, элементы этих графов были равномерные псевдослучайные числа от 1 до 100. Ниже представлена матрица стоимостей рассматриваемого полного графа $\tilde{G}$, порождающего особый случай метода ветвей и границ.

	1	2	3	4	5
1	∞	72	33	1	40
2	52	∞	70	11	19
3	34	51	∞	11	42
4	3	7	10	∞	24
5	72	51	72	37	∞

Теперь, необходимо привести матрицу стоимостей, вычитая минимальные значения в каждой строке, а затем и в каждом столбце.

	1	2	3	4	5	min
1	∞	72	33	1	40	1
2	52	∞	70	11	19	11
3	34	51	∞	11	42	11
4	3	7	10	∞	24	3
5	72	51	72	37	∞	37

Приведение
по строкам

	1	2	3	4	5
1	∞	71	32	0	39
2	41	∞	59	0	8
3	23	40	∞	0	31
4	0	2	3	∞	21
5	35	14	35	0	∞

	1	2	3	4	5
1	∞	71	32	0	39
2	41	∞	59	0	8
3	23	40	∞	0	31
4	0	4	7	∞	21
5	35	14	35	0	∞
min	0	4	7	0	8

Приведение
по столбцам

	1	2	3	4	5
1	∞	71	32	0	39
2	41	∞	59	0	8
3	23	40	∞	0	31
4	0	2	3	∞	21
5	35	14	35	0	∞

Таким образом, получается приведённая матрица C .

Сложив минимальные значения, которые мы вычли из строк и столбцов, получаем нижнюю границу для всех возможных туров, равную 82.

Теперь начинается этап ветвления. Необходимо выбрать дугу для ветвления. Согласно [1], выбирается такая дуга, чтобы нижняя оценка множества туров, которые не содержат выбранную дугу, была максимальная. В нашем случае, такой дугой является дуга (1; 4). На рис. 2 представлено дерево решений после первого ветвления.

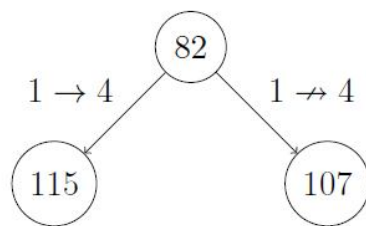


Рис. 2. Дерево решений после первого ветвления графа

Теперь необходимо выбрать лист дерева решения, который соответствует минимальной нижней границы. В нашем случае, такая нижняя оценка – 107. Этой вершине соответствует следующая матрица стоимостей:

	1	2	3	4	5
1	∞	42	0	∞	6
2	41	∞	52	0	0
3	23	36	∞	0	23
4	0	0	0	∞	13
5	35	10	28	0	∞

Стоит заметить, что у этой матрицы стоимостей уже запрещена дуга (1; 4) и проведена редукция.

Теперь переходим к следующему процессу ветвления. Согласно правилу выбора дуги ветвления, мы должны выбрать дугу (3; 4). Результатом будет дерево решений, изображенное на рисунке 3.

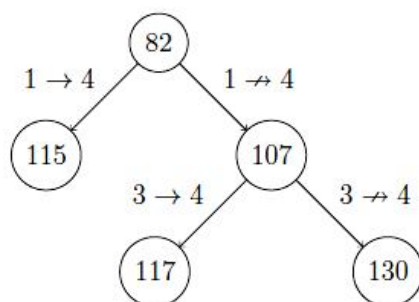


Рис. 3. Дерево решений после второго ветвления

Следующая вершина для ветвления – вершина, которая соответствует нижней границе 115. Детали расчёта матрицы стоимостей и выбора дуги опустим, потому что они не отображают рассматриваемый особый случай и метод работы не отличается от классического алгоритма. Дерево решений, отображающее результат ветвления, представлено на рис. 4.

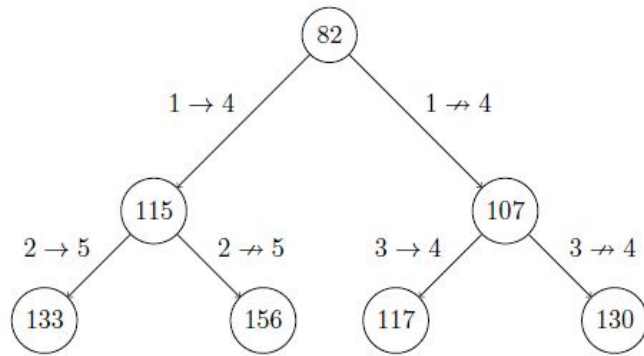


Рис. 4. Дерево решений после третьего ветвления

Следующая вершина для ветвления – вершина, которая соответствует нижней границе 117. Детали расчёта матрицы стоимостей и выбора дуги также опустим. Дерево решений, отображающее результат ветвления, представлено на рис. 5.

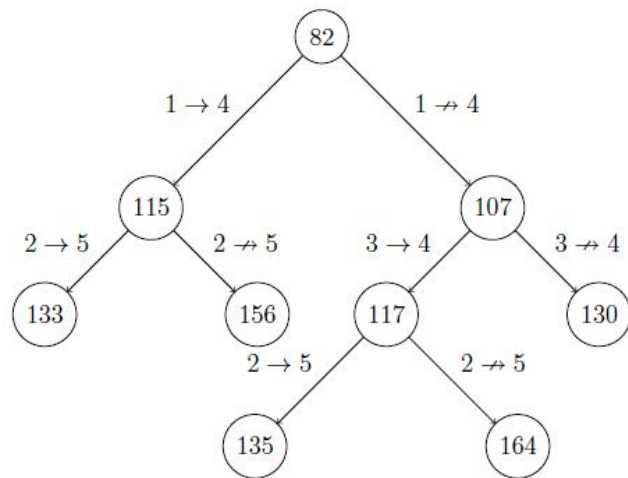


Рис. 5. Дерево решений после четвёртого ветвления

Следующая вершина для ветвления – вершина, которая соответствует нижней границе 130. Ей соответствует следующая матрица стоимостей:

	1	2	3	4	5
1	∞	42	0	∞	6
2	41	∞	52	0	0
3	0	13	∞	∞	0
4	0	0	0	∞	13
5	35	10	28	0	∞

Дуга для ветвления – (4;2). Результатом будет дерево решений, изображенное на рисунке 6.

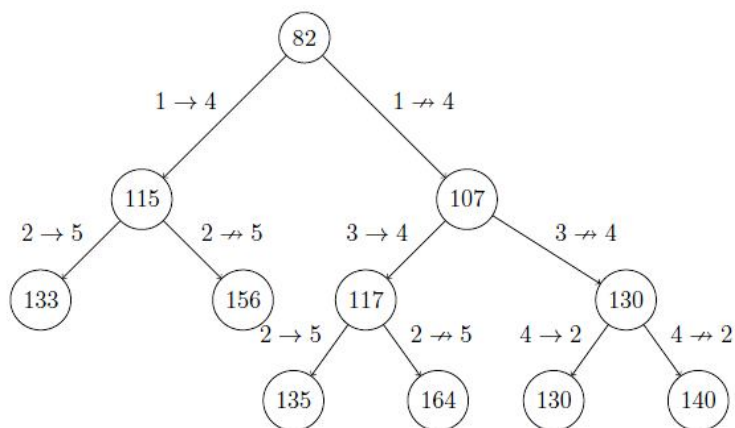


Рис. 6. Дерево решений после пятого ветвления

Следующая вершина для ветвления – вершина, которая соответствует нижней границе 130. Ей соответствует следующая матрица стоимостей:

	1	3	4	5
1	∞	0	∞	6
2	41	52	∞	0
3	0	∞	∞	0
5	35	28	0	∞

Стоит обратить внимание, на то, что помимо запрета дуги (1; 4) и дуги (3; 4), также удалена строка, которая соответствует вершине 4 и столбец, который соответствует вершине 2 и запрещен выбор дуги (2; 4) для запрета возникновения возможных подциклов.

Дугой ветвления является дуга (2; 5). Дерево решений, отображающее результат ветвления, представлено на рисунке 7. На рисунке 7 обозначены вершины дерева решений X , Y и $\bar{Y}$, которые соответствуют множеству туров с нижней границей 130, содержащие дугу (2; 5) и не содержащую дугу (2; 5).

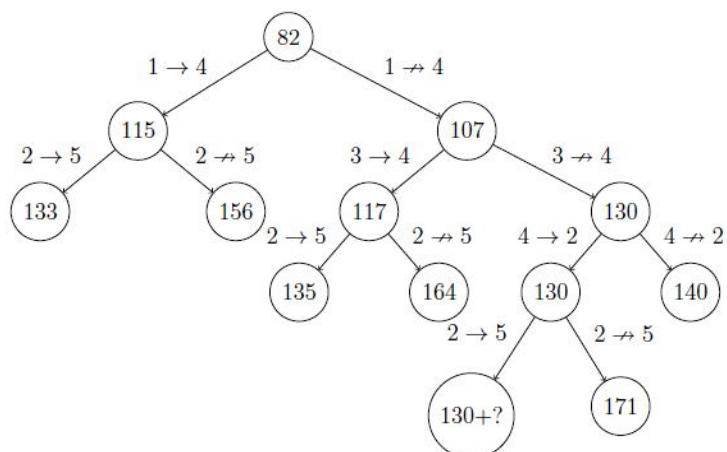


Рис. 7. Дерево решений после пятого ветвления

И тут мы попадаем в ситуацию, когда невозможно оценить нижнюю границу для вершины Y , соответствующую множеству туров, проходящих через дугу (2; 5). Давайте рассмотрим матрицу стоимостей, которая возникает после редукции Y :

	1	3	4
1	∞	0	∞
3	0	∞	∞
5	35	28	∞

Для оценки нижней границы необходимо привести матрицу стоимостей, но это сделать невозможно, так как столбец, который соответствует вершине 4, состоит только из ∞ . Иными словами, возникает ситуация, когда множество возможных туров – пустое.

Анализ особого случая

Минимальное возможное количество ветвлений до возникновения такой особой ситуации равно $n - 1$, где n – количество вершин. Один переход будет запрещён в случае включения дуги в тур (вместе с этим будет убрана одна строка и один столбец), остальные необходимые $n - 2$ запрета возникнут при запрете выбора дуги.

При возникновении такой ситуации возникают два естественных вопроса:

1. Когда необходимо реагировать на такую ситуацию?
2. Что делать в случае её возникновения?

Разумеется, эти два вопроса необходимо решать совместно. Предлагается два возможных варианта решения:

1) В процессе приведения матрицы стоимостей проверять, не является ли минимальным значением в столбце или в строке бесконечность. Тогда мы игнорируем данную вершину в дереве решений и переклюкаемся на следующую вершину с минимальной стоимостью (возвращаемся к стандартной схеме работы).

2) При каждом запрете перехода проверять, существуют ли в столбце и в строке, на пересечение которых запрещается переход, значения отличные от бесконечности. Если в строке и в столбце будут существовать отличные от бесконечности значения, то запрет возможен. В противном случае – запрет невозможен и эту вершину дерева решений можно больше не учитывать. Более того, если мы нашли такую пару вершин графа $\tilde{G}$, для которых запрет перехода невозможен, то эта дуга обязательно должна быть включена во все допустимые туры данного подмножества решений.

Стоит заметить, что в первом варианте дерево решений будет больше, чем во втором, но есть вероятность, что нам не надо будет посещать эти вершины, так как они будут «отрезаны» в ходе работы алгоритма.

Заключение

Таким образом, в статье показано, что:

- в классическом методе ветвей и границ [1] есть особый случай, который не был прежде рассмотрен;
- проведён детальный анализ данного особого случая и выявлены причины, которые могут привести к его возникновению;
- проанализированы возможные варианты решения особого случая.

Полученные результаты могут быть использованы практиками, которые реализуют задачу коммивояжёра для решения различных прикладных задач (например, для реализации навигаторов) или научными сотрудниками, которые исследуют задачу коммивояжёра.

Несмотря на то, что данный особый случай возникает очень редко (у автора работы он возник один раз из двух миллионных тестовых сценариев), его все равно необходимо учитывать. Если его не учесть при реализации метода ветвей и границ, то результат обработки графа $\tilde{G}$ зависит от особенностей реализации алгоритма (начиная от зависания программы и заканчивая получением некорректного значения). Изначально у автора данной работы результатом работы программы над графом $\tilde{G}$ являлся «тур», который не представлял из себя гамильтонов цикл, кроме того, если сложить дуги, которые входили в этот «тур», то их сумма была на единицу больше, чем стоимость тура, которую рассчитал алгоритм.

Список литературы:

- [1] Little J.D.C., Murty K.G., Sweeney D.W., Karel C. An algorithm for the traveling salesman problem // Operat. Res., 11 (1963), pp. 972–989.
- [2] Гудман С., Хидетниemi С. Введение в разработку и анализ алгоритмов. – М.: Мир, 1981. – 368 с.
- [3] Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. – 2-е изд. б испр и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.
- [4] Ульянов М.В. Ресурсно-эффективные компьютерные алгоритмы. Разработка и анализ. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 304 с.
- [5] Land A.H., Doig A.G. An automatic method of solving discrete programming problems // Econometrica. – 1960. – V. 28 – № 3. – P. 497–520.

ONE SPECIAL CASE OF THE BRANCH AND BOUND ALGORITHM FOR THE TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

M.I. Fomichev

Key words: travelling salesman problem, branch and bound method, special case, branching ban.

The classical Branch and Bound algorithm for the travelling salesman problem, presented in 1963 by Little J.D.C., Murty K.G., Sweeney D.W., Karel C., is nowadays one of the most popular algorithms to find a minimum Hamiltonian cycle in a complete graph. There are many literature references having an algorithm pseudocode with comments. However, there are some special cases which are not discussed in these references. One of these cases is analyzed in this article.

Статья поступила в редакцию 04.10.2016 г.

Раздел III

**Надежность и ресурс
в транспортном
машиностроении**



Section III

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



УДК 621.01

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

А.И. Волков, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

Д.Н. Шишулин, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24

ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПЛАВУЧИХ КРАНОВ ПО ИХ ФАКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЖЕННОСТИ

Ключевые слова: механика поврежденной среды, плавучий кран, металлоконструкции, прочность, ресурс, напряженно-деформированное состояние, усталостная долговечность.

В статье приведена проблематика прогнозирования ресурса металлоконструкции плавучих кранов по эксплуатационной фактической нагрузженности. Для определения наработанного и оценки возможного остаточного ресурса крана на основании уравнений механики поврежденной среды выполнен анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкции стрелы и каркаса плавучего крана грузоподъемностью 5 тонн и максимальным вылетом 30 метров, а также выполнена оценка его усталостной долговечности и прогноз остаточного ресурса. Полученный результат способствует научно-обоснованно решить задачу продления ресурса плавучих кранов отработавших проектируемый нормативный срок эксплуатации.

1. Введение

Значительно увеличиваются требования к надежности и длительности безаварийной эксплуатации как конструкций в целом, так и отдельных её элементов. Последние тенденции развития конструкций и аппаратов машиностроения описываются уменьшением удельного веса металла в единице продукции за счет оптимального проектирования и использования высокопрочных материалов, эксплуатация которых связана с увеличением общей и местной напряженностью конструктивных элементов и уменьшением коэффициентов запаса прочности. Приведенные тенденции привели к тому, что актуальнейшей задачей современной науки и техники продолжает оставаться задача адекватной оценки технического и эксплуатационного ресурса конструкций, диагностики отработавшего и прогноза остаточного ресурса в процессе эксплуатации объекта.

Ни одна из предпринятых попыток количественно и качественно увязать повреждение с изменением измеримого физического параметра в общем случае не позволяет получить результаты, которые могли бы быть использованы в практических расчетах. Повреждение, зарождение дефектов и окончательное разрушение конструкций в основном обусловлено зарождением микродефектов, их ростом и слиянием в макроскопические трещины.

Поэтому в последнее время развивается другой подход, основанный на введении макроскопического параметра, характеризующего на макроуровне степень поврежденности материала. В общем случае, это должен быть тензор второго ω_{ij} или более высокого ранга, зависящий от истории напряженно-деформированного состояния. Однако, ввиду отсутствия в настоящее время необходимой экспериментальной информации, в качестве меры поврежденности в большинстве случаев выбирают скалярный параметр ω , изменяющийся от начального состояния ω_0 , соответствующего не поврежденному материалу, до предельной величины ω_f соответствующей образо-

ванию в данном объеме материала макроскопической трещины определенных размеров.

Настоящая работа посвящена применению методов и уравнений МПС для оценки прочности и ресурса металлоконструкций плавучих кранов по их фактической эксплуатационной нагруженности и разработке на их базе специальных алгоритмов для оценки остаточного ресурса и продления срока службы кранов за нормативный срок.

2. Модель повреждённой среды для оценки усталостной долговечности опасных зон металлоконструкций плавучих кранов

Анализ статистики эксплуатации плавучих кранов показывает, что свыше 80% всех разрушений, в том числе и металлоконструкций грузоподъемных кранов, имеют причину в виде усталостных дефектов. Поэтому определение предельных состояний материалов и конструкций, работающих в условиях циклического нагружения, с учетом технологии изготовления, конструкционных и эксплуатационных факторов, является одной из актуальных задач современного машиностроения.

Многолетние экспериментальные и теоретические исследования усталостных дефектов и деформаций позволили сделать вывод, что усталость занимает две области циклического нагружения.

Одна из указанных областей – циклическое нагружение. Эта область характеризуется небольшим числом циклов N_f до усталостного разрушения ($N_f \leq 10^4$) и реализуется в элементах конструкций в зонах высоких температур и конструктивной концентрации напряжений при номинальных допускаемых напряжениях $0,5 \div 0,8 \sigma_T$ (предела текучести) материала. Процесс малоциклового усталости (МЦУ) сопровождается циклическим упрочнением (или разупрочнением) материала и нелинейной зависимостью «напряжение-деформация» при циклическом деформировании. Малоцикловая усталость в значительной мере зависит от циклических свойств конструкционного материала и истории нагружения.

Другая область – циклического нагружения, при котором макроскопическая деформация во время каждого цикла принимается упругой, а пластическими деформациями пренебрегают. Для этой области характерны малые нагрузки и большие долговечности ($N_f > 10^5$). Эта область называется многоциклового усталостью (МнЦУ). Именно макроскопическая циклическая деформация позволяет отличить малоцикловую усталость от многоциклового.

В области долговечностей $N_f = 10^4 \div 10^5$ циклов одновременно действуют оба механизма деградации начальных прочностных свойств материала.

Модель повреждённой среды [2], для оценки усталостной долговечности материалов металлоконструкций, состоит из трёх взаимосвязанных частей:

- соотношений, устанавливающих связь между тензорами напряжений и деформаций с учётом зависимости от процесса разрушения;
- эволюционных уравнений, характеризующих кинетические накопления усталостных дефектов;
- комплекс критериев прочности поврежденного (имеющего усталостные дефекты) материала и конструкции, зависящие от многих факторов.

а) *Определяющие соотношения.*

В упругой области (до достижения предела пропорциональности и текучести) функция между шаровыми и девиаторными элементами тензоров деформаций и напряжений устанавливается с помощью закона Гука:

$$\sigma = 3Ke, \quad \sigma'_{ij} = 2Ge'_{ij} \quad (1)$$

$$\Delta\sigma = 3K\Delta e + \Delta K\sigma / K, \quad \Delta\sigma'_{ij} = 2G\Delta e'_{ij} + \Delta G\sigma'_{ij} / G$$

здесь $\sigma, \Delta\sigma, e, \Delta e$ – шаровые, а $\sigma'_{ij}, \Delta\sigma'_{ij}, e'_{ij}, \Delta e'_{ij}$ – девиаторные составляющие тензоров напряжений σ_{ij} , деформаций e_{ij} и их приращений $\Delta\sigma'_{ij}, \Delta e'_{ij}$ соответственно;

$K(\omega)$ – модуль объёмного сжатия;

$G(\omega)$ – модуль сдвига (функция накопленной поврежденности ω);

б) Эволюционные уравнения накопления усталостных повреждений (МнЦУ).

Математическая модель поврежденной среды при действии механизма многоциклового усталости основывается на критерии, экспериментально обоснованном для большого класса конструкционных сталей [6]:

$$\Delta W_0 = \Delta W_e [1 - f(\gamma)], \quad \gamma = \frac{\sigma_u}{\sigma_y}, \quad \Delta W_e = \frac{\sigma'_{ij} \Delta e'_{ij}}{2}, \quad (2)$$

где $\sigma_u = (\sigma'_{ij} \sigma'_{ij})^{1/2}$ – интенсивность тензора напряжений,

$\Delta e_u = (e'_{ij} e'_{ij})^{1/2}$ – приращение интенсивности упругих деформаций,

σ_y – интенсивность тензора напряжений, соответствующая условному пределу выносливости материала,

ΔW_0 – опасная часть полной удельной энергии упругого деформирования ΔW_e ;

ΔW_e – девиаторная часть удельной энергии упругого деформирования;

$\Delta W_n = \Delta W_e \cdot f(\gamma)$ – неопасная часть удельной энергии ΔW_e на этапе нагружения.

Функция $f(\gamma)$ характеризует степень влияния механизма многоциклового усталости на кривую усталости. Данную функцию можно представить в виде:

$$f(\gamma) = \begin{cases} 1 & \text{при } \gamma \leq 1 \\ 1 - b^* \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma^* - 1} \right)^m & \text{при } \gamma =, 1 \leq \gamma \leq \gamma^* \\ 1 - b^* & \text{при } \gamma \geq \gamma^* \end{cases} \quad (3)$$

Экспериментальный и теоретический анализ процессов поврежденности материала позволяет представить эволюционное уравнение накопления усталостных повреждений в общем виде [7]:

$$\Delta \omega = \frac{\alpha + 1}{r + 1} f(\beta) z^\alpha (1 - \omega)^{-r} \Delta z, \quad (4)$$

$$z = \sum \Delta z_i, \quad \Delta z_i = \frac{\Delta W_{ei}}{W_e^f} [1 - f(\gamma)], \quad (5)$$

где α и r – материальные параметры; $W_e = \sum \Delta W_{ei}$;

W_e^f – критическое значение опасной энергии.

в) Критерий прочности поврежденного материала.

При рассмотрении окончания фазы развития рассеянных по нагруженной конструкции микроповреждений (стадии образования макротрещины) принимается условие достижения величиной поврежденности своего критического значения:

$$\omega = \omega_f \leq 1. \quad (6)$$

3. Оценка прочности и ресурса металлоконструкций плавучих кранов по их эксплуатационной нагруженности

В настоящее время 98% плавучих кранов, эксплуатируемых на внутренних водных путях Российской Федерации отработали нормативный срок эксплуатации и нуждаются в периодическом техническом освидетельствовании специализированных организаций. Проблема особенно актуальна, так как с одной стороны, парк грузоподъемных машин практически полностью выработал свой заявленный эксплуатационный ресурс (по данным Ростехнадзора до 80% грузоподъемных кранов и подъемников (вышек), а по данным Российского Речного Регистра более 90% плавучих кранов выработали нормативный срок службы), а с другой стороны, у эксплуатантов плавучих подъемных сооружений нет заявленной финансовой возможности для обновления парка плавучих кранов, их замены или модернизации, замены изношенных узлов.

Основными причинами многих аварий плавучих кранов являются отказы или повреждения, а также разрушения отдельных узлов несущих металлоконструкций из-за некачественного производства, неквалифицированного монтажа, а также нарушения заявленного режима работы подъемного сооружения и несвоевременного или неудовлетворительного проведения технического обслуживания, диагностирования, технического освидетельствования. Кроме того, одной из усугубляющих причин аварий подъемных сооружений является несоблюдение утвержденных графиков планово-предупредительного ремонта, правил безопасности и инструкций при эксплуатации подъемных сооружений [3].

Конструктивные недостатки на этапе проектирования, низкое качество сварных соединений, допущенное при ремонте, монтаже и изготовлении подъемного сооружения, неудовлетворительное качество стали, применяемое при ремонте и изготовлении ответственных металлоконструкций кранов – основные причины повреждений и разрушения элементов и узлов металлоконструкций плавучих кранов.

В настоящее время, большая часть плавучих кранов, эксплуатируемых на внутренних водных путях Российской Федерации, отработали нормативный срок эксплуатации и нуждаются в периодическом техническом освидетельствовании специализированных организаций. В процессе освидетельствования выполняется [4]:

- расчет достигнутой группы классификации (режима) по спектру нагружения;
- расчет остаточного ресурса по достигнутой группе классификации (режима).

Указанный расчет остаточного ресурса проводится по приближенным методикам, берущим в основу статическое нагружение и одноосное напряженное состояние и расчет ресурса по усталостной кривой материала – В Ст3сп ГОСТ 380–2005 (рис. 1), что не отображает реальную картину эксплуатации плавучего крана в натурных условиях и не позволяет объективно оценить:

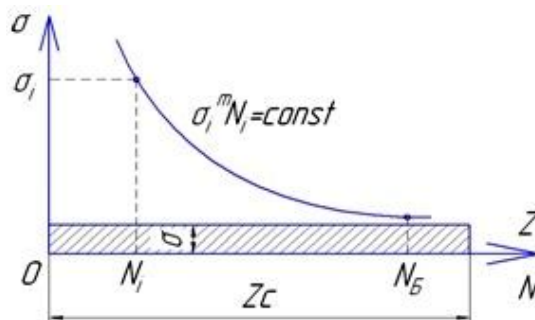


Рис. 1

- количество циклов до разрушения при условии сохранения существующего режима нагружения;

- возможное дополнительное число рабочих циклов при проектном коэффициенте распределения нагрузок;
- возможное дополнительное число рабочих циклов при условии нагружений ГПМ нагрузками, близкими к номинальным значениям.

Стандартные методы прогнозирования усталостной долговечности при помощи полуэмпирических формул, полученные на постоянном анализе процесса деформирования и связывающие параметры петель гистерезиса с количеством циклов до разрушения, требуют большого количества экспериментальной информации и справедливы только для узкого класса эксплуатационных режимов нагружения в пределах имеющейся базовой экспериментальной информации по возможному характеру использования и нагружения металлоконструкции. Поэтому в последнее время развивается другой подход, основанный на введении макроскопического параметра, характеризующего на макроуровне степень поврежденности материала. В общем случае, это должен быть тензор второго ω_{ij} или более высокого ранга, зависящий от истории напряженно-деформированного состояния. Однако, ввиду отсутствия в настоящее время необходимой экспериментальной информации, в качестве меры поврежденности в большинстве случаев выбирают скалярный параметр ω , изменяющийся от начального состояния ω_0 , соответствующего неповрежденному материалу, до предельной величины ω_f , соответствующей образованию в данном объеме материала макроскопической трещины определенных размеров.

Оценка выработанного ресурса и прогноз остаточного ресурса сложных инженерных объектов, к каким, в частности, относится металлоконструкции крана, в реальных условиях эксплуатации диктует высокие требования к характеристикам ЭВМ и к качеству программного обеспечения численного моделирования процессов усталостной долговечности. Это, в частности, гарантированная точность расчетов НДС материала с учетом сопутствующих нелинейных эффектов (пластичность, поврежденность материала и др.), моделирование всего временного интервала стационарирования параметров циклического деформирования, а в отдельных случаях даже просчеты всего жизненного цикла объекта.

Принципиально важным является радикальное повышение точности расчета напряжений в районе концентраторов (сварных швов, коррозии, точках смены типа граничных условий и в других особых случаях).

Чтобы решить столь сложную проблему, необходим высокий технико-вычислительный потенциал. В настоящее время поставленных целей достигают реализацией серии взаимосвязанных расчетов меньшего уровня сложности: трехмерного упругого расчета, двухмерного упругопластического расчета, расчета отдельных элементов и оценка их усталостной долговечности.

Цель упругого расчета НДС в трехмерной постановке – дать общее представление о характере деформирования объекта, оценить важные с точки зрения расчета параметры аппроксимации и выявить места, критические с точки зрения долговечности.

Целью расчета НДС в двухмерной постановке с учетом нелинейного характера поведения материала является детальное численное моделирование связанных процессов деформирования и поврежденности в выделенных критических зонах рассматриваемого узла. При этом большая часть конструкции не рассматривается, а ее влияние на нелинейную зону учитывается через граничную зону или конденсацию «лишних» степеней свободы.

Цель расчёта отдельных элементов – провести оценку усталостной долговечности опасных зон элементов и узлов несущих конструкций и определить остаточный ресурс.

Для оценки возможности практического использования метода математического моделирования истощения ресурса, с использованием определяющих соотношений НДС, был проведен расчет металлоконструкции плавучего крана КПЛ 5-30 (зав. №2040), изготовленного в 1974 заводом «Теплоход» г. Бор. К настоящему времени плавучим краном было совершено 902 467 циклов и перегружено 2 256 168 тонн (по

данным организации-эксплуатанта). Материал металлоконструкции крана СтЗкп. Определение НДС каркаса выполнено в зависимости от положения стреловой системы (стрела, хобот, оттяжка, подвижный противовес) для 3-х случаев вылета: максимальный вылет стрелы – 30 метров, средний вылет – 15 метров, минимальный вылет – 8 метров. Расчетные исследования выполнены как для статического, так и для динамического типа приложения нагрузок (резкая остановка механизма поворота при плавном подъеме груза).

Скорость подъема груза $v_{под} = 1,2$ м/с, максимально поднимаемый вес груза $F = 61740$ Н. Для общего представления о характере деформирования металлоконструкции и вычисления местоположения узлов, критических с точки зрения долговечности, на первом этапе был проведен упругий расчет по (КЭ) программе [13]. Физико-механические характеристики СтЗ были приняты следующими [14, 15]: модуль упругости Юнга $E = 1,94 \times 10^5$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0,28$; предел текучести $\sigma_T = 230$ МПа; плотность $\rho = 7850$ кг/м³.

Исходя из сортаментов используемых профилей, идеализация конструкции на конечные элементы проводилась с использованием балочного конечного элемента, который является трехмерным симметричным в поперечном сечении. При моделировании металлоконструкции данным типом конечного элемента в качестве реальных констант использовались стандартные геометрические характеристики профилей: площадь поперечного сечения балки, моменты инерции относительно двух осей (в поперечном сечении), высота поперечного сечения, ширина поперечного сечения.

Результаты расчета НДС для металлоконструкции стрелы представлены на рис. 2.

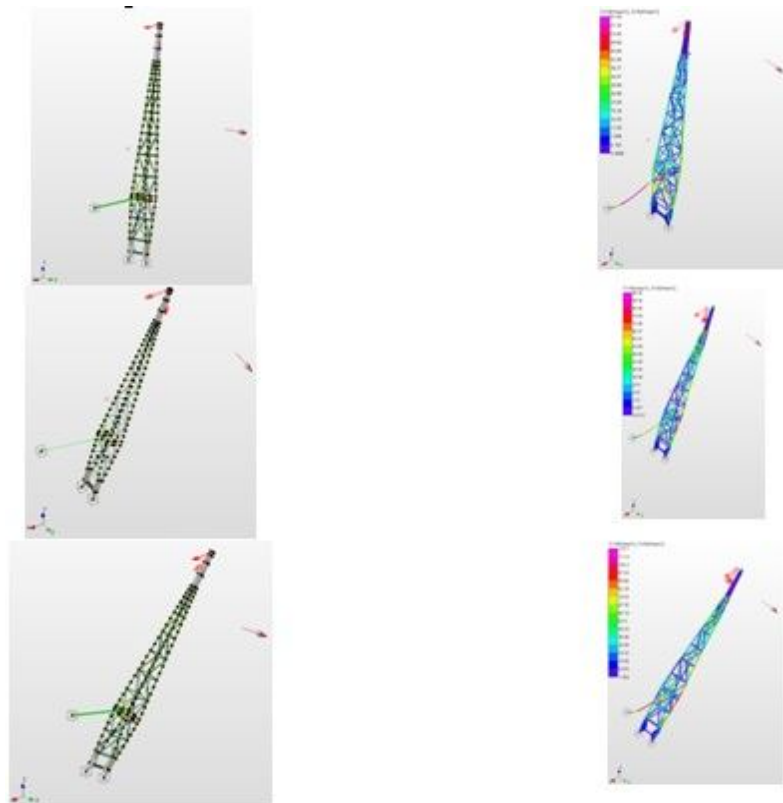


Рис. 2

Определим положение стрелы, при котором напряжения, возникающие в металлоконструкции стрелы наибольшие – максимальный вылет стрелы, узел с наибольшими эквивалентными напряжениями представлен на рис 3.

Для моделирования истощения ресурса выделим наиболее нагруженный участок стрелы и проанализируем характеристику изменения напряжений и деформаций. Для этого определим действующие усилия в панели, стойках и раскосах указанного узла (рис. 4).

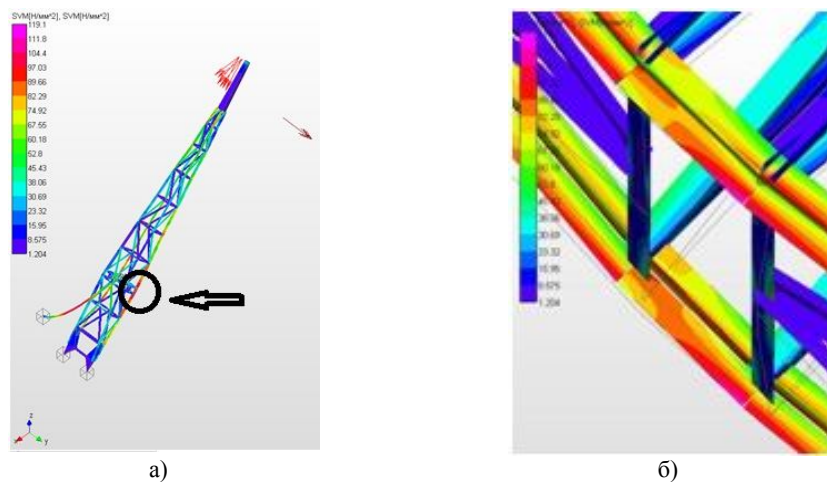
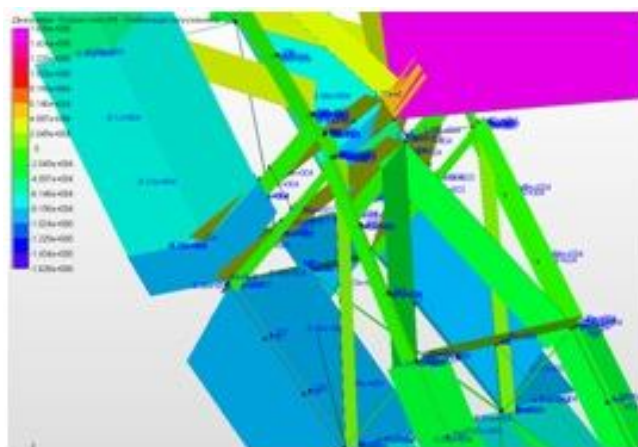


Рис. 3



Смоделируем узел в пакете Компас 3D и сформируем сетку конечных элементов (рис. 5).

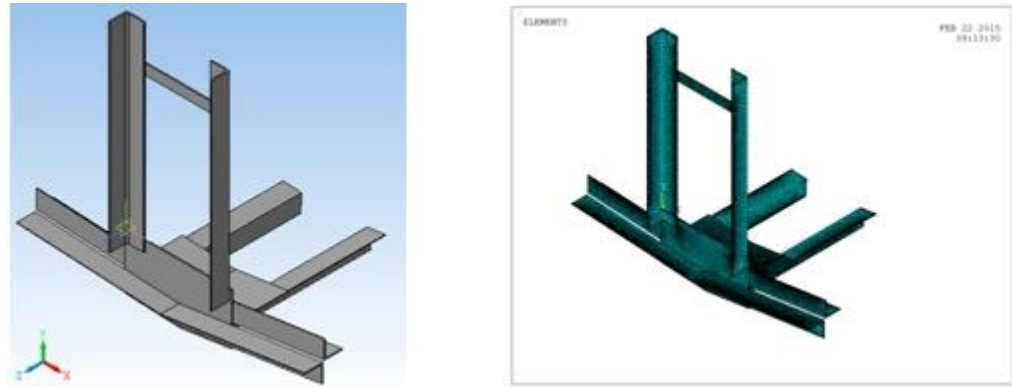


Рис. 5

Расчет напряжений, действующих в панели стрелы, и возникающие деформации произведен в программе «Structure CAD» пакета «Scad Office v.11» как для трёхмерной твердотельной модели с помощью 8, 10, 20 - узловых конечных элементов из материала с изопараметрическими свойствами для симметричной конструкции относительно продольной оси. Результаты расчёта приведены на рис. 6.

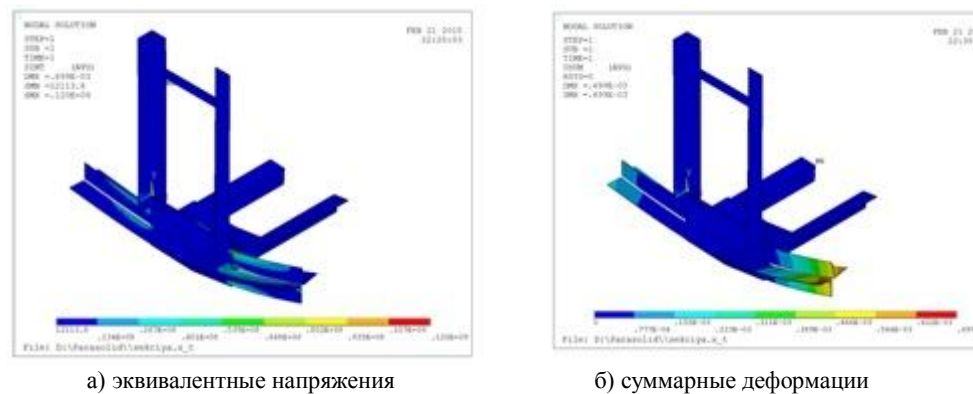


Рис. 6

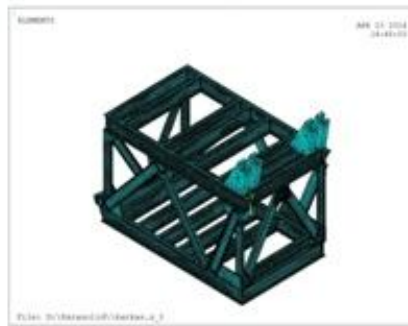
Как видно, наибольшие эквивалентные напряжения, возникающие в панели стрелы, составляют 120 МПа (область многоциклового усталости). Для расчета наиболее нагруженного узла стреловой системы выполним оценку НДС каркаса машинного отделения – узел опирания стрелы и подвижного противовеса.

Каркас проектировался в натуральную величину с учетом заданных характеристик прочности металлоконструкции и общей прочности модели и его геометрических размеров. Учитывая большую сложность моделирования сварного соединения каждого раскоса (стойки) было заменено на абсолютно жесткое (аналог сварного соединения). Моделирование опор каркаса выполнялось в наложении граничных условий, исключающие перемещение этих узлов во всех направлениях. Также исключался поворот в этих узлах. Анализируя элементы сортамента, используемые для изготовления элементов конструкции каркаса машинного отделения, разбиение конструкции на конечные элементы выполнено с использованием балочного конечного элемента, являющегося объемным и симметричным в поперечном сечении. При моделировании металлоконструкции данным типом конечного элемента в качестве реальных констант использовались стандартные геометрические характеристики профилей: площадь поперечного сечения балки, моменты инерции относительно двух

осей (в поперечном сечении), высота поперечного сечения, ширина поперечного сечения. Расчетные исследования выполнены как для статического, так и для динамического типа приложения нагрузок (резка остановка механизма поворота при плавном подъеме груза). Схема каркаса с указанием геометрических характеристик и используемого сортамента профилей представлена на рис. 7. Скорость подъема груза $v_{под} = 1,2$ м/с, максимально поднимаемый вес груза $F = 61740$ Н. Для анализа необходимых тензоров деформаций и напряжений наиболее нагруженных узлов каркаса, представления о характере деформирования каркаса и определения расположения «опасных» узлов, критических с точки зрения долговечности, был выполнен расчет в упругой зоне по модулю расчета в конечно-элементной среде [13]. Для выполнения расчета была построена трехмерная модель каркаса машинного отделения в программе «Компас 3D» (рис. 7, а).



а)



б)

Рис. 7

Указанная модель была разбита на 8, 10, 20 – узловые конечные элементы из материала с изопараметрическими свойствами для симметричной конструкции относительно продольной оси в программе «Structure CAD» из пакета «SCAD Office v.11» (рис. 7, б).

Нагрузка, приходящаяся на основание подвижного противовеса:

$$F_{III} = \frac{\sum [R_{z0} \cdot R_{x0}]}{4} = 89,645 \text{ [кН]}. \quad (7)$$

Принимаем, что действующая сила распределена по площади основания поверхности качения подвижного противовеса, где площадь основания равна:

$$S_{III} = 37700 \text{ [мм}^2\text{]}. \quad (8)$$

Соответственно, величина распределенного давления составляет:

$$p_{III} = \frac{F_{III}}{S_{III}} = \frac{89645}{37700 \times 10^{-6}} = 140409751 \text{ [Па]}. \quad (9)$$

Нагрузка, приходящаяся на основание пяты стрелы:

$$F_C = \frac{R_C}{2} = \frac{74.98}{2} = 37,49 \text{ [кН]}. \quad (10)$$

Принимаем, что действующая сила распределена по площади основания пяты стрелы, где площадь основания равна:

$$S_c = 201062 \text{ [мм}^2\text{]}. \quad (11)$$

Соответственно, величина распределенного давления составляет:

$$p_c = \frac{F_c}{S_c} = \frac{37490}{20106,2 \times 10^{-6}} = 1864599 \text{ [Па]}. \quad (12)$$

Задание нагрузки производилось путем приложения распределенной нагрузки $F = 3091,2$ КПа на узлы опирания подвижного противовеса.

Расчет нагрузки, приходящийся на каркас произведен в программе «Structure CAD» пакета «Scad Office v.11» как для трёхмерной твердотельной модели с помощью 8, 10, 20 – узловых конечных элементов из материала с изопараметрическими свойствами для симметричной конструкции относительно продольной оси. Результаты расчёта приведены на рис. 8. Был выбран номинальный режим работы крана, соответствующий максимально допускаемой грузоподъемности – 5 тонн, предельной ветровой нагрузке рабочего состояния – скорость ветра 15 м/с, максимальной инерционной нагрузке и максимальному крену понтона – 3°.

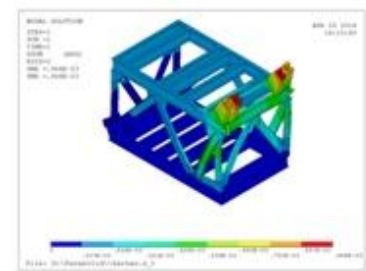
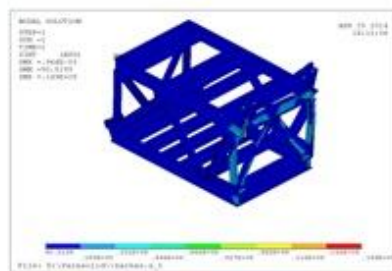


Рис. 8

Проанализировав результаты расчета, определим наибольшее эквивалентное напряжение, составляющее 149 МПа и выделим 2 наиболее нагруженных узла каркаса (рис. 9, а, б).

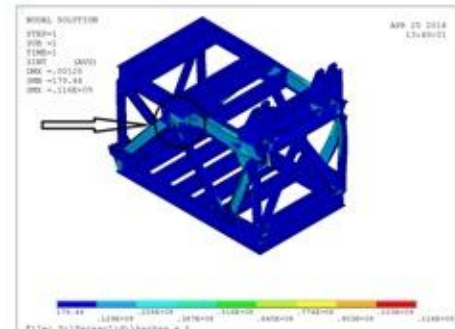
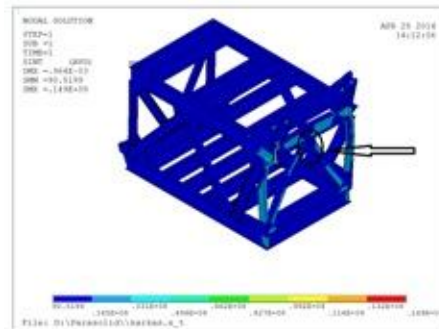


Рис. 9

Тензор напряжений и деформаций для узлов А и Б соответственно имеет вид:

Узел А:

$$(e_{ij}) = \begin{pmatrix} e_{11} & e_{12} & e_{13} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} \\ e_{31} & e_{32} & e_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8 \times 10^{-3} & 0,227 \times 10^{-3} & 0,112 \times 10^{-3} \\ 0,227 \times 10^{-3} & 0,426 \times 10^{-4} & 0,29 \times 10^{-3} \\ 0,112 \times 10^{-3} & 0,29 \times 10^{-3} & 0,484 \times 10^{-3} \end{pmatrix} \quad (13)$$

Узел Б:

$$(e_{ij}) = \begin{pmatrix} e_{11} & e_{12} & e_{13} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} \\ e_{31} & e_{32} & e_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5,56 \times 10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 2,87 \times 10^{-4} & 0 \\ 0 & 0 & 4,54 \times 10^{-3} \end{pmatrix} \quad (14)$$

Полученные значения эквивалентных напряжений составляют 150 МПа, что для металлоконструкции каркаса больше значений эквивалентных напряжений панели стрелы, поэтому для оценки усталостной долговечности крана в целом в дальнейшем расчете необходимо рассмотреть металлоконструкцию каркаса плавучего крана, узлы А, Б (рис. 9).

Для оценки усталостной долговечности крана и анализа процесса накопления усталостных повреждений в наиболее нагруженной зоне (рис. 10, а) выделим объем материала в этой зоне и с помощью программы «EXPMODEL» разработанной на кафедре ПМ и ПТМ ФГБОУ ВО ВГУВТ проведем анализ процесса накопления повреждения в указанном объеме материала по заданной истории его нагружения – изменение тензора деформаций $(e_{11}, e_{22}, e_{33}, e_{12}, e_{23}, e_{31})$, полученных из решения краевых задач (см. (2)). Расчеты получены при задании следующих математических параметров, определяющих соотношения:

$$b^* = 0,3; \quad \gamma^* = 3,75; \quad m = 5; \quad \sigma_y = 61,5 \text{ МПа}; \quad W_f = 5050 \text{ МДж/м}^2.$$

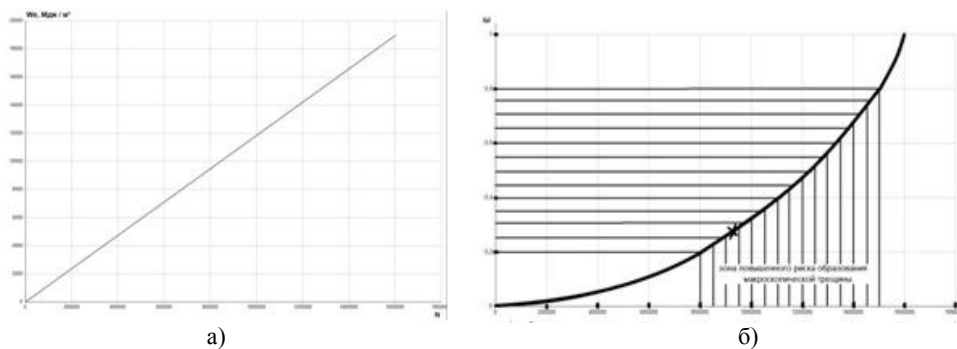


Рис. 10

Используя специализированное программное обеспечение кафедры ПМ и ПТМ ВГУВТ (ПК «EXPMODEL») был произведен расчет усталостной долговечности крана. На рис. 10, а приведена зависимость энергии, идущей на образование повреждений от числа циклов нагружения, а на рис. 10, б зависимость величины поврежденности ω от числа циклов нагружения. Видно, что несмотря на то, что зависимость энергии от числа циклов нагружения носит линейный характер зависимость величины поврежденности ω от числа циклов нагружения носит экспоненциальный характер. На рис. 10, б видно, что за время эксплуатации кран отработал 908325 циклов нагружения, а накопленная поврежденность при этом составляет $\omega = 0,275$. Эксперимен-

тальные исследования критической поврежденности для конструкционных сталей показали, что образование макроскопической трещины происходит при уровне поврежденности $\omega_f \approx 0,8$ (что соответствует $N_f = 1500000$ циклов). В экспериментах [14] показано, что в зависимости от свойств материала и условий нагружения образование макроскопической трещины может произойти и при меньшем уровне поврежденности: $0,2 \leq \omega \leq 0,8$. Так как для конструкционных сталей значение $\omega_f \approx 0,8$, то эксплуатация крана в паспортном режиме допускается с проведением ежегодной экспертизы промышленной безопасности, с применением неразрушающих методов контроля несущих узлов металлоконструкции стрелового устройства. Таким образом, учитывая характерный режим нагружения металлоконструкции плавучего крана срок эксплуатации плавучего крана (продленный ресурс) может быть увеличен на 15 лет.

4. Заключение

1. В статье приведен вариант математической модели механики поврежденной среды, полученной в работах Ю.Г. Коротких для расчета усталостной долговечности конструкций по механизму деградации многоциклового усталости материала.

Приведенная математическая модель позволяет учитывать:

– нелинейность суммирования повреждений при изменении режимов нагружения или вида напряженного состояния;

– нелинейность процесса накопления усталостных повреждений.

2. Разработана научно-обоснованная инженерная методика расчета полей напряжений, деформаций, повреждений в опасных зонах элементов и узлов несущих конструкций по механизму деградации многоциклового усталости материала.

3. Проведён анализ кинетики напряженного деформированного состояния элементов и узлов плавучего крана КПЛ 5–30, подверженного воздействию знакопеременных нагрузок. На основе полученных результатов выполнен прогноз усталостной долговечности, который показал, что данный подход пригоден для разработки на его основе экспертных систем оценки ресурса плавучих кранов, как на стадии проектирования подъемного сооружения или плавучего крана, так и на стадии эксплуатации.

Список литературы:

- [1] Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ. Предсказание. Предотвращение. – М.: Мир, 1984.
- [2] Волков И.А., Коротких Ю.Г. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями. – М.: Физматлит, 2008. – 424с.
- [3] Романов А.Н. Разрушение при малоцикловом нагружении. – М.: Наука, 1988. – 279с.
- [4] Корум С. Оценка современной методологии проектирования высокотемпературных элементов конструкций на основе экспериментов по их разрушению // Теоретические основы инженерных расчетов. – 1988, № 1. – С. 104–118.
- [5] Броек Д. Основы механики разрушения. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
- [6] Патрикеев А.Б. О механизме разрушения верхних участков стальных подкрановых балок // Пром. стр-во. – 1979. – № 5. – С. 38–43.
- [7] Руководящий технический материал // Расчёты и испытания на прочность / Методы расчёта на трещиностойкость металлоконструкций мостовых кранов при статическом и циклическом нагружении. – Красноярск, 1990. – 58 с.
- [8] Трощенко В.Т. Деформирование и разрушение металлов при многоцикловом нагружении. – Киев: Наук. думка, 1981. – 343с.
- [9] Волков И.А. Модель повреждённой среды для оценки ресурсных характеристик конструкционных сталей при механизмах истощения, сочетающих усталость и ползучесть материала / И.А. Волков, А.И. Волков, Ю.Г. Коротких, И.С. Тарасов // Вычислительная механика сплошных сред. – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 232–245.
- [10] Боднер Л. Критерий приращения повреждения для зависящего от времени разрушения материалов // Теоретические основы инженерных расчетов. – 1976. – № 2. – С. 51–58.

- [11] Chaboche J.L. Continuous damage mechanics a tool to describe phenomena before crack initiation // Engineering Design. 1981. vol. 64. p. 233–247.
- [12] Волков И.А. Численное моделирование упругопластического деформирования и накопления повреждений в металлах при малоцикловой усталости. / И.А. Волков, Ю.Г. Коротких, И.С. Тарасов, Д.Н. Шишулин // Междунар. научно-технический журнал «Проблемы прочности»: изд-во Института проблем прочности НАНУ– №4. – Киев, 2011.
- [13] «Structure CAD» пакет «Scad Office v.11».
- [14] Волков И.А., Яблоков А.С. Об одном подходе к оценке долговечности металлоконструкций плавучих кранов по их фактическому, эксплуатационному нагружению // Вестник ВГАВТ – № 42. – Н.Новгород, 2015. – С. 56–68с.
- [15] Леметр Ж. Модель механики повреждения сплошных сред при вязком разрушении // J. of Engineering Materials and Technology. 1985. V. 107. P. 3–9.

JUSTIFICATION PERFORMANCE OF METAL FLOATING CRANES DEPENDING ON TO THEIR ACTUAL SERVICE LOADING

A.S. Yablokov, A.I. Volkov, D.N. Shishulin

Keywords: *mechanics of damaged condition, floating crane, metal constructions, strength, life, stress-strain state, fatigue durability.*

The article describes the problems of forecasting the resource of metal floating cranes depending on actual operational loading. In order to determine and evaluate the possible accumulated and residual resource of the crane on the basis of the equations of the damaged condition mechanics, the analysis of the stress-strain state of the metal construction of the boom and the framework of the floating crane with the loading capacity of 5 tons and the maximum reach of 30 meters is carried out. The evaluation of its fatigue durability and the forecast of a residual resource is performed. The received result promotes a scientifically-based solution to the problem of prolongation of the resource of the floating cranes which worked out the designed normative service life.

Статья поступила в редакцию 21.09.2016 г.

Раздел IV

**Судостроение, судоремонт
и экологическая безопасность судна**



Section IV

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

УДК 504.4.054: 502.4

Н.В. Бышева, аспирантка ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.С. Наумов, д.т.н., академик РАТ, профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ

Ключевые слова: разлив нефти, внутренние водные пути, загрязнение окружающей среды, береговая линия, компоненты природной среды, физико-химические свойства нефти, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.

В статье выполнено обоснование актуальности проблемы загрязнения береговой линии внутренних водных путей от разливов нефти на примере Нижегородской области. Произведена оценка размеров загрязнения береговой линии при авариях на водном объекте, с использованием моделирования большого количества сценариев разливов нефти.

Транспортные происшествия на внутренних водных путях (ВВП) достаточно часто приводят к аварийным разливам нефти и нефтепродуктов [1]. При разливах нефти ущерб наносится практически всем компонентам природной среды (гидросфере, атмосфере, литосфере и биосфере), что обуславливается физико-химическими свойствами нефти и параметрами окружающей среды [2, 3].

Ликвидация последствий таких комплексных загрязнений окружающей среды является сложной и достаточно дорогостоящей операцией. Особенно это касается загрязнения береговой линии ВВП, для ликвидации которых необходимо использовать специальные средства и технологии [4]. Поэтому проблема загрязнения береговой линии ВВП является важным аспектом при планировании и осуществлении мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти. Решение этой проблемы, прежде всего, связано с оценкой степени загрязнения береговой линии ВВП при различных параметрах разлива нефти и окружающей среды.

В данной статье выполнена оценка загрязнения береговой линии р. Волга в пределах Нижегородской области на основе моделирования различных сценариев разлива нефти.

Моделирование проводилось с использованием программно-аппаратного комплекса PISCES II «Система моделирования и анализа аварий, связанных с загрязнением окружающей среды», производства компании ТРАНЗАС, установленного на базе учебно-тренажерного центра по управлению кризисными ситуациями природного и техногенного характера Волжского государственного университета водного транспорта [8, 9].

При моделировании учтен гидрологический режим межени. Так как данная статья является постановочной, рассмотрены только два типа нефтепродукта, наиболее часто используемые на водном транспорте – мазут и дизельное топливо, а также приняты определенные температурные условия, типичные для периода навигации – температура воды 10°C, температура воздуха 15°C. Учет большего количества видов нефтепродукта и различных температур приводит к резкому увеличению количества сценариев в данной работе, в чем нет необходимости, в силу постановочного характера статьи. Высота волны принималась равной 0 м (совместно с наиболее вероятной скоростью ветра) и 1,2 м (совместно с максимально возможной скоростью ветра), водоем разряда «Р». Отдельно рассматривались разливы от наливных судов и судов, относя-

щихся к другим видам флота (неналивные суда), поскольку тип судна определяет объем разлива.

Дальнейшее комбинирование исходных данных позволило выделить группы сценариев. Количество сценариев в группе принималось равным 8 (количество рассмотренных направлений ветра). Необходимость расчетов параметров нефтяного загрязнения для такого количества направлений ветра вызвана значительными трудностями определения наиболее опасного направления ветра с точки зрения распространения нефтяных полей, что обусловлено большой извилистостью реки Волга.

Максимально возможный разлив для наливного судна определяется 50% максимальной грузоподъемности [5] наливного судна на реке Волга – 320 м³ или 275 т (при плотности топлива 0,86) и 304 т (при плотности топлива 0,95). Максимально возможный разлив нефтепродуктов для судов других видов флота для условий межени на реке Волга принимается по наибольшему запасу топлива и смазки у неналивных теплоходов на реке Волга – 108,5 т.

Моделирование разливов нефти было выполнено из очагов аварийности 857,9 км; 510 км; 598 км; 688 км, которые были выбраны из базы данных, содержащей информацию по границам участков аварийности с 95% вероятностью. Эта база данных определена в результате статистического анализа транспортных происшествий произошедших в Волжском бассейне за период 1980–2010 год, и содержится в программно аппаратном комплексе PISCES II [6, 7]. Очаг аварийности – это территория, в пределах которой произошла утечка нефтепродукта в результате аварии.

Результаты моделирования представлены в таблицах 1–5 и на рисунках 1–5.

Таблица 1

**Характеристики группы сценариев (1 и 2): Очаг аварийности 857,9 км.
Разлив при аварии наливного судна. Межень. Объем разлива 304 т. Мазут**

№ сценария	Масса нефти на берегу, т	Масса разлива, т	Масса нефти на берегу, %	Тип нефтепродукта	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Направление ветра, градусы	Очаг аварийности
1	84,4	304	27,76	Мазут	3,7	С	0	857,9
2	47,8	304	15,72	Мазут	3,7	СВ	45	857,9
3	53,8	304	17,69	Мазут	3,7	В	90	857,9
4	14,05	304	4,62	Мазут	3,7	ЮВ	135	857,9
5	124,4	304	40,92	Мазут	3,7	Ю	180	857,9
6	146,5	304	48,19	Мазут	3,7	ЮЗ	225	857,9
7	60,6	304	19,93	Мазут	3,7	З	270	857,9
8	93,9	304	30,88	Мазут	3,7	СЗ	315	857,9
9	69,99	304	23,02	Мазут	17	С	0	857,9
10	84,95	304	27,94	Мазут	17	СВ	45	857,9
11	0	304	0	Мазут	17	В	90	857,9
12	0	304	0	Мазут	17	ЮВ	135	857,9
13	37,2	304	12,23	Мазут	17	Ю	180	857,9
14	77,6	304	25,52	Мазут	17	ЮЗ	225	857,9
15	52	304	17,10	Мазут	17	З	270	857,9
16	121,4	304	39,93	Мазут	17	СЗ	315	857,9

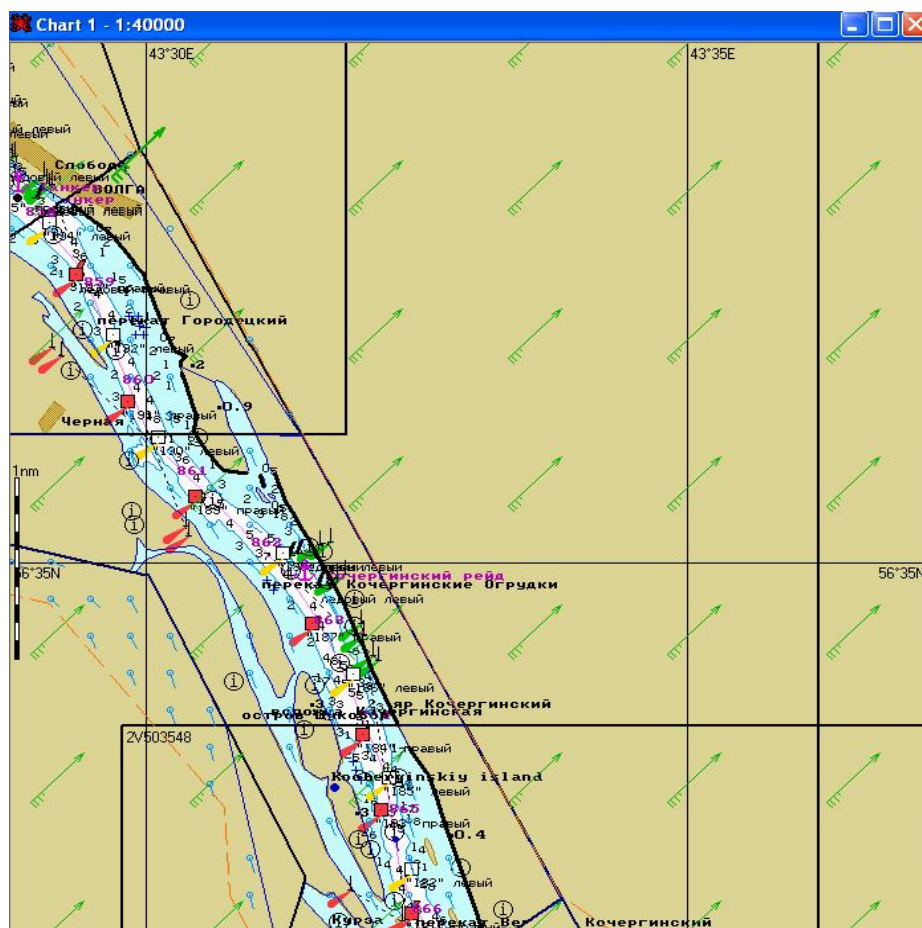


Рис. 1. Таблица 1, сценарий 6. Через 4 часа после аварии

Из 16 представленных в таблице 1 сценариев, на рисунке 1 обозначен сценарий №6. Черным цветом на берегу обозначены зоны загрязнения мазутом, попавшем туда через 4 часа после аварии. Значения массы нефти на берегу, представленные в таблице 1, также рассчитывались для четырех часового периода времени. В сценариях 11 и 12 видно, что значения массы нефти на берегу 0. Т.е. при определенных условиях, заложенных в данных сценариях, через 4 часа после аварии нефть не успеет дойти до берега. В данном случае группа сценариев 1 рассчитана для скорости ветра 3.7 м/с, а группа сценариев 2 – для скорости ветра 17 м/с.

Таблица 2

Характеристики группы сценариев (1 и 2): Очаг аварийности 510 км. Разлив при аварии наливного судна. Межень. Объем разлива 108,5 т. Дизельное топливо

№ сценария	Масса нефти на берегу, т	Масса разлива, т	Масса нефти на берегу, %	Тип нефтепродукта	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Направление ветра, градусы	Очаг аварийности
1	77,6	108,5	71,85	Дизельное топливо	5	С	0	510

№ сценария	Масса нефти на берегу, т	Масса разлива, т	Масса нефти на берегу, %	Тип нефтепродукта	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Направление ветра, градусы	Очаг аварийности
2	57,1	108,5	52,87	Дизельное топливо	5	СВ	45	510
3	66,1	108,5	61,20	Дизельное топливо	5	В	90	510
4	61,1	108,5	56,57	Дизельное топливо	5	ЮВ	135	510
5	97,6	108,5	90,37	Дизельное топливо	5	Ю	180	510
6	91,2	108,5	84,44	Дизельное топливо	5	ЮЗ	225	510
7	103	108,5	95,37	Дизельное топливо	5	З	270	510
8	68,8	108,5	63,70	Дизельное топливо	5	СЗ	315	510
9	28,5	108,5	26,39	Дизельное топливо	17	С	0	510
10	34	108,5	31,48	Дизельное топливо	17	СВ	45	510
11	34	108,5	31,48	Дизельное топливо	17	В	90	510
12	4,1	108,5	3,79	Дизельное топливо	17	ЮВ	135	510
13	36,9	108,5	34,16	Дизельное топливо	17	Ю	180	510
14	36,7	108,5	33,98	Дизельное топливо	17	ЮЗ	225	510
15	45,9	108,5	42,50	Дизельное топливо	17	З	270	510
16	31,2	108,5	28,89	Дизельное топливо	17	СЗ	315	510

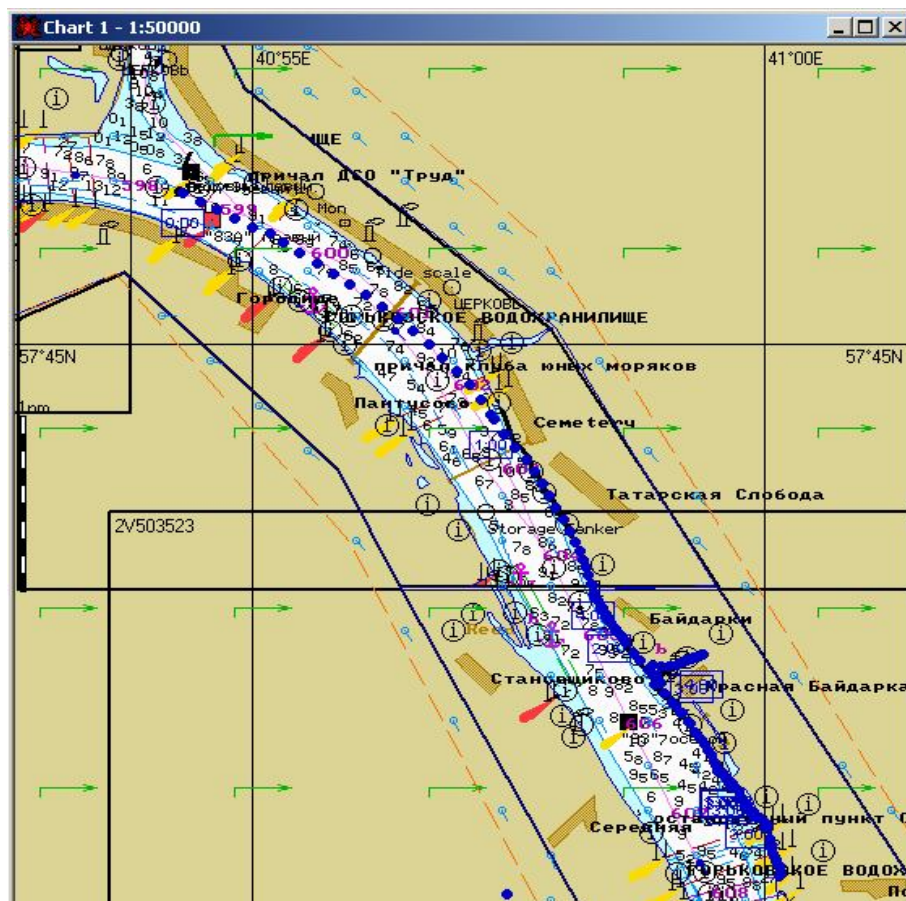


Рис. 2. Таблица 2, сценарий 7. Через 4 часа после аварии

Из 16 представленных в таблице 2 сценариев, на рисунке 2 обозначен сценарий №7. Здесь синим цветом на берегу обозначена зона загрязнений дизельным топливом через 4 часа после аварии. Здесь группа сценариев 1 рассчитана для скорости ветра 5 м/с, а группа сценариев 2 – для скорости ветра 17 м/с.

Таблица 3

**Характеристики группы сценариев (1 и 2): Очаг аварийности 688 км.
Разлив при аварии наливного судна. Межень. Объем разлива 275 т. Дизельное топливо**

№ сценария	Масса нефти на берегу, т	Масса разлива, т	Масса нефти на берегу, %	Тип нефтепродукта	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Направление ветра, градусы	Очаг аварийности
1	71,9	275	26,14	Дизельное топливо	5	С	0	688
2	33,2	275	12,07	Дизельное топливо	5	СВ	45	688
3	62,8	275	22,83	Дизельное топливо	5	В	90	688
4	37,2	275	13,53	Дизельное топливо	5	ЮВ	135	688
5	56,3	275	20,47	Дизельное топливо	5	Ю	180	688

№ сценария	Масса нефти на берегу, т	Масса разлива, т	Масса нефти на берегу, %	Тип нефтепродукта	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Направление ветра, градусы	Очаг аварийности
6	53,3	275	19,38	Дизельное топливо	5	ЮЗ	225	688
7	49,3	275	17,92	Дизельное топливо	5	З	270	688
8	96,7	275	35,16	Дизельное топливо	5	СЗ	315	688
9	27,7	275	10,07	Дизельное топливо	17	С	0	688
10	13,2	275	4,80	Дизельное топливо	17	СВ	45	688
11	14,0	275	5,09	Дизельное топливо	17	В	90	688
12	7,7	275	2,80	Дизельное топливо	17	ЮВ	135	688
13	15,6	275	5,67	Дизельное топливо	17	Ю	180	688
14	39,8	275	14,47	Дизельное топливо	17	ЮЗ	225	688
15	80,4	275	29,23	Дизельное топливо	17	З	270	688
16	77,4	275	28,14	Дизельное топливо	17	СЗ	315	688

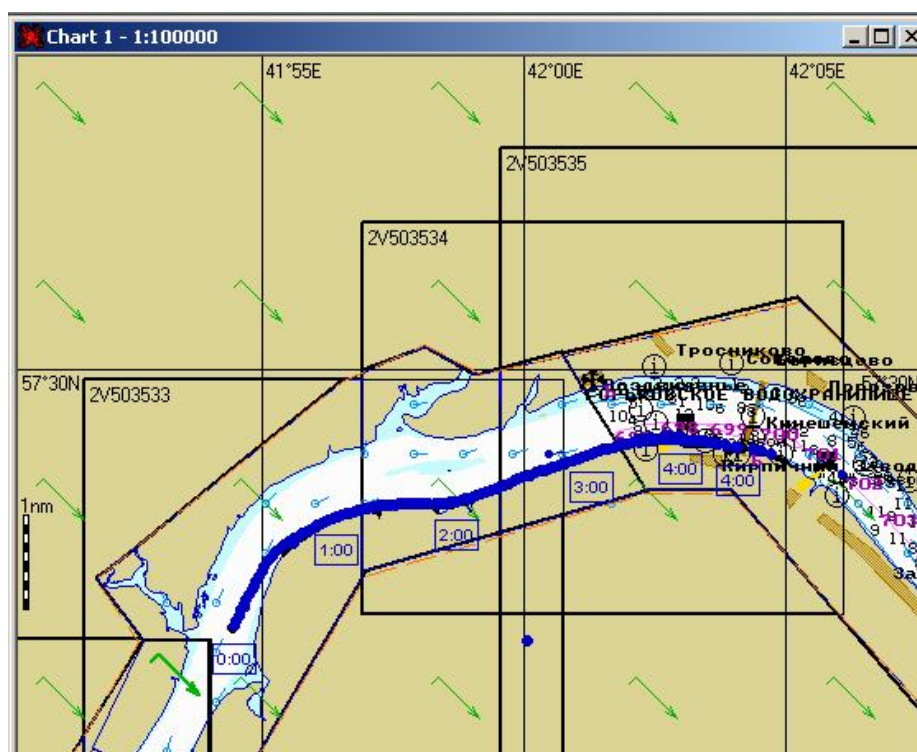


Рис. 3. Таблица 3, сценарий 8. Через 4 часа после аварии

Из 16 представленных в таблице 3 сценариев, на рисунке 3 обозначен сценарий №8. Здесь синим цветом на берегу обозначена зона загрязнений дизельным топливом через 4 часа после аварии. В данном случае группа сценариев 1 рассчитана для скорости ветра 5 м/с, а группа сценариев 2 – для скорости ветра 17 м/с.

Таблица 4

Характеристики группы сценариев (1 и 2): Очаг аварийности 598 км.

Разлив при аварии наливного судна. Межень.

Объем разлива 108,5 т. Дизельное топливо

№ сценария	Масса нефти на берегу, т	Масса разлива, т	Масса нефти на берегу, %	Тип нефтепродукта	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Направление ветра, градусы	Очаг аварийности
1	79,4	108,5	73,51	Дизельное топливо	5	С	0	598
2	73,8	108,5	68,33	Дизельное топливо	5	СВ	45	598
3	64,6	108,5	59,81	Дизельное топливо	5	В	90	598
4	36,9	108,5	34,16	Дизельное топливо	5	ЮВ	135	598
5	45,7	108,5	42,31	Дизельное топливо	5	Ю	180	598
6	52,7	108,5	48,79	Дизельное топливо	5	ЮЗ	225	598
7	57,4	108,5	53,14	Дизельное топливо	5	З	270	598
8	21,8	108,5	20,18	Дизельное топливо	5	СЗ	315	598
9	53,2	108,5	49,25	Дизельное топливо	17	С	0	598
10	39,0	108,5	36,11	Дизельное топливо	17	СВ	45	598
11	16,8	108,5	15,55	Дизельное топливо	17	В	90	598
12	7,7	108,5	7,13	Дизельное топливо	17	ЮВ	135	598
13	28,4	108,5	26,29	Дизельное топливо	17	Ю	180	598
14	32,7	108,5	30,28	Дизельное топливо	17	ЮЗ	225	598
15	22,5	108,5	20,83	Дизельное топливо	17	З	270	598
16	1,1	108,5	1,02	Дизельное топливо	17	СЗ	315	598

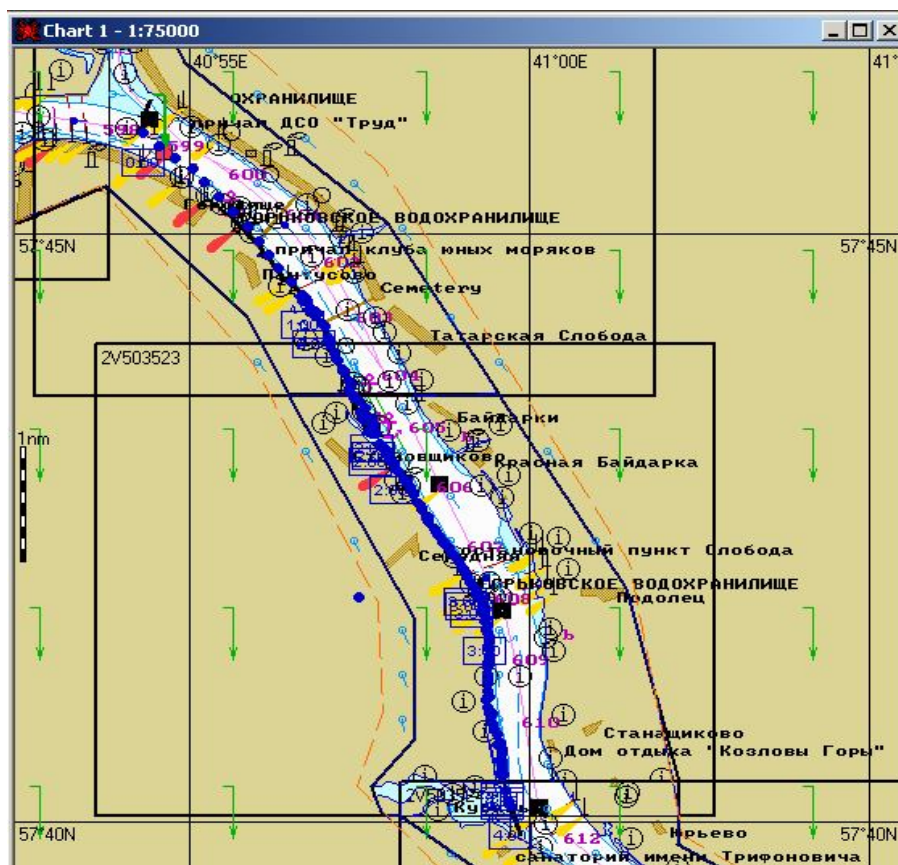


Рис. 4. Таблица 4, сценарий 1. Через 4 часа после аварии

Из 16 представленных в таблице 4 сценариев, на рисунке 4 обозначен сценарий № 1. Здесь синим цветом на берегу обозначена зона загрязнений дизельным топливом через 4 часа после аварии. В данном случае группа сценариев 1 рассчитана для скорости ветра 5 м/с, а группа сценариев 2 – для скорости ветра 17 м/с.

При моделировании было отдельно рассмотрено 13 различных факторов, влияющих на содержание нефти на берегу при разливе.

Таблица 5

Количество нефти на берегу, %, в зависимости от различных факторов

Фактор		Средний процент нефти на берегу, %
1	Скорость ветра 3,7 м/с	35,60
2	Скорость ветра 17 м/с	19,54
3	Скорость ветра 5 м/с	34,81
4	Мазут	20,03
5	Дизельное топливо	31,44
6	Северное направление ветра	33,16
7	Северо-восточное направление ветра	26,87
8	Восточное направление ветра	20,70
9	Юго-восточное направление ветра	12,19

Фактор		Средний процент нефти на берегу, %
10	Южное направление ветра	29,45
11	Юго-западное направление ветра	32,44
12	Западное направление ветра	34,67
13	Северо-западное направление ветра	28,81
Среднее итоговое значение		27,67

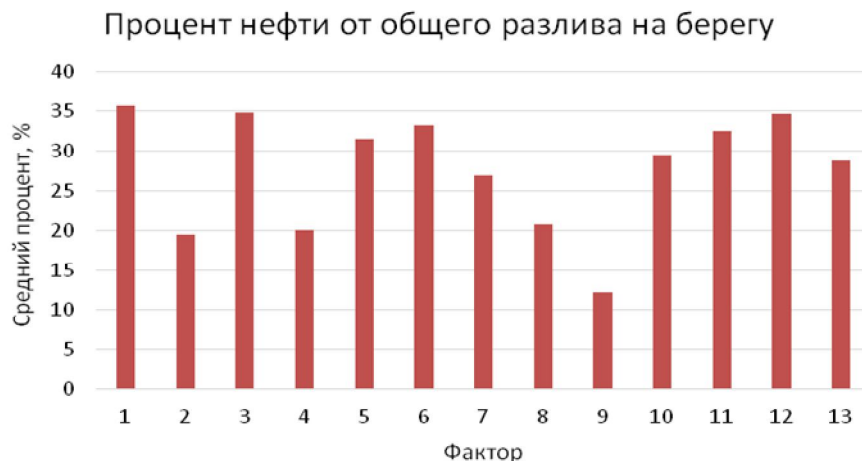


Рис. 5. Количество нефти на берегу, %, в зависимости от различных факторов

Таким образом, в результате моделирования достаточно большого количества сценариев разливов нефти установлено, что в среднем на береговую линию попадает свыше 27% от общего количества разлитой нефти. Это подтверждает важность решения проблемы ликвидации последствий загрязнения береговой линии ВВП при разливах нефти и дальнейшего совершенствования и разработки технологий, направленных на ликвидацию ущерба окружающей среде [10, 11].

Список литературы:

- [1] Наумов В. С. Оценка ущерба при разливах нефти на объектах транспортного комплекса // Журнал университета водных коммуникаций. – 2010. – № 5(1). – С. 152–157.
- [2] Наумов В. С. Проблема аварийных сбросов опасных грузов с судов // Журнал университета водных коммуникаций. – 2011. – № 11(3). – С. 149–156.
- [3] Наумов В. С. Проблема защиты экологически чувствительных территорий при разливах нефти на внутренних водных путях // Журнал университета водных коммуникаций. – 2013. – № 19 (3). – С. 130–135.
- [4] Наумов, В.С. Оценка нефтяного загрязнения от подводных источников // Журнал университета водных коммуникаций. – 2013. – №17(1). – С. 90–94.
- [5] Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
- [6] Наумов В. С. Моделирование процессов ликвидации разливов нефти с судов // Речной транспорт (XXI век). – 2014. – № 3. – С. 65–70.
- [7] Пластинин А. Е. Оценка риска возникновения разливов нефти на внутренних водных путях // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 1. – С. 39–44.
- [8] Воробьев Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Ин-октаво, 2005. – С. 106–107.
- [9] Липатов И.В. Оценка гидродинамических условий при ликвидации разливов нефти // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова – 2014. – №5 – С.127–134.

[10] Пластинин А.Е. Оценка механического воздействия на окружающую среду при взрывах на танкерах // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 1. – С.42–52.

[11] Пластинин А.Е. Оценка размера вреда, причинённого почве, при разливах нефти с судов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 3. – С.74–83.

ASSESSMENT OF POLLUTION OF COASTAL LINE OF INLAND WATERWAYS AFTER THE OIL SPILLS

N.V. Byvsheva, V.S. Naumov

Keywords: oil spill, inland waterways, pollution, coastline, environmental components, the physico-chemical properties of the oil emergency management.

The article substantiates the problem of pollution of coastline of inland waterways from oil spills by the example of the Nizhniy Novgorod region. The estimation of the size of pollution of coastline in case of accidents on a water body, using simulation of a large number of oil spill scenarios.

Статья поступила в редакцию 10.04.2016 г.

УДК 551.46.086

С.Н. Гурин, к.т.н, профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.И. Плющаев, д.т.н, профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

Е.Р. Штейн, к.т.н. ФНПЦ ОАО «НПП» Полет

г. Нижний Новгород, Комсомольская пл., 1

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВОЛНОИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Ключевые слова: ветровое волнение, волноизмерительный буй, передача информации, автоматическая идентификационная система

Рассматривается проблема измерения высоты волны в заданной точке водного бассейна внутренних водных путей и передача полученной информации на удаленный диспетчерский пункт. Излагаются функциональные схемы волноизмерительного буя и берегового приемного устройства. В качестве средства передачи информации предлагается использовать каналы автоматической идентификационной системы, используемой на судах внутреннего плавания. Приводятся результаты натурных испытаний системы.

В соответствии с Правилами Российского Речного Регистра [1] внутренние водные бассейны РФ классифицированы по степени интенсивности возможных для них волновых режимов. Допуск судна для плавания в данном бассейне осуществляется, если класс судна, характеризующийся допустимой высотой волны определенной обеспеченности, равен или выше разряда бассейна. Однако иногда возникают ситуации, когда в бассейне имеет место волнение, интенсивность которого превышает режимное. В настоящее время прогноз высоты волнения осуществляет гидрометеоцентр на базе косвенных измерений силы и направления ветра. Точность таких прогнозов

невозможно оценить, поскольку в бассейнах практически отсутствуют инструментальные средства измерений высот волн. Ошибки в прогнозах в любую сторону нежелательны. При реальном превышении прогнозной волны возможно повреждение или даже гибель судна, а при завышении прогноза имеют место экономические потери судовладельцев от необоснованных простоев судов.

Повысить точность информации о состоянии водной поверхности бассейна и прогноз на ее изменение могут волноизмерительные устройства, которые устанавливаются в разных точках бассейнов вблизи судовых путей. Очевидно, что такие устройства должны быть в значительной мере автономными и осуществлять передачу данных на диспетчерские пункты по каналам связи.

К сожалению, в настоящее время в нашей стране не налажено серийное производство таких устройств. За рубежом рядом фирм выпускаются волноизмерительные буйи, отвечающие перечисленным требованиям. К недостаткам этих буйев можно отнести достаточно высокую стоимость их приобретения и эксплуатации. Практически все они передают информацию по спутниковым каналам связи, что также увеличивает эксплуатационные затраты.

В Волжском государственном университете водного транспорта выполнена работа по проектированию обсуждаемого устройства, изготовлен опытный образец и проведены его модельные и натурные испытания.

В настоящее время в рамках работ «АИС на ВВП» в Российской Федерации заканчивается оснащение внутренних водных путей береговыми базовыми станциями – автоматическими идентификационными системами (АИС), которое приведет к формированию единого поля АИС на ЕГС ВВП и позволит решить задачу создания системы мониторинга судов на ВВП. Диспетчерские пункты, оснащенные АИС, будут иметь возможность создавать единую базу данных по статической, динамической и рейсовой информации, автоматически передаваемой АИСами судов (MMSI номер судна, название судна, навигационный статус судна, скорость и направление поворота судна, скорость относительно грунта, путевой угол, истинный курс, время UTC, тип груза, размер судна, время прибытия, осадка судна и пр.), со всех находящихся в зоне действия станций судов.

В рамки созданной системы мониторинга органически вписывается канал для передачи информации с волномерных буйев, оснащенных АИС.

В настоящей работе решается задача создания канала передачи информации в направлении волномерный буй – диспетчерский пункт в составе внедряемой на ВВП единой информационной системы АИС без затрат на поддержание дополнительных каналов связи для передачи этой информации.

Волномерный буй предназначен для контроля параметров волнения в заданной точке водного бассейна и передачи измеренных параметров на береговой диспетчерский пункт.

Структура организации связи с использованием АИС представлена на рисунке 1.

На рисунке 2 показана функциональная схема составляющих элементов буя.

Вычислитель обеспечивает следующие функции:

- измерение параметров волнения;
- архивирование информации;
- формирование управляющей посылки с параметрами волнения для АИС.

Транспондер АИС по полученной от вычислительного блока управляющей посылке формирует сообщение № 12 с информацией о параметрах волнения. Транспондер также формирует стандартное сообщение № 3, содержащее информацию об MMSI номере буя, координатах буя, скорости буя относительно грунта, времени UTC, флаге RAIM и др.

АИС (класс А) предназначена для использования на морских и речных судах в качестве навигационного оборудования.

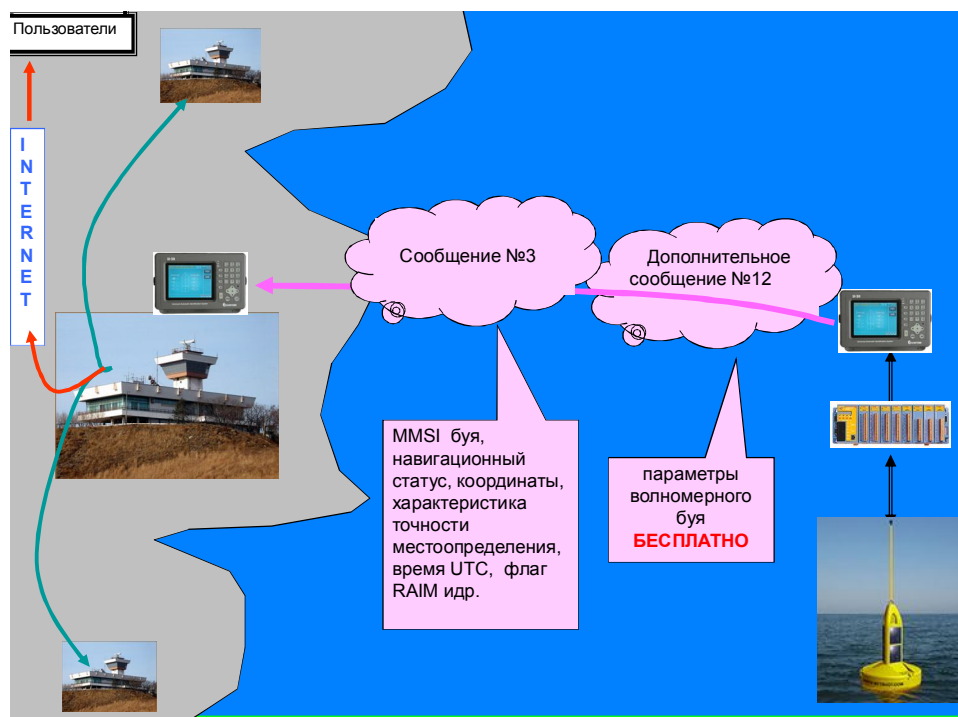


Рис. 1

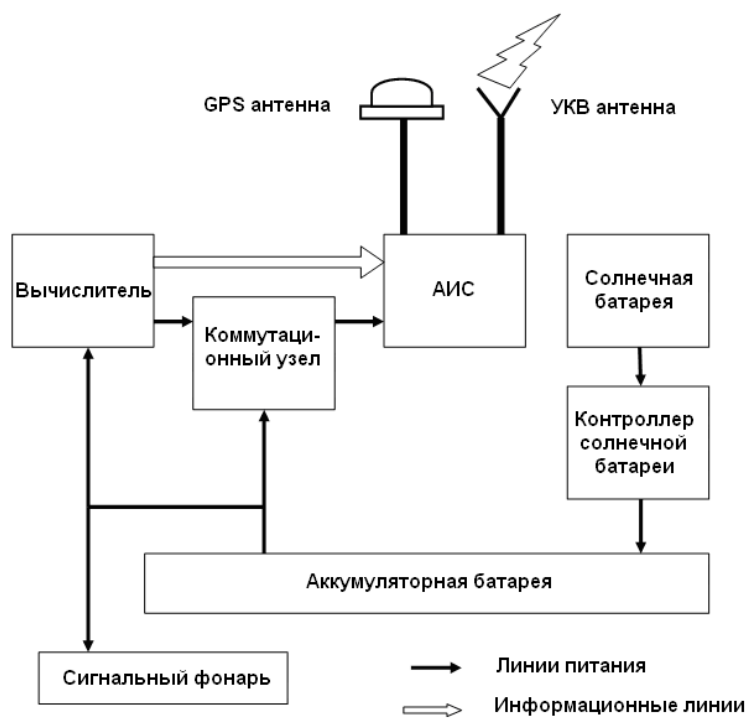


Рис. 2. Функциональная схема составляющих элементов буй

Функциональная схема вычислителя показана на рисунке 3.

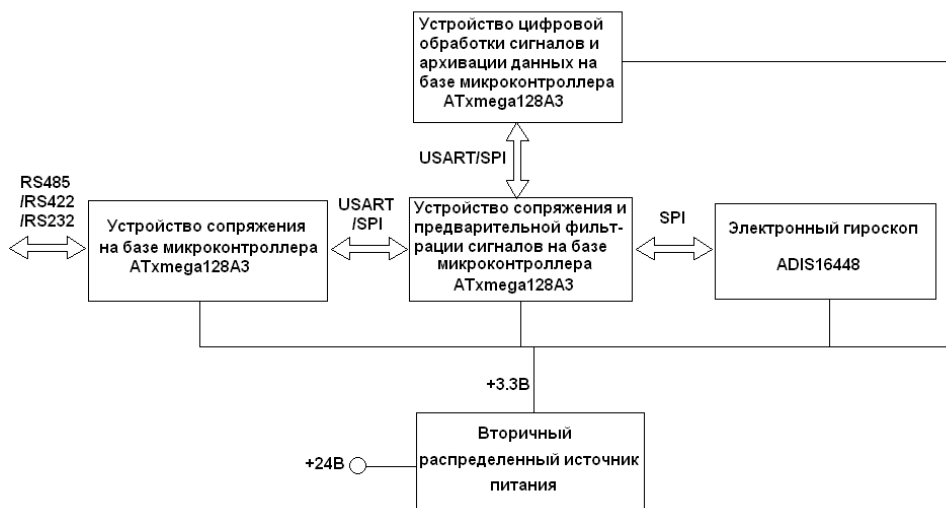


Рис. 3. Функциональная схема вычислителя

Номинальное напряжение питания модуля 24 В. Допустимое напряжение питания 18–36 В. Вторичный источник питания является распределенным и построен на базе модуля THD 12-2411 (ф. Traco Power) и нескольких линейных стабилизаторов напряжения с выходным напряжением +3.3 В.

Измерительным датчиком является модуль ADIS16448 (ф. Analog Devices). Основными измеряемыми параметрами являются угловые скорости вокруг 3-х осей подвижной системы и линейных ускорений вдоль тех же 3-х осей. С вычислительной системой датчик взаимодействует по интерфейсу SPI и по нескольким TTL линиям.

Модуль вычислителя построен на базе 4-х микроконтроллеров типа ATmega128A3 (ф. Atmel). Первый контроллер осуществляет сопряжение с измерительным датчиком и управление его работой. Также первый контроллер осуществляет предварительную фильтрацию сигналов, децимацию до 8 отсчетов в секунду и передачу обработанных данных в другие микроконтроллеры для дальнейшей обработки.

Второй микроконтроллер обрабатывает децимированные отсчеты с помощью математики кватернионов, оценивая вращения и перемещения системы в трехмерной неподвижной системе координат. Также на данном микроконтроллере производится статистическая обработка регистрируемого волнового процесса. Полученные данные через первый контроллер передаются на третий, а через него и на четвертый контроллер.

Третий контроллер осуществляет взаимодействие первого с четвертым микроконтроллером, а также взаимодействие модуля вычислителя и гироскопа с внешними устройствами. Типовыми внешними устройствами являются модуль АИС и персональный компьютер. С модулем АИС взаимодействие происходит через стык RS485/RS422. Вычислитель через этот стык периодически выдает оцененные статистические параметры волнения, а от модуля АИС принимает отсчеты времени и внешние команды управления (опционально). Взаимодействие с компьютером осуществляется по стыку RS232 и используется в технологических целях.

На четвертом контроллере выполнена система архивации данных. Децимированные данные, оценки вращений и перемещений, статистические оценки, а также данные передаваемые на модуль АИС и принимаемые с модуля АИС сохраняются на подключаемой microSD флэш-карте. Каждые 2 секунды на карту сохраняется 512 байт информации. Используемая в опытном образце карта памяти объемом 32 Гбайта может хранить данные почти за 4 года наблюдений.

После изготовления блока вычислителя точность его показаний была проверена на специальном лабораторном стенде. Стенд представляет из себя вращающуюся с постоянной скоростью штангу, на которую привешивался корпус блока с установленными в нем платами. Питание осуществлялось от батареек. Расстояние от оси вращения штанги до оси подвеса корпуса измерялось с помощью рулетки. Точность измерения составляет $\pm 1,0$ мм. В опыте это расстояние составляло 1,000 м.

В процессе вращения ордината точки подвеса изменяется по синусоидальному закону с амплитудой 1,000 м и размахом 2,000 м. На временной записи, фиксируемой измерительным блоком, должна присутствовать синусоида с постоянным периодом и амплитудой. В результате испытаний получено значение высоты 3% обеспеченности $h_{3\%} = 1.97$ м. Погрешность измерения составляет 1.5%, что соответствует погрешности гироскопа, заявленной производителем.

На рисунке 4 изображена схема берегового комплекса приема и архивирования информации (БК ПАИ).

БК ПАИ предназначен для приема информации от волномерного буя, ее визуализации и архивирования. Дальность приема зависит от высоты расположения приемной антенны БП ПАИ и передающей антенны волномерного буя, состояния среды распространения радиоволн, встречающихся на пути преград и т.д. и примерно равна 15–20 морским милям, без учета внешнего воздействия факторов, отличных от обычных условий эксплуатации радиоустановки.

БК ПАИ включает в свой состав:

- транспондер АИС Транзас Т105В класса В;
- преобразователь интерфейсов ADAM-4520;
- персональный компьютер со специальным программным обеспечением.

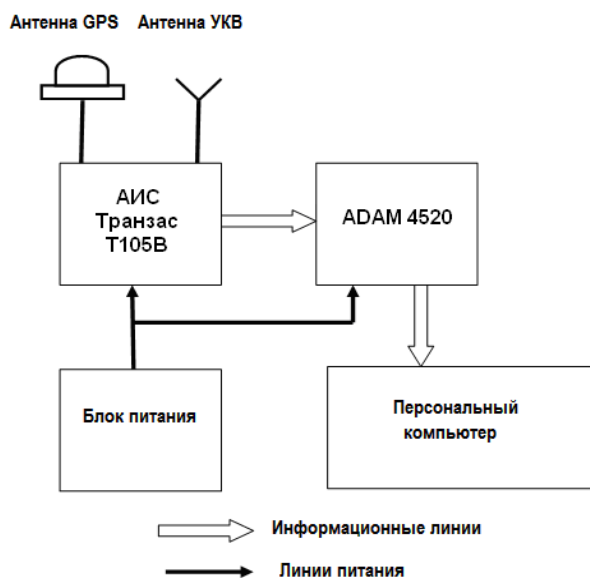


Рис. 4. Схема берегового комплекса приема и архивирования информации

Транспондер обеспечивает прием по радиоканалам АИС навигационной информации (координат волномерного буя), а также текстовых сообщений, в которых зашифрована информация о параметрах волнения.

Преобразователь интерфейсов предназначен для сопряжения транспондера АИС (выходной порт RS-485) с персональным компьютером (порт RS-232).

Персональный компьютер оснащен специализированной программой «Volnomer». Программа запускается либо через меню программ, либо двойным кликом мыши на

иконке программы, расположенной на рабочем столе персонального компьютера. Интерфейс программы представлен на рисунке 5.

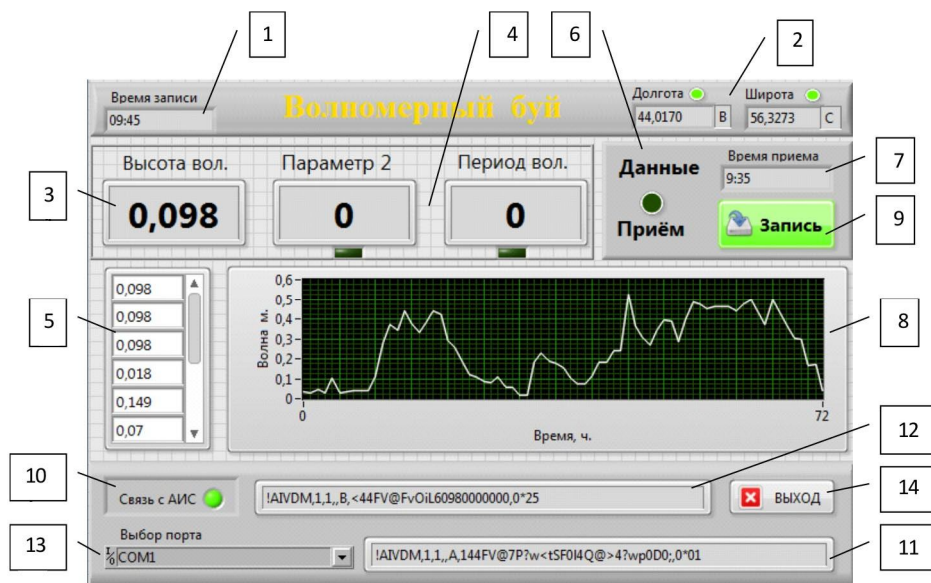


Рис. 5.

В верхней части окна расположено поле «Время записи» (1), в котором фиксируется момент последней записи данных в файл на жесткий диск, а также поля для отображения координат волномерного буя «Широта» и «Долгота» (2). Зеленые индикаторы около указанных полей загораются при обновлении данных.

В средней части окна отображаются полученные данные с волномерного буя. В поле «Высота волны» (3) выдается информация о высоте волны 3% обеспеченности (в метрах), два соседних поля (4) зарезервированы для дальнейшего развития системы. Для оперативного просмотра полученных данных можно воспользоваться полосой прокрутки (5). Прием новых данных сопровождается миганием зеленого индикатора «Данные Прием» (6). Время приема последней посылки сот волномерного буя фиксируется в поле (7) «Время приема».

В центре окна на экране осциллографа (8) наглядно отображается зависимость высоты волны от времени. Шкала времени настраиваемая (на рисунке длина шкалы составляет 72 часа). Архивирование информации производится автоматически или нажатием кнопки «Запись» (9).

В нижней части экрана расположена служебная диагностическая информация.

Натурные испытания выполнялись 11–17 ноября 2014 г на Горьковском водохранилище в районе города Юрьевца. На рисунке 6 показаны фотографии момента спуска буя и нахождение его на воде в рабочем состоянии.

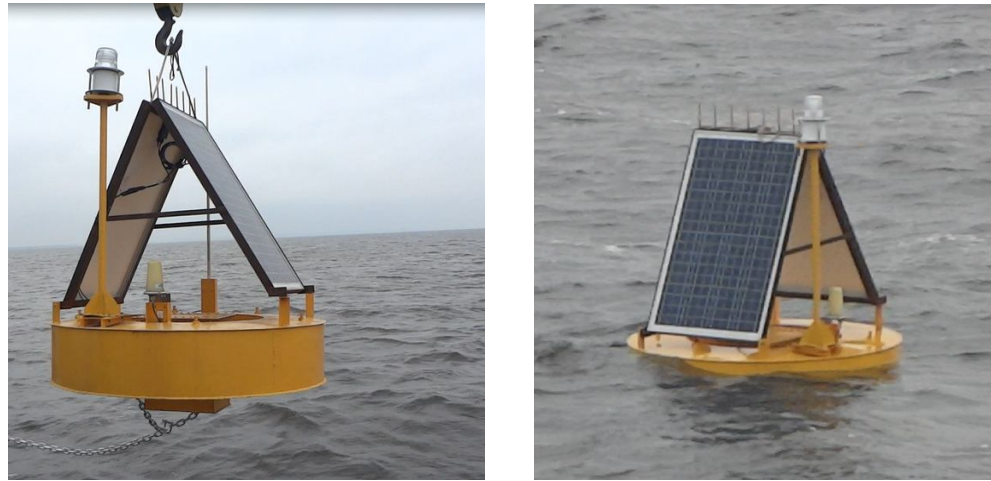


Рис. 6.

Буй находился в автономном плавании около 10 часов. На рисунке 7 показана запись процесса волнения, зафиксированная в памяти буй.

После спуска буй процесс волнения контролировался также с помощью мобильного буй «Волга», который был спроектирован и изготовлен ранее на кафедре теории конструирования инженерных сооружений ВГУВТ (ТКИС). Буй «Волга» основан на иной элементной базе и предназначен для измерения параметров волнения в процессе мореходных испытаний судов. Буй обладает высокой точностью измерения, что было подтверждено испытаниями в опытовом бассейне университета.

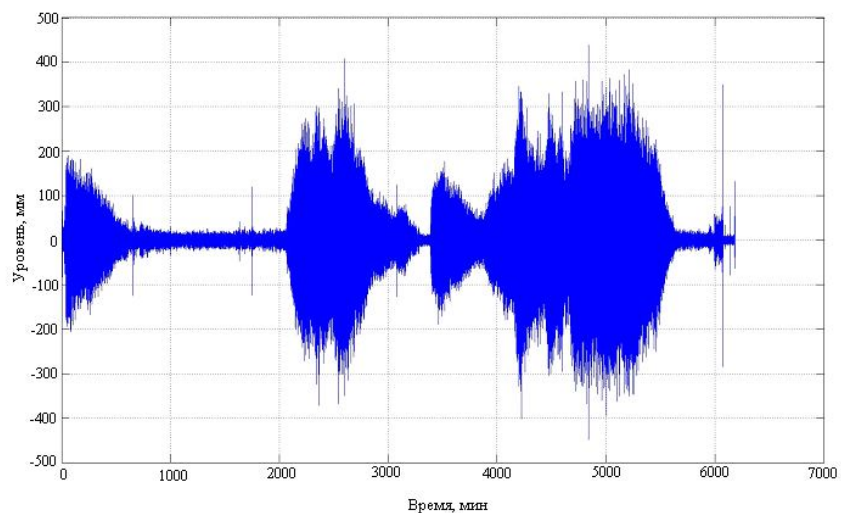


Рис. 7.

На рисунке 8 показана запись волнения, полученная с помощью буй «Волга», а на рисунке 9 – запись за тот же, примерно, промежуток времени, полученная с помощью описываемого здесь буй (ВУ). Как видно, высоты волн 3% обеспеченности, измеренными обоими буйми, практически совпадают. Вместе с тем, отличаются средние периоды волнения. Стоит отметить, что вычисление среднего периода при проектировании ВУ не было запланировано. Вычисление производится с помощью программы обработки записей, которая ранее была разработана на кафедре ТКИС.

Для выяснения причин расхождения результатов по средним периодам необходимо рассмотреть спектры записей рисунков 8 и 9, которые изображены на рисунках 10 и 11 соответственно. Спектр рисунка 11 отличается от спектра рисунка 10 тем, что на нем имеется небольшой горб в районе частоты 0,9 Гц. Причиной появления этого горба является инерционность ВУ, которая значительно выше, чем у буя «Волга».

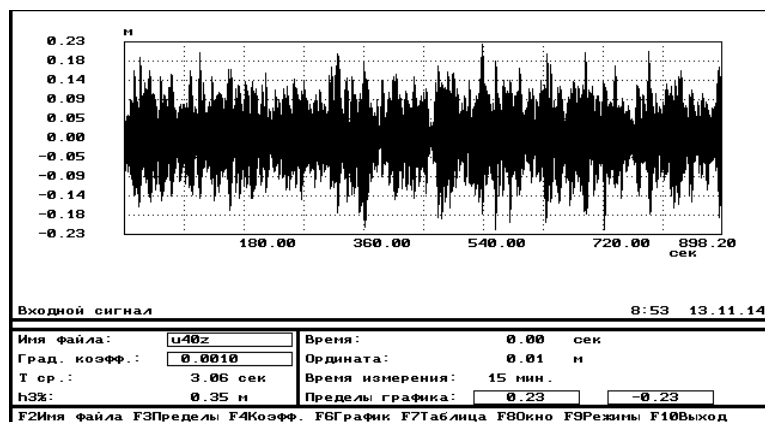


Рис. 8.

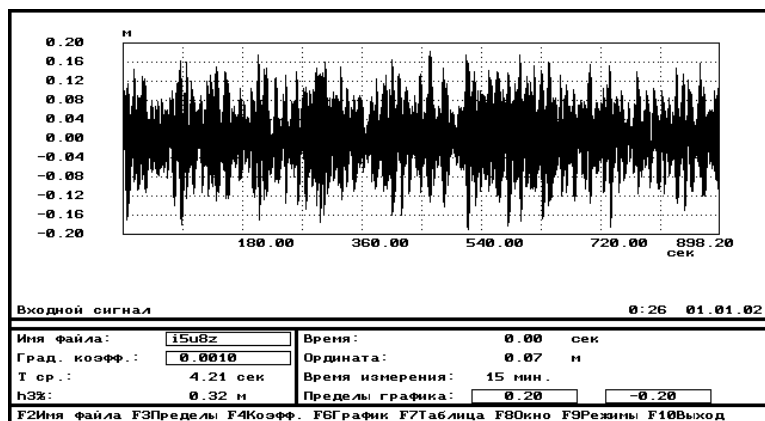


Рис. 9.

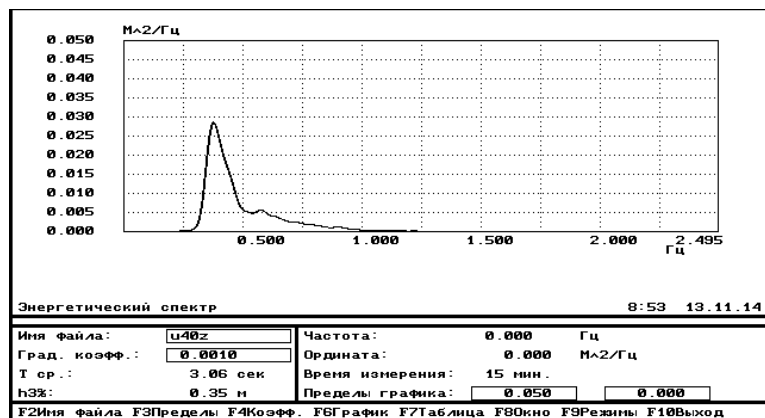


Рис. 10.

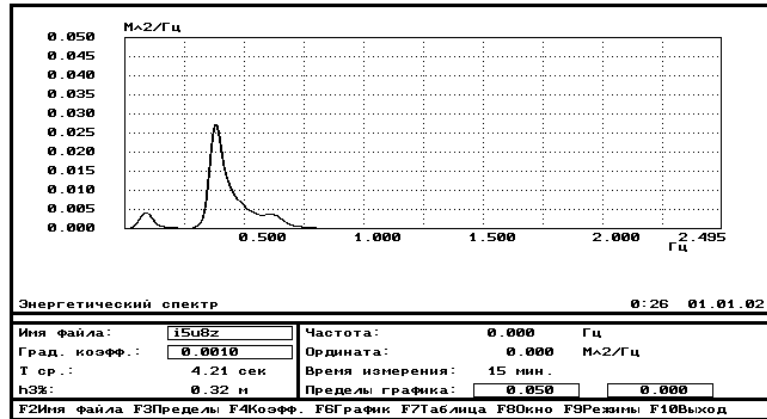


Рис. 11.

Следует отметить, что нет однозначного мнения о том, как следует вычислять средний период стохастического процесса. Часто средний период определяют по частоте максимума спектра. Если вычислять средний период таким образом, то в соответствии с рисунками 12 и 13 имеем значения 2,65 с и 2,62 с, измеренные буюм «Волга» и ВР соответственно.

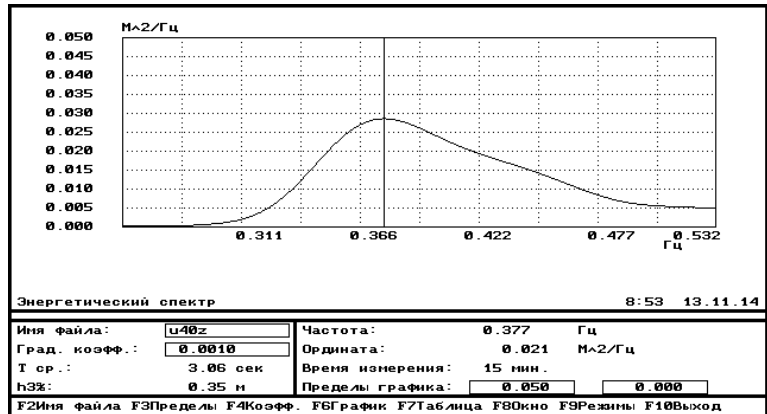


Рис. 12.

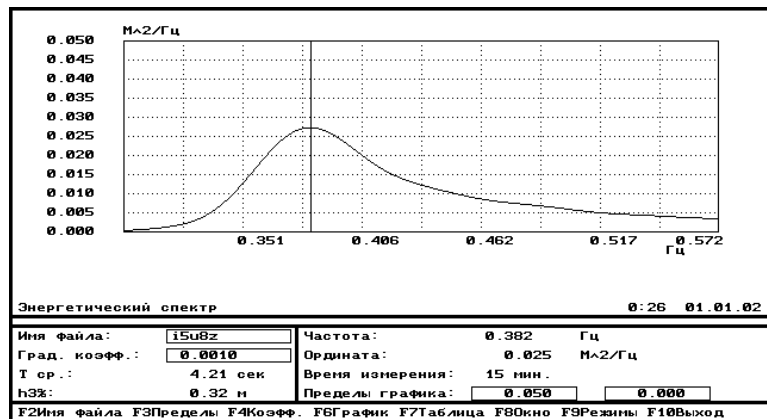


Рис. 13.

Рисунок 11 показывает, что влияние инерционности буя ВУ приводит к незначительной погрешности измерения высоты волны даже на небольшом волнении. Очевидно, что с увеличением интенсивности волнения влияние инерционности буя должно уменьшаться. Это подтверждают рисунки 14 и 15, отражающие запись более интенсивного волнения второго участка рисунка 7. Сопоставление рисунков 11 и 15 показывает, что с ростом интенсивности волнения относительная площадь низкочастотного горба спектра уменьшается.

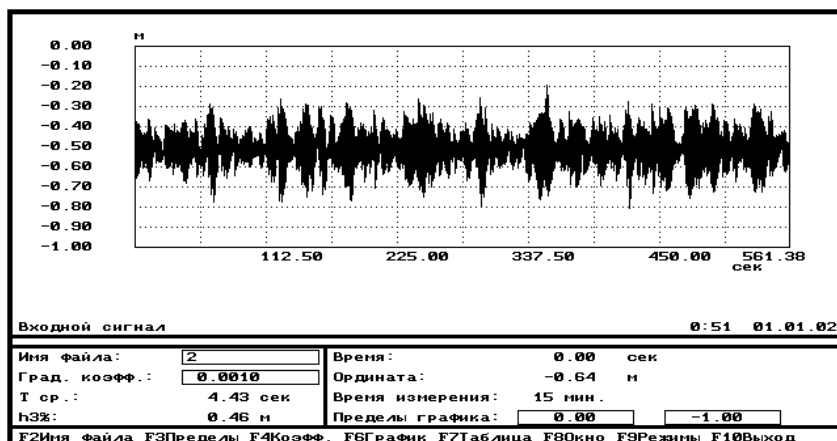


Рис. 14.

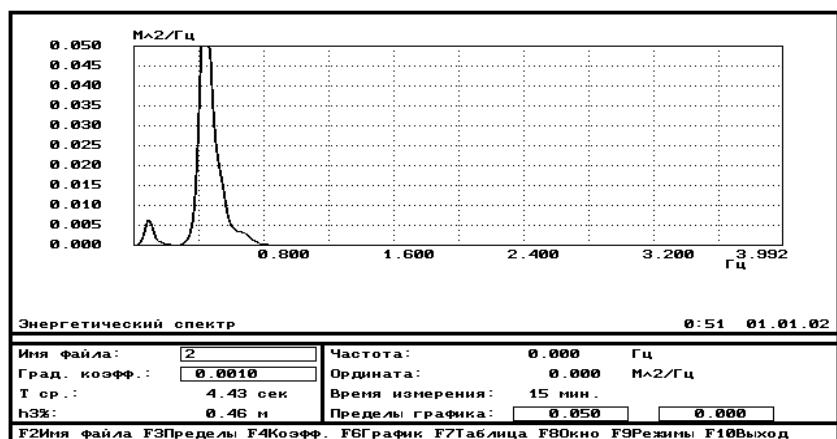


Рис. 15.

Выше при описании берегового комплекса приема и архивирования информации отмечалось, что на экране компьютера высвечивается информация об изменении высоты волны 3% обеспеченности за последние 72 часа. На рисунке 16 представлен снимок с экрана компьютера за время эксперимента, а на рисунке 17 показана аналогичная кривая, построенная с помощью программы «tead_sd512.m» по результатам анализа записи, хранящейся в памяти буя. Как видно, результаты совпадают.

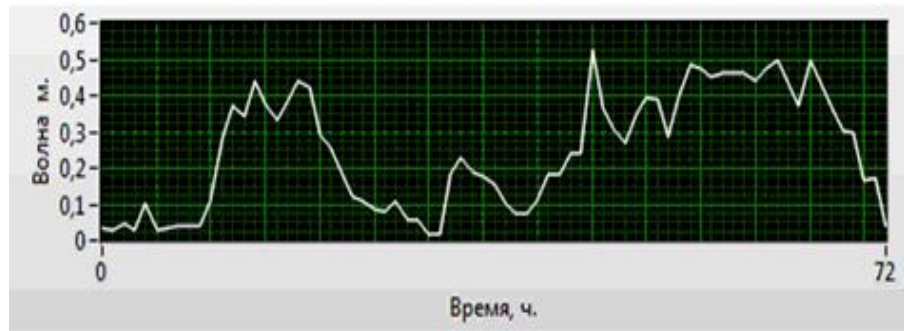


Рис. 16.

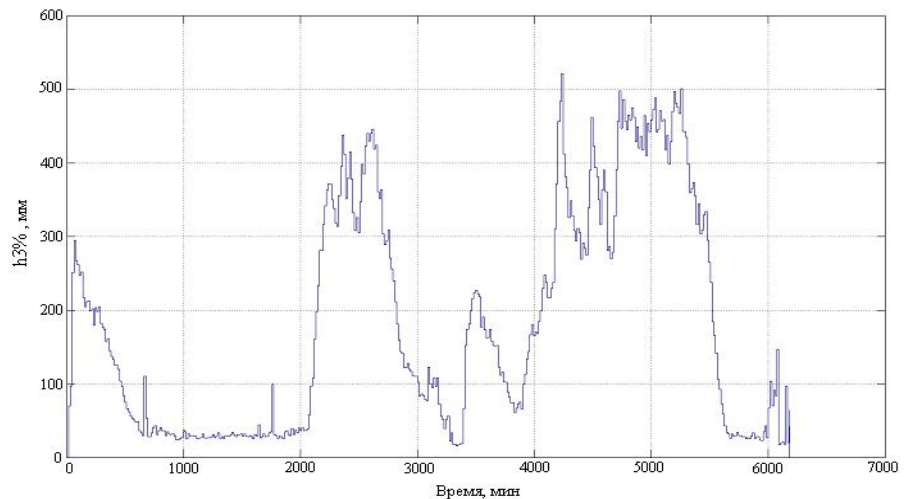


Рис. 17.

Масса обсуждаемого буй составляет около 200 кг. Он находится в заякоренном состоянии. Ожидалось, что на сравнительно небольшом волнении этот буй даст заниженное значение высоты волны. Тем не менее, сравнение результатов, представленных на рисунках 8 и 9, показывает, что расхождение показаний составляет всего 3 см.

Следует отметить, что выполненная работа является продолжением цикла работ авторов по проектированию средств измерения параметров волнения [2–4].

Список литературы:

- [1] Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х томах). – М.: Изд-во ОАО «Типография «Новости», 2008.
- [2] О выборе бинарного сообщения АИС для передачи технологической информации в системах мониторинга / Д.А. Борисов, В.И. Плющаев // 12-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки-2010». [Текст]: труды конгресса. В 2 т. Т. 2. – Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т; отв. ред. Е.В. Копосов – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. – С. 153–155.
- [3] Гири́н С.Н., Зя́бко Н.Г., Штейн Е.Р. Натурные испытания опытного образца судового аппаратно-программного комплекса для определения параметров волнения бесконтактным способом // Тезисы докладов конференции по строительной механике корабля, посвященной памяти профессора П.Ф. Папковича 17–18 декабря 2012 г. – СПб: Изд-во ФГУП «Крыловский государственный научный центр», 2012 – С. 61–63.
- [4] Гири́н С.Н., Зя́бко Н.Г., Штейн Е.Р. Комплексная автоматизированная система регистрации параметров поведения корпуса судна на волнении // Современные технологии автоматизации. – М.: Изд-во «СТА-ПРЕСС». – № 3. – 2012. – С. 74–83.

AUTOMATED WAVE MEASURING DEVICE FOR INLAND WATERWAYS

S.N. Girin, V.I. Pluschaev, E.R. Shtein

Keywords: wind waves, wave measuring buoy, communication, automatic identification system

The problem of determination of height of a wave in the set point of the water basin of inland waterways and transfer of the obtained information to a remote control office is considered. Function charts of a wave-measuring buoy and coastal intake are stated. As a transmission medium of information it is offered to use channels of the automatic identification system used on inland vessels. Results of natural tests of system are given.

Статья поступила в редакцию 12.04.2016 г.

УДК 533.692.6

*Е.М. Грамузов, доктор технических наук, профессор, НГТУ им. Р.Е. Алексеева
А.В. Февральских, аспирант НГТУ им. Р.Е. Алексеева
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24*

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ НЕСУЩЕГО КРЫЛА ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ЭКРАННЫХ СУДОВ С КОРМОВЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЦЕНТРА МАСС

Ключевые слова: скоростное экранное судно, аэродинамический профиль, технология CFD.

С использованием технологий CFD (computational fluid dynamic) сформированы семейства профилей для несущих крыльев экранных аппаратов с относительно кормовым расположением центра масс. Сформированные семейства профилей характеризуются более кормовым расположением фокуса по высоте в сравнении с профилями типа CLARK, используемых на экранопланах с относительно носовой центровкой. Использование разработанных профилей в аэрогидродинамических компоновках скоростных экранных судов с относительно кормовой центровкой дает возможность рационально обеспечить продольную устойчивость.

1. Физическая постановка задачи

Продольная устойчивость движения скоростных судов, использующих эффект экрана на основном крейсерском режиме движения (экранопланов, амфибийных судов на воздушной подушке с аэродинамической разгрузкой – АСВП с АР и др.) обеспечивается взаимным расположением центра масс, аэродинамических фокусов по углу атаки и по высоте. Известно условие статической продольной устойчивости [1]:

$$\bar{x}_{F\alpha} - \bar{x}_{Fh} > 0; \quad (1)$$

$$\bar{x}_{F\alpha} - \bar{x}_T > 0, \quad (2)$$

где $\bar{x}_{F\alpha}$ – безразмерная координата фокуса по углу атаки;

$\bar{x}_{Fh}$ – безразмерная координата фокуса по высоте;

$\bar{x}_T$ – безразмерная координата центра тяжести.

Безразмерные координаты определены в долях длины хорды крыла и отсчитываются от носка к хвосту крыла в плоскости средней аэродинамической хорды (САХ).

Положение фокуса по углу атаки [2] определяется соотношениями:

$$\bar{x}_{Fa} = \frac{\partial m_z}{\partial \alpha} : \frac{\partial c_y}{\partial \alpha},$$

$$m_z = \frac{2 M_z}{\rho V^2 S b},$$

$$c_y = \frac{2 Y}{\rho V^2 S},$$

где m_z – безразмерный коэффициент продольного аэродинамического момента;

M_z – продольный аэродинамический момент, Н·м;

c_y – безразмерный коэффициент аэродинамической подъемной силы,

Y – аэродинамическая подъемная сила, Н;

α – угол атаки, рад;

b – длина средней аэродинамической хорды, м;

S – площадь крыла, м²;

V – скорость набегающего воздушного потока, м/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Положение фокуса по высоте (точки приложения дополнительной подъемной силы, обусловленной изменением высоты крыла над экраном) определяется следующим соотношением ($\bar{h} = h/b$ – относительная высота крыла над экраном):

$$\bar{x}_{Fh} = \frac{\partial m_z}{\partial \bar{h}} : \frac{\partial c_y}{\partial \bar{h}}.$$

Условие (1) является условием статической продольной устойчивости судна, использующего экранный эффект на основном крейсерском режиме движения, второе условие (2) должно выполняться для всех летательных аппаратов вне зависимости от высоты движения.

Условия (1) – (2) являются необходимыми, но не достаточными для обеспечения продольной динамической устойчивости и приемлемой для экипажа управляемости в продольной плоскости. Результаты натурных испытаний экранопланов, АСВП с АР и их самоходных моделей, результаты математического моделирования динамики движения и результаты исследований на пилотажных стендах рекомендуют наилучшее для комфортного пилотирования расположение фокусов: фокус по высоте в районе центра тяжести аппарата, фокус по углу атаки располагается за центром тяжести на расстоянии 15–20% средней аэродинамической хорды.

В аэродинамической компоновке экранного судна самолетной схемы положением фокуса по углу атаки управляют выбором плеча и размеров горизонтального оперения. Положение фокуса по высоте в большей степени определяется несущим крылом, а именно его удлинением, формой в плане, аэродинамическим профилем. Положение фокуса по высоте определяется также элементами компоновки, влияющими на структуру обтекания крыла у экрана. К таким элементам относятся пилоны двигателей, фюзеляж, шайбы, подкрыльевые кили [3].

Вместе с тем, для ряда скоростных судов, использующих экранный эффект, тре-

буется смещение фокуса по высоте к задней кромке крыла. К таким судам относятся, в первую очередь, двухрежимные АСВП с АР, которые на первом крейсерском режиме используют статическую воздушную подушку, а на втором скоростном крейсерском режиме полета – экранный эффект. Помимо АСВП с АР, смещение фокуса по высоте к задней кромке необходимо и для компоновочных вариантов экранопланов, использующих для взлета статическую воздушную подушку или глиссирующую гидролыжу. АСВП с АР, экранопланы с взлетно-посадочным устройством (ВПУ) в виде статической воздушной подушки или гидролыжи имеют, в отличие от экранопланов, использующих для взлета традиционный поддув, более кормовую центровку. Это связано с необходимостью обеспечения продольной устойчивости: для АСВП с АР на первом крейсерском режиме хода на статической воздушной подушке, а для экранопланов, не использующих поддув – на режиме взлета-посадки.

Таким образом, в этом ряде аэрогидродинамических схем скоростных экранных судов изначально имеет место кормовая центровка и, в соответствии с требованиями динамической устойчивости и управляемости, фокус по высоте должен быть смещен к задней кромке крыла.

Традиционно используемый в компоновочных вариантах экранопланов и АСВП с АР аэродинамический профиль крыла типа CLARK (рис. 1) характеризуется максимальной толщиной профиля, достигаемой на 40% длины хорды, отсчитываемой от передней кромки крыла. В данной работе исследованы аэродинамические характеристики профиля типа CLARK и экспериментальных профилей с каплевидным носом Dropnaze и Dropnaze-M (рис. 2). Максимальная толщина этих профилей смещена к задней кромке в сравнении с профилем типа CLARK за счет введения выпукло-вогнутого участка в носовой части нагнетающей стороны профиля, а также дополнительного выпукло-вогнутого участка в кормовой части. В качестве исследуемых аэродинамических характеристик выбраны координата фокуса по высоте $\bar{x}_{Fh}$, координата центра давления $\bar{x}_D$ и аэродинамическое качество K (отношение величины подъемной силы к величине силы сопротивления) для разных значений коэффициентов подъемной силы C_y .



Рис. 1. Аэродинамический профиль типа CLARK

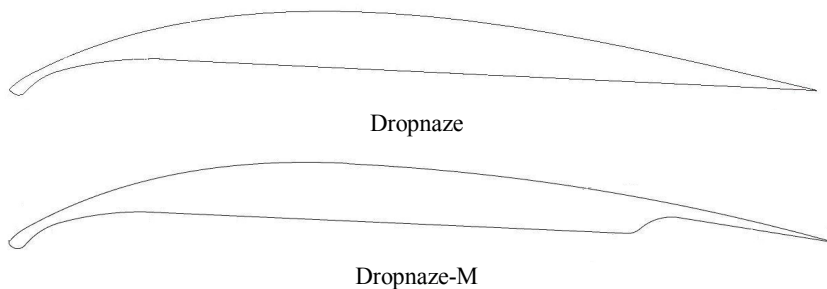


Рис. 2. Аэродинамические профили с каплевидным носом

2. Математическая постановка задачи

Аэродинамические характеристики исследуемых профилей получены в результате решения задачи обтекания профиля вязким турбулентным несжимаемым потоком вблизи экранирующей поверхности в двухмерном пространстве. Математическая мо-

дель течения включает решение осредненных уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности [4]. Для замыкания системы уравнений привлечена составная модель турбулентности Ментера (SST) [5], базирующаяся на гипотезе вихревой вязкости и являющаяся комбинацией k - ω и k - ε моделей, причем k - ω (кинетическая энергия турбулентности k , завихренность ω) активизируется вблизи твердых границ потока, а вдали от них активизируется k - ε модель (кинетическая энергия турбулентности k и скорость ее диссипации ε). Моделируемое пространство выполнено в виде прямоугольника с сеточным разбиением, содержащим порядка 400 тыс. элементов. Фрагмент сеточной модели представлен на рис. 3.

На границах моделируемого пространства установлены следующие условия:

1) линия аэродинамического профиля – условие Wall (непротекания и прилипания $V_x = V_y = 0$);

2) нижняя грань – условие подвижного экрана со скоростью обтекания V_x , $V_y = 0$;

3) входная грань – заданы величина и направление скорости обтекания V_x , $V_y = 0$;

4) выходная грань – условие Outlet (равенство нулю избыточного давления, воздух может только вытекать через эту грань);

5) верхняя грань – условие Opening (равенство нулю избыточного давления, допускается как вход, так и выход воздуха).

Размеры моделируемого пространства включают 54 длины хорды профиля в направлении оси X и 6 длин хорды в направлении оси Y.

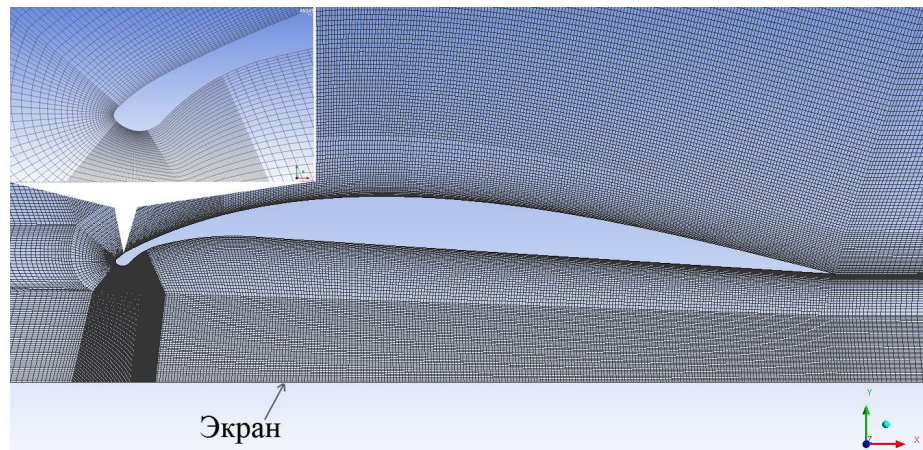


Рис. 3. Фрагмент расчетной области профиля

Математическое моделирование показывает, что выбранные размеры расчетной области, значительно превышающие размерения профиля, и сформулированные выше граничные условия обеспечивают отсутствие влияния внешних границ на течение вблизи профиля.

Моделирование проведено с использованием программного комплекса ANSYS CFX для числа Рейнольдса $Re = 2.5 \cdot 10^6$.

3. Результаты и их обсуждение

В ходе серии вычислительных экспериментов получены зависимости координаты центра давления $\bar{x}_D$, координаты фокуса по высоте $\bar{x}_{fh}$ и аэродинамического качества

K от коэффициента подъемной силы c_y на экранной высоте $\bar{h} = 0.15$ (рис. 4). Результаты демонстрируют смещение координат центра давления и фокуса по высоте аэродинамических профилей с каплевидным носком к задней кромке на 5–10 % длины САХ и увеличение аэродинамического качества на 10–15 % при различных значениях c_y по сравнению с профилем типа CLARK.

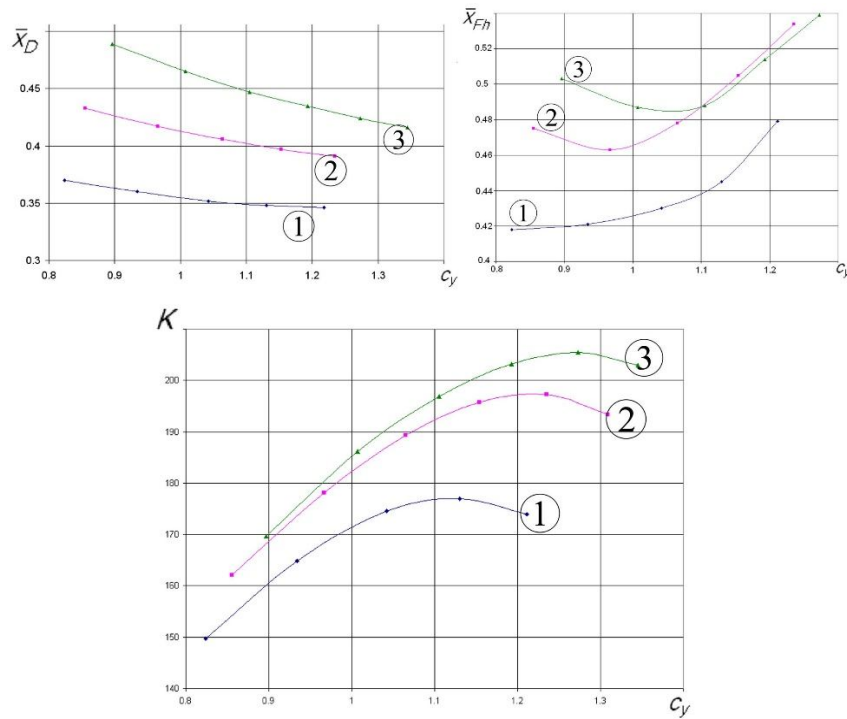


Рис. 4. Результаты математического моделирования экранной аэродинамики профилей (1 – CLARK; 2 – Dropnaze; 3 – Dropnaze-M)

Полученные данные объясняются формированием вихря с поперечной осью и положительной циркуляцией в районе сопряжения каплевидного носка и прямолинейной нагнетающей части. Интенсивность этого вихря растет с приближением профиля к экрану, вследствие чего кормовые фрагменты оказываются в зоне дополнительных положительных сколов потока, индуцируемых поперечным вихрем. Это ведет к перераспределению давления на нагнетающей части контура профиля и смещению фокуса по высоте к задней кромке. Увеличение аэродинамического качества связано со снижением составляющей сопротивления от сил давления.

Заключение

1. С использованием технологий CFD разработаны новые семейства профилей для скоростных судов, использующих экранный эффект.
2. В сравнении с традиционными профилями типа CLARK разработанные семейства профилей характеризуются более кормовым расположением как центра давления, так и фокуса по высоте, а также несколько более высокими значениями аэродинамического качества.
3. Разработанные семейства профилей позволяют рационально обеспечить продольную устойчивость на режиме экранного полета АСВП с АР и экранопланов с кормовой центровкой.

Список литературы:

- [1] Иродов Р.Д. Критерий продольной устойчивости экраноплана при полете с постоянной скоростью вблизи экрана // Ученые записки ЦАГИ. Т. 1. – 1970. – № 4. – С. 63–72.
- [2] Остославский И.В. Аэродинамика самолета. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1957. – 560 с.
- [3] Экраноплан с подкрыльевыми килем // Патент России № 151105. 2015. Бюл. № 8. / Дербенев С.Г., Калыасов П.С., Февральских А.В. [и др.].
- [4] Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х томах. Т. 2. – Л.: Мир, 1991. – 504 с.
- [5] Menter F.R. Zonal two equation $k-\omega$ turbulence models for aerodynamic flows. AIAA Paper 93-2906, 1993.

AERODINAMICAL PROFILE OF AIRFOIL FOR HIGH-SPEED GROUND EFFECT VEHICLES WITH THE STERN CENTER OF GRAVITY

E.M. Gramuzov, A.V. Fevralskikh

Keywords: *high-speed ground effect vehicle, airfoil, CFD (computational fluid dynamic)*

Using computational fluid dynamic the profile families for airfoils of high-speed ground effect vehicles with relative stern center of gravity have been formed. Formed airfoils characterized by the more stern location of aerodynamic center for flight altitude as the airfoils named CLARK used in ground effect vehicles with the bow center of gravity. The researched airfoils usage in the high-speed ground effect vehicles with relative stern center of gravity design gives a chance for rational provision of the vehicle longitudinal flying stability.

Статья поступила в редакцию 05.07.2016 г.

УДК 629.5.035-233.1-233.21:534.011.001.24

Г.А. Кушнер, аспирант ФГБОУ ВПО «АГТУ»

В.А. Мамонтов, д.т.н., доцент ФГБОУ ВПО «АГТУ»

А.А. Халевкин, к.т.н. ФГБОУ ВПО «АГТУ»

В.В. Шахов, старший преподаватель ФГБОУ ВПО «АГТУ»

414025, г. Астрахань, ул. Савушкина, 16

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ГРЕБНОГО ВАЛА С УЧЕТОМ ВРАЩЕНИЯ

Ключевые слова: *судовой валопровод, гребной вал, поперечные колебания.*

Работа посвящена повышению надежности и долговечности системы валопровода судна. В работе предложена новая методика расчета поперечных колебаний гребного вала судна. В расчетной схеме учтено вращение вала вокруг продольной оси без учета статической деформации системы. Составлено и решено дифференциальное уравнение изгибных колебаний. Разработанный алгоритм можно применять для расчета колебаний валопроводов более сложной структуры.

Введение

Проектирование судового валопровода невозможно без расчета поперечных коле-

баний. Возникновение поперечных колебаний связано с тем, что при вращении валопровода на него действуют изгибающий момент от веса гребного винта, гидродинамическая изгибающая сила, радиальные силы механизмов двигателя, центробежная и другие силы. Поперечные колебания отличаются от других колебаний валопровода тем, что усилия, возбуждающие их, нейтрализуются реакциями смежных подшипников. Локальный характер поперечных колебаний позволяет в расчетах ограничиваться отдельными участками валопровода.

Важность изучения поперечных колебаний обусловлена тем, что при колебаниях данного вида возникает неустойчивое состояние валопровода и даже при малых рабочих частотах возможно возникновение явления резонанса, приводящего к его разрушению. Каждый валопровод рассчитывается на критическую частоту вращения для создания интервала между рабочими и критическими числами оборотов.

Работа сложной конструкции валопровода зависит от большого числа факторов, многие из них изучены недостаточно, а некоторые вообще не учитываются.

Цель исследования

При построении расчетных схем колебаний валопровода с учетом длины дейдвудного подшипника принимаются различные допущения и упрощения. Например, в работе [3] внедейдвудные подшипники заменены точечными линейно упругими опорами, а дейдвудный подшипник – упругим основанием Винклера. Крепление валопровода к двигателю считается жестко-упругим. В работе [4] используется расчетная схема, в которой валопровод представляет собой балку, состоящую из двух участков: консоли гребного вала и части гребного вала внутри кормового дейдвудного подшипника, который считается протяженной упругой опорой. Следует отметить, что известные расчетные схемы [4, 5] не учитывают вращение гребного вала. На современном этапе при разработке конструкции вращающегося вала особое внимание уделяется вопросам расчета его изгибных колебаний. Методы расчета собственных колебаний вращающихся валов описаны в работе [7], где расчеты ведутся для конструкций, имеющих в своей основе быстровращающиеся валы: турбогенераторы, газовые и паровые турбины, центрифуги, сепараторы. Подобие условий эксплуатации, расчетных схем, а также уровень требований, предъявляемых к расчетам и проектированию таких валов, позволяет применить аналогичные методы для расчета поперечных колебаний валопровода судна. Целью работы является разработка методики расчета критических собственных частот поперечных колебаний гребного вала судна с учетом вращения гребного вала.

Математическая модель колебаний

Как известно [8], вычисление частот собственных колебаний стержней сводится к вычислению определителей квадратных матриц, в которые частота входит в качестве неизвестного параметра, а затем – к решению соответствующих нелинейных уравнений. Порядок матриц зависит от вида граничных условий и часто оказывается довольно высоким, что создает вычислительные трудности.

Методика основана на применении пакета символьных вычислений Maple, который позволяет получить точные уравнения для частот, а затем найти их решения. Колебания вращающегося вала считаются плоскими. Учет зависимости собственной частоты валопровода от скорости вращения вала позволит повысить точность расчетов, на основе которых возможно создание нового метода расчета поперечных колебаний валопровода. Знание точных значений критических скоростей вращения вала крайне важно, так как позволяет правильно отстроить рабочие скорости от резонансных зон.

Методика применена к расчетной схеме, где гребной вал состоит из трех участков – шарнирно опертого, внутри дейдвудного подшипника и консольно закрепленного

участка, оканчивающегося гребным винтом. Соответствующая квадратная матрица имеет порядок 12.

Согласно теории малых линейных колебаний, возможно рассмотрение колебаний механической системы относительно ее статического равновесия, а именно без учета статической деформации системы. Рассмотрение системы под действием постоянных нагрузок может быть выполнено дополнительно, независимо от колебаний.

Малые плоские изгибные колебания свободной балки описываются линейным дифференциальным уравнением в частных производных четвертого порядка [8, 9]:

$$m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} = 0.$$

Здесь t, x – время и пространственная координата,

$u=u(t, x)$ – отклонение точки оси стержня с координатой x в момент времени t от положения равновесия,

EJ – жесткость материала балки,

m – погонная масса балки.

Если балка вращается вокруг продольной оси, то к левой части этого уравнения нужно добавить член, отвечающий за возникающую центробежную силу, которая пропорциональна отклонению u :

$$m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} - m\omega^2 u = 0. \quad (1)$$

где ω – скорость вращения балки. При этом предполагается, что система координат вращается вместе с балкой.

Если же вращающаяся балка зажата в цилиндрическую упругую оболочку, то к левой части этого уравнения нужно добавить член, соответствующий силе упругости оболочки (реакции основания), которая, согласно закону Гука, также пропорциональна отклонению u :

$$m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + (k - m\omega^2)u = 0, \quad (2)$$

где k – коэффициент упругости оболочки.

Для решения приведенных уравнений обычно используется метод разделения переменных [9]. Согласно этому методу, частные решения этих уравнений ищутся в виде произведения двух функций, каждая из которых зависит только от одной переменной:

$$u(t, x) = T(t)U(x).$$

Подставив это выражение в формулу (1), после очевидных преобразований получим:

$$UT'' = (\omega^2 U - c^2 U^{(4)})T,$$

где $c = \sqrt{\frac{EJ}{m}}$. Поэтому

$$\frac{T''}{T} = \frac{\omega^2 U - c^2 U^{(4)}}{U}. \quad (3)$$

Так как левая часть в последней формуле зависит только от t , а правая – только от x , то обе дроби должны быть равны постоянной функции. Можно показать, что эта постоянная отрицательна [9]. Обозначим ее через $-p^2$. Получаются два обыкновенных дифференциальных уравнения для определения функций T и U :

$$T'' + p^2 T = 0 \quad (4)$$

и

$$U^{(4)} - \alpha^4 U = 0, \quad (5)$$

где

$$a^4 = \frac{\omega^2 + p^2}{c^2}. \quad (6)$$

Уравнения (5) получаются и для уравнения (2). В этом случае

$$a^4 = \frac{m(\omega^2 + p^2) - k}{mc^2}. \quad (7)$$

Положим, что $m(\omega^2 + p^2) > k$. Решение уравнения (4) имеет вид:

$$T(t) = a \sin(pt + \omega),$$

где a и φ – произвольные постоянные (амплитуда и фаза колебаний). Общее решение уравнения (5) имеет вид:

$$U(x) = C_1 \sin \alpha x + C_2 \cos \alpha x + C_3 \sinh \alpha x + C_4 \cosh \alpha x, \quad (8)$$

где C_i – произвольные постоянные, которые определяются граничными условиями.

Расчетная схема

Следует заметить, что обычно при расчетах частот колебаний валов вместо тригонометрических функций в последней формуле используют функции Крылова. Они упрощают процесс ручного счета при вычислении производных. Нет необходимости это делать, так как для этой цели можно использовать систему символьных вычислений.

Для рассматриваемой расчетной схемы приняты следующие допущения:

1. Гребной вал считается шарнирно закрепленной однородной балкой постоянного сечения, частично опирающейся на упругую опору.
2. Гребной винт представлен сосредоточенной массой на конце участка.
3. Дейдвудный подшипник считается упругой протяженной опорой, для которой выполняется закон Гука.

Расчетная схема представляет собой балку постоянного сечения, которую условно можно разделить на три части: первую – шарнирно опертую, вторую – опирающуюся на кормовой подшипник, третью – свободную балку с гребным винтом на конце (рис. 1).

Дифференциальные уравнения поперечных колебаний гребного вала записываются на каждом участке отдельно.

На участке $L_1 < x < L_2$ колебания описываются уравнением (2), а на участках $0 < x < L_1$ и $L_2 < x < L_3$ – вид (1). Поэтому на первом и третьем участке коэффициент α вычисляется по формуле (6), а на втором – по формуле (7).

Решения уравнений колебаний на первом участке обозначим через u_1 , на втором – через u_2 , на третьем – через u_3 . Соответственно будем считать, что

$$u_1(t, x) = T_1(t)U_1(x), u_2(t, x) = T_2(t)U_2(x), u_3(t, x) = T_3(t)U_3(x).$$

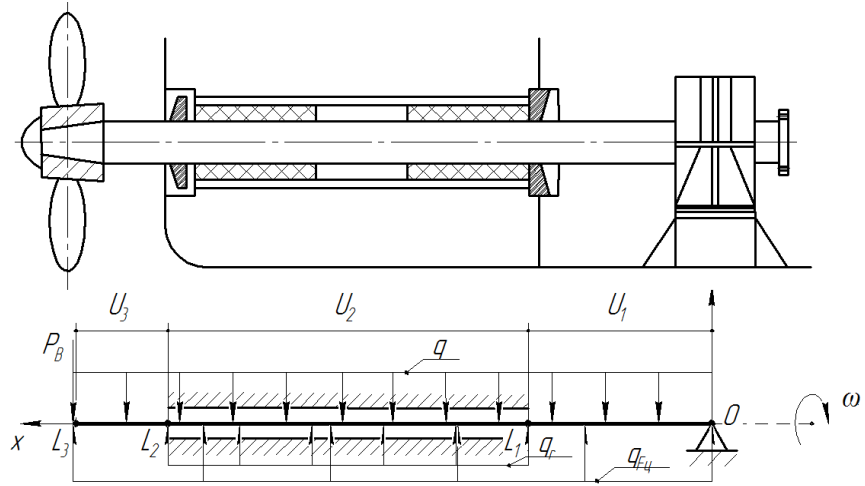


Рис. 1. Расчетная схема гребного вала, где P_B – вес гребного винта, $q=mg$ – погонный вес вала, q_r – реакция основания, q_{Fu} – центробежная сила

Запишем граничные условия в точках с координатой x , равной нулю, L_1 , L_2 , L_3 .

Так как гребной вал шарнирно закреплен в точке $x=0$, то его смещение в этой точке равно нулю:

$$u_1(t,0) = 0,$$

изгибающий момент в шарнире равен нулю, т.е.

$$\left. \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} \right|_{x=0} = 0.$$

Это дает следующие условия на функцию U_1 :

$$U_1(0) = 0, U_1''(0) = 0. \quad (9)$$

Запишем условия стыковки решений u_1 , u_2 и u_3 на границе участков, т. е. в точках $x=L_1$ и $x=L_2$ в терминах функций U_{1-3} :

$$U_1(L_1) = U_2(L_1), U_1'(L_1) = U_2'(L_1), U_1''(L_1) = U_2''(L_1), U_1'''(L_1) = U_2'''(L_1) \quad (10)$$

$$U_2(L_2) = U_3(L_2), U_2'(L_2) = U_3'(L_2), U_2''(L_2) = U_3''(L_2), U_2'''(L_2) = U_3'''(L_2)$$

Первые два условия в формуле (10) гарантируют гладкую склейку решений, третье условие означает равенство изгибающих моментов, а четвертое – равенство перерезывающих сил [8].

При расчетах учтем, что гребной винт захватывает и отбрасывает в корму значительные массы воды, создавая упор судна, что представляет собой дополнительную нагрузку на валопровод. Масса гребного винта оценивается массой самого винта M_B и массой увлекаемой им воды $M_{y.B}$ [10]:

$$M = M_B + M_{y.B}.$$

Запишем условие на гребном винте, т.е. в точке $x=L_3$, считая, что вся его масса M сосредоточена в точке [11]:

$$U_3''(L_3) = 0, EJ U_3'''(L_3) + Mp^2 U_3(L_3) = 0. \quad (11)$$

Решения $U_{1,3}$ будем искать в виде (8) при различных значениях коэффициента α :

$$U_i(x) = C_{i1} \sin \alpha_i x + C_{i2} \cos \alpha_i x + C_{i3} \sinh \alpha_i x + C_{i4} \cosh \alpha_i x, i = 1, 2, 3; \quad (12)$$

где

$$\alpha_{1,3} = \sqrt[4]{\frac{\omega^2 + p^2}{c^2}}, \alpha_2 = \sqrt[4]{\frac{m(\omega^2 + p^2) - k}{mc^2}}.$$

Вычислив производные функций $U_i(x)$ и подставив их в формулы (9) – (11), получим однородную алгебраическую систему из восьми уравнений относительно коэффициентов $C_{ij}(i=1, 2, 3; j=1, \dots, 4)$. Для того чтобы эта система имела ненулевое решение, необходимо, чтобы определитель матрицы A , стоящей в ее левой части был бы равен нулю:

$$\det A = 0. \quad (13)$$

Уравнение (13) представляет собой функциональное уравнение относительно квадрата собственной частоты гребного вала, которое можно решить только численно. Для нахождения критических скоростей вращения вала положим $\omega = p$. Суть методики заключается в нахождении резонансной частоты вращения вала ω , которая будет совпадать с собственной частотой системы p .

Алгоритм решения уравнений в Maple

Преимущество программы символьных вычислений Maple перед ее аналогами состоит в том, что она позволяет все вычисления, вплоть до получения уравнения (13), проводить точно. Приближенные методы применяем только при решении уравнения (13). Для численного эксперимента приняты следующие значения параметров:

$$L_1=5(\text{м}), L_2=7(\text{м}), L_3=8(\text{м}), M=553(\text{кг}), m=120(\text{кг/м}), EJ=3,914 \cdot 10^6(\text{Н} \cdot \text{м}^2), k=1,59 \cdot 10^6(\text{Н/м}^2).$$

1. Определение функций U_1, U_2, U_3 :

$$\begin{aligned} U_1 &:= x \rightarrow C11 * \sin(\alpha_1 * x) + C12 * \cos(\alpha_1 * x) + C13 * \sinh(\alpha_1 * x) + \\ &\quad C14 * \cosh(\alpha_1 * x); \\ U_2 &:= x \rightarrow C21 * \sin(\alpha_2 * x) + C22 * \cos(\alpha_2 * x) + C23 * \sinh(\alpha_2 * x) + \\ &\quad C24 * \cosh(\alpha_2 * x); \\ U_3 &:= x \rightarrow C31 * \sin(\alpha_3 * x) + C32 * \cos(\alpha_3 * x) + C33 * \sinh(\alpha_3 * x) + \\ &\quad C34 * \cosh(\alpha_3 * x); \end{aligned}$$

2. Задание функции вычисления коэффициентов при C_{ij} :

$$\text{coeff} := a \rightarrow [\text{diff}(a, C11), \text{diff}(a, C12), \text{diff}(a, C13), \text{diff}(a, C14), \text{diff}(a, C21), \text{diff}(a, C22), \text{diff}(a, C23), \text{diff}(a, C24), \text{diff}(a, C31), \text{diff}(a, C32), \text{diff}(a, C33), \text{diff}(a, C34)]:$$

Задание граничных условий:

1) при $x=0$

$$\begin{aligned} e1 &:= U1(0); \\ e2 &:= \text{simplify}(\text{eval}(\text{diff}(U1(x), x), x=0), \text{size})); \end{aligned}$$

2) при $x=L_1$

$$\begin{aligned} e3 &:= \text{eval}(U1(x) - U2(x), x=L1); & e4 &:= \text{eval}(\text{diff}(U1(x) - U2(x), x), x=L1); \\ e5 &:= \text{eval}(\text{diff}(U1(x) - U2(x), x\$2), x=L1); & e6 &:= \text{eval}(\text{diff}(U1(x) - U2(x), x\$3), x=L1); \end{aligned}$$

3) при $x=L_2$

$$\begin{aligned} e7 &:= \text{eval}(U2(x) - U3(x), x=L2); & e8 &:= \text{eval}(\text{diff}(U2(x) - U3(x), x), x=L2); \\ e9 &:= \text{eval}(\text{diff}(U2(x) - U3(x), x\$2), x=L2); & e10 &:= \text{eval}(\text{diff}(U2(x) - U3(x), x\$3), x=L2); \end{aligned}$$

4) при $x=L_3$

$$e11 := \text{eval}(\text{diff}(U2(x), x\$2), x=L2): \quad e12 := \text{eval}(EJ^* \text{diff}(U2(x), x\$3) + M^* P^* U2(x), x=L2):$$

3. Формирование матрицы А:

$$m1:=\text{coeff}(e1): \quad m2:=\text{coeff}(e2): \quad m3:=\text{coeff}(e3): \quad m4:=\text{coeff}(e4): \quad m5:=\text{coeff}(e5):$$
$$m6 := \text{coeff}(e6):$$
$$m7:=\text{coeff}(e7): m8:=\text{coeff}(e8): m9:=\text{coeff}(e9): m10:=\text{coeff}(e10): m11:=\text{coeff}(e11):$$

```
m12:=coeff(e12): with(LinearAlgebra):
```

$$A := \text{Matrix}(12, 12, [m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9, m10, m11, m12]):$$

4. Вычисление определителя матрицы А.

$$ur := \text{simplify}(\text{Determinant}(A), \text{size}):$$

5. Формирование коэффициентов α :

$$c:=\text{sqrt}(EJ/m):$$
$$\Omega:=P: \#\Omega=\omega^2, P=p^2.$$
$$\alpha_1 := ((\Omega + P)/c^2)^{1/4}:$$
$$\alpha_2 := ((m(\Omega + P) - k) / (m c^2))^{1/4}:$$
$$\alpha_3 := ((\Omega + P)/c^2)^{1/4}:$$

6. Подстановка коэффициентов в уравнение $\det A=0$:

$$ur2 := \text{simplify}(ur, \text{size}):$$

7. Задание численных значений параметров:

$$m:=120: \quad M:=553:EJ:=3.914*10^6: k:=1,59*10^9: \quad L1:=5: L2:=7: L3:=8:$$

8. Задание точности вычислений:

Digits := 20:

9. Подстановка численных параметров в уравнение $\det A=0$, графическое решение (рис. 2):

$$ur3:=simplify(ur2,size):$$

```
plot(ur3, P=90000..140000);
```

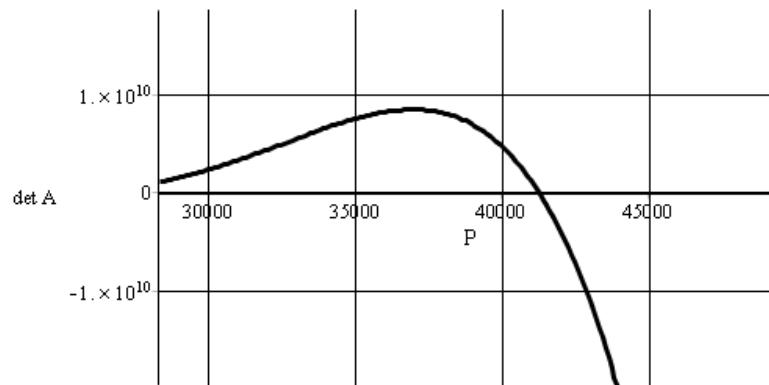


Рис. 2. Графическое решение уравнения: $\det A$ – значение определителя матрицы A ; P – квадрат собственной частоты системы

10. Вычисление точного решения, нахождение искомой частоты:

```
fsolve(ur3,P=40000..45000);
```

41266.240776505006945

```
evalf(sqrt(41266));
```

203.14034557418671478(pad/c)

11. Проверка корня уравнения $\det A=0$:

$\text{evalf}(\text{eval}(\text{ur3}, P=41266.240776505006945));$
0.

Проверка корня уравнения выполняется, чтобы удостовериться в точности вычисления решения численным методом. При случае, когда проверка корня уравнения отлична от нуля, следует повысить точность вычислений в п. 8.

Заключение

В работе предложена новая методика расчета собственных частот поперечных колебаний гребного вала судна с учетом вращения. Приведенный в работе алгоритм вычисления критических частот вращения вала без особых изменений можно применять для расчета валопроводов и более сложной структуры, например, для валопроводов, состоящих из нескольких участков. Полученные результаты позволяют глубже изучить поперечные колебания гребного вала и являются основой для повышения его долговечности и надежности. Достоверность представленной методики пока не подтверждена, полученные на основе методики результаты будут проверены в эксперименте на запатентованной установке [12].

Список литературы:

- [1] Виноградов С.С. Износ и надёжность винторулевого комплекса судов / С.С. Виноградов, П.И. Гавриш. – М.: Транспорт, 1970. – 232 с.
- [2] Балацкий Л.Т. Эксплуатация и ремонт дейдвудных устройств морских судов / Л.Т. Балацкий, Т.Н., Бегагоен. – М.: Транспорт, 1975. – 160 с.
- [3] Миронов А.И. Исследование давления вала на дейдвудные подшипники / А.И. Миронов // Вестник АГТУ, серия «Механика». – 1998. – С. 144–149.
- [4] Миронов А.И. Метод оценки собственных частот валопровода судов / А.И. Миронов, Л.М. Денисова // Вестник АГТУ, серия «Морская техника и технология». – 2000. – С. 44–49.
- [5] Кусяинова А.А., Миронов А.И. Приближенный метод определения собственных частот гребного вала // Вестник АГТУ, серия «Механика». – 2000. – С. 69–72.
- [6] Комаров В.В. Валопроводы рыбопромысловых судов Ч. 1 / В.В. Комаров, А.С. Курылев. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 166 с.
- [7] Митрофанов Ю.А. Изгибные колебания быстровращающихся валов / Ю.А. Митрофанов, В.М. Замятин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 103 с.
- [8] Бабаков И.М. Теория колебаний / И.М. Бабаков. – М.: Дрофа, 2004. – 592 с.
- [9] Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1966. – 724 с.
- [10] Румб В.К. Основы проектирования и расчета судового валопровода: учеб. пособие / В.К. Румб. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 1996. – 106 с.
- [11] Бидерман В.Л. Теория механических колебаний / В.Л. Бидерман. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
- [12] Пат. 156856 Российская Федерация, МПК G01H 1/10 (2006.01), B63H 23/00 (2006.01). Установка для исследования продольных, поперечных и крутильных колебаний системы валопровода судов / Г.А. Кушнер, А.А. Халиявкин, В.А. Мамонтов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет». № 2015117052/28; заявл. 05.05.2015; опубл. 20.11.2015, Бюл. № 32, 3с.; ил.

METHOD OF CALCULATION OF TRANSVERSE VIBRATIONS OF THE PROPELLER SHAFT ACCOUNTING ROTATION

G.A. Kushner, V.A. Mamontov, A.A. Khaliavkin, V.V. Shakhov

Keywords: *ship shafting, propeller shaft, the transverse vibrations.*

The work is aimed at improving the reliability and durability of the shafting system of a vessel. We propose a new method for calculating the transverse vibrations of the propeller shaft of the ship. The design scheme takes into account rotation of the shaft about its longitudinal axis without considering the static deformation of the system. Differential equation of bending vibrations has been compiled and solved. The algorithm can be used for the calculation of shafting vibrations of more complex structure.

Статья поступила в редакцию 12.05.2016 г.

УДК 658.5: 629.5

Т.А. Михеева, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ВЕРФЯХ

Ключевые слова: *предприятия судостроения, управление проектами, эффективность, промышленное развитие, программный продукт, информационные технологии.*

В статье рассматриваются современные тенденции развития судостроения, которое невозможно без совершенствования и модернизации российской экономики. В то же время развитие производства является основой экономического роста. Одним из путей достижения производственного и экономического роста предприятий судостроения является внедрение систем управления проектами. Специфика судостроения, возросшая конкурентность в отрасли, способствовали применению данной системы на судостроительных верфях. Приведены основные направления развития систем управления проектами на судостроительных верфях, обобщён опыт разработки организационных структур управления проектами, перечислены основные программные продукты и информационные системы, применяемые на отечественных предприятиях судостроения.

В современных экономических условиях дальнейшее совершенствование и промышленное развитие отечественных судостроительных верфей невозможно без слаженного, чёткого управления и координации производства. Достижение эффективной и планомерной работы судостроительных предприятий может быть осуществлено посредством внедрения системы управления проектами.

Управление проектами в данном случае это деятельность, направленная на определение и достижение четких целей в судостроительном производстве с учётом соблюдения равновесия между стоимостью, длительностью и качеством проекта [1]. Иначе говоря – организация постройки судна или серии судов в строго обозначенные сроки при запланированных затратах с требуемым качеством. Основными составляющими успеха системы управления проектами являются: создание четкого плана проекта, сокращение рисков и отклонений от намеченных целей и задач.

При внедрении проекта в производство существует несколько видов рисков: внешние, внутренние и независимые. Внешние риски связаны с выбором системы и поставщиков оборудования и комплектующих (например, риск из-за низкого уровня профессионализма у привлечённых к работе консультантов, недостаточность опыта). Внутренние риски относятся к рискам планирования (например, значительное сокращение бюджета или сроков выполнения проекта и загрузка специалистов, задейство-

ванных в проекте), отсутствие заинтересованности основного руководителя предприятия и его заместителей, не профессионализм специалистов по экспертизе, отсутствие четкости в формулировке метода и описания процессов бизнеса, отказ персонала от внесения изменений в рабочий процесс. Независимые риски возникают при существенных изменениях следующих аспектов: в законодательстве, в работе предприятия на рынке, среди конкурентов, в планировании развития предприятия и т.д. Важным инструментом управления проектом является соответствующий ему программный продукт, который способствует выполнению качественного планирования и производит необходимые расчёты. При классификации программного обеспечения (ПО) используют различные подходы для управления проектами на производстве. Самые распространённые из них это деление программного обеспечения по стоимости – на дорогое ПО (более 1000 \$) и недорогое ПО (менее 1000 \$), а также по количеству поддерживаемых функций – на профессиональное и не профессиональное. Известно, что системы управления проектами делятся на системы начального уровня, более простые – для небольших судостроительных предприятий с достаточно узкими целями, и на профессиональные системы управления проектами – для совершенствования работы крупных судостроительных корпораций и многофункционального регулирования. В связи с этим применять их можно для различных целей. Например, системы управления проектами можно использовать для компьютерного моделирования проекта с последующим расчётом последствий принимаемых решений до их выполнения, также их можно применять в качестве средства для получения показателей и отчетности. Программный продукт для управления проектами выбирают в зависимости от целей и задач, которые требуется выполнить организацией, и масштабов реализуемых проектов. При выборе оптимального программного продукта с целью создания системы управления проектами на предприятии необходимо хорошо знать функции и требования, предъявляемые к системе. В связи с тем, что управление проектами на судостроительной верфи выполняется на различных уровнях административного управления, следовательно, требования к программному продукту на каждом конкретном уровне также будут разными. Так руководство высшего звена и администрация требуют наличие таких характеристик программного продукта как легкость в использовании, наличие возможности для проведения планирования «сверху вниз» и получение обобщенных отчетов. Руководители цехов и участков ставят на первое место мощность планирования: временного, стоимостного и ресурсного, а также анализ возникающих рисков и инструменты контроля выполнения проекта. ИТР, МОП и низшее управленческое звено придают большое значение простоте использования, наглядности и легкости освоения. Кроме того, определяющим фактором в создании системы управления является выбор оптимального программного продукта, который сможет реализовать новые процессы в бизнесе предприятия и достигнуть поставленных целей с наилучшим результатом.

На современном рынке существует огромное количество программных продуктов, в связи с этим сделать верный выбор очень сложно. В настоящее время количество фирм, которые предлагают программные продукты по управлению проектами, постоянно увеличивается, их число составляет нескольких сотен. Наиболее известными пакетами в России являются такие программные продукты, как *Microsoft Project*, *Spider Project*, *Primavera*, *Open Plan* и другие, адаптированные под российский рынок. [2]. Рассмотрим подробнее перечисленное программное обеспечение для управления проектами. Как упоминалось выше, все программные продукты классифицируются по стоимости.

Программные продукты недорогого сегмента рынка

Microsoft Office Project – это продукт корпорации Майкрософт по управлению корпоративными проектами, которое состоит из системы программных продуктов (*MS Office Project Standart* (стандартная версия), *MS Office Project Professional* (про-

фессиональная версия), *MS Office Project Server* (серверный продукт), технологию *MS Office Project Web Access* (веб-интерфейс *MS Project*, позволяющий участникам проектов получить доступ к проектной информации через *Internet Explorer*). Объединение *MS Office Project* с другими составляющими *Microsoft Office* позволяет представить данные в разных форматах (*Excel*, *Word*, *Power Point*, *Visio*). Это значительное преимущество данного пакета по сравнению с другими программными продуктами. *Microsoft Project* является в настоящее время наиболее распространенной системой планирования проектов. Программу отличает ее простота и интерфейс, взятый от продуктов серии *Microsoft Office 2000*. В этом пакете отсутствуют сложные алгоритмы ресурсного и календарно-сетевого планирования [3].

Программа позволяет обеспечить участников проекта обменом проектной информацией. Имеются средства для планирования графика работ, анализа информации по портфелю проектов и отдельным проектам, а также отслеживанию их выполнения (просмотр списка поручений, таблицы рабочих и т. д.).

Основным средством визуализации плана проекта в *MS Project* служит диаграмма Ганта (*Gantt Chart*). Она представлена в виде графика, где по горизонтали находится шкала времени, а по вертикали – список основных задач.

Эта диаграмма названа в честь Генри Ганта (1861–1919), который являлся единомышленником «отца научного менеджмента» Фредерика Тейлора (1856–1915). Изучая менеджмент на примере постройки кораблей во время Первой мировой войны, Гант предложил свою диаграмму, которая состояла из отрезков (задач) и точек (завершающих задач), как инструмент для отражения длительности и последовательности задач в проекте. Диаграмма Ганта являлась сильным аналитическим инструментом, в связи с этим она не изменялась в течение почти ста лет. В начале 1990-х в диаграмму были добавлены линии связи между задачами для более подробного описания взаимосвязей.

Microsoft Project часто применяется для планирования и контроля малых проектов непрофессиональными пользователями в управлении проектами.

Главные возможности *Microsoft Project* следующие:

Выполнение планирования:

- планирование работ с учетом сроков их выполнения и имеющихся ресурсов;
- ввод и структурирование содержание работ, их продолжительность и ограничения по срокам, установление логики между работами;
- расчет трудоемкости работ, корректировка продолжительности работ в зависимости от применения ресурсов на работах;
- ввод ресурсных потребностей работ;
- расчет последовательности проекта методом критического пути; планирование последовательности от даты начала или к дате окончания проекта;
- расчет стоимостей работ и ресурсов, затрачиваемых на работы;
- ручное и автоматизированное выравнивание уровня загрузки ресурсов с целью наилучшего распределения ресурсов между работами.

Реализация и контроль выполнения:

- учет реальных сроков производства работ, трудовые затраты (в т. ч. сверхурочных) ресурсов, расхода материалов и денежных ресурсов;
- создание базового плана (до 10 экземпляров) для отслеживания аномалий;
- экспорт полученных данных в *Microsoft Excel* для проведения анализа;
- выдача отчетов по отклонениям от планируемых критериев, использование наглядных показателей.

Заключительный этап проекта:

- формирование заключительных отчетов по всем показателям плана проекта: стоимость и сроки выполнения работ, трудовые затраты рабочих и расход потребляемых ресурсов;
- передача в архив плана проекта.

Основные данные в *Microsoft Project* выводятся в виде таблицы работ, диаграммы Ганта, ресурсов и назначений, графика загрузки ресурсов, сетевого графика и вычисляемых пользовательских полей.

Существуют следующие аналоги вышеперечисленных программных продуктов: *Time Line* (*Time Line Solutions*), *Primavera Project Planner (P3)* (*Primavera*; *Open Plan* (*Wellcome Software*); *Project Scheduler* (*Scitor Corp.*); *Artemis Views* (*Artemis Management Systems*); *CA-Super Project* (*Computer Associates International Inc.*); *TurboProject* (*IMSI*); *Project Workbench* (*Applied Business Technology*); *Spider Project* (технологии управления Спайдер).

Spider Project, разработчик – *Spider Technologies Group*.

Программный аналог *Spider Project* является разработкой российских специалистов. Он имеет ряд отличительных особенностей, которые позволяют ему быть конкурентоспособным с системами западных производителей.

Преимущества программного продукта состоят в современных алгоритмах планирования при использовании ограниченных ресурсов, что позволяет при составлении программ использовать взаимозаменяемые ресурсы при составлении расписания работ. Благодаря этому менеджер избавляется от необходимости жестко назначать на работы проекта конкретных исполнителей. Он указывает только общее количество ресурсов, необходимых для производства работ и из каких ресурсов выбирают это количество.

Следующей важной особенностью пакета является возможность использования нормативно-справочной информации, содержащей сведения о производительной способности ресурсов на различных видах работ, потреблении материалов, стоимостях ресурсов и работ. *Spider Project* имеет возможность создания и использования в расчетах любых дополнительных табличных документов и баз данных, а также позволяет вводить расчетные формулы, при этом количество показателей, учитываемых в проектах, не ограничено.

Система управления *Spider Project* уступает в области программной реализации многим западным пакетам (пользовательский интерфейс, использование стандартов обмена данными и т. д.), хотя и превосходит их по мощности и гибкости отдельных функций.

Кроме рассмотренной выше системы управления проектами, существует более современная и адаптированная под судостроительное производство версия *Spider Project Professional* (разработчик – «Технологии управления Спайдер»). Этот пакет управления проектами спроектирован и разработан с учетом практического опыта, потребностей, особенностей и приоритетов Российского рынка, является единственным из известных в России программных продуктов отечественной разработки.

Пакет *Spider Project Professional* отличается от западных аналогов следующими функциями:

- оптимальные расписания при выполнении работ с наиболее рациональным использованием ресурсов проектов;
- включенная в состав конструкции система анализа управления резервами по срокам, стоимости работ и рискам;
- возможность включения в проекты типовых фрагментов, их создания и хранения;
- наилучшая организация работы в группах работы и одновременного управления несколькими проектами, а также многие другие.

Существующие программные продукты компании *Primavera Inc* по управлению проектами (ПМ Софт – представитель в России):

- *Primavera Project Planner Professional* – версия предназначена для автоматизации процессов управления проектами в соответствии с требованиями стандартов и *ISO PMI* (*Project Management Institute*). Она предназначена, в первую очередь, для применения в составе информационной корпоративной системы, но есть возможность

её автономной работы. Данная версия помогает выполнять некоторые задачи по календарно-сетевому планированию, по определению критического пути с выравниванием потребности в ресурсах, задачи типа «*what – if*» (что – если), а также и другие задачи по моделированию проектов, группы проектов, программ и портфелей;

– продукт *SureTrack Project Manager* применяют для контроля при создании мелких проектов, а также для фрагментов более масштабных проектов. Способен работать как автономно, так и вместе с *Project Planner* в общей системе управления проектами.

Программа *Open Plan* (разработчик – *Welcom Software Technology*, в настоящее время *Deltek*) позволяет обеспечить масштабное многоуровневое управление, а также планирование способом критического пути и оптимизацию при использовании ресурсов в рамках конкретного предприятия. Она может быть удачно применена на всех ступенях контроля и управления проектами – от руководителей и менеджеров проектов, до начальников производственных цехов верфи и простых исполнителей.

Open Plan даёт возможность руководителям разного уровня осуществлять нижеперечисленные функции:

- сокращать риски различного вида;
- назначать степень важности проектов;
- разрабатывать оперативные планы проектов с учетом различных дополнений;
- задавать относительную степень значимости проектов для рационального распределения ресурсов;
- выполнять регулярный анализ процесса выполнения работ по проекту.

Welcom рекомендует применять «облегченную» и профессиональную версии продукта совместно (*Open Plan Professional + Open Plan Desktop*), так как они весьма удачно сочетаются и дополняют друг друга функционально.

Приведённое программное обеспечение (ПО) содержит различные приложения для составления расписания, распределения задач и ресурсов, регулирования бюджета, контроля цены, совместной работы, общения, быстрого управления, документирования и администрирования системы, которые могут применяться в совокупности для управления крупными проектами [3].

P2Ware. ПО компании *P2Ware* представляет собой пакет программ для управления проектами наряду с методологиями *PRINCE2*, *PMBOK*. Эти программы *P2Ware* могут предоставить следующие возможности:

- правильное определение и описание конечной цели внедряемого проекта;
- определение основных задач, которые должны быть достигнуты при реализации финишной цели проекта;
- выполнение конкретного описания поставленных задач с основными требованиями ее выполнения и принятия;
- одновременное выполнение и принятие задач;
- расчёт стоимости при выполнении задачи;
- рекомендации по применению определённых видов ресурсов;
- распечатка планов;
- архивация планов или их фрагментов с целью использования в других проектах;
- опубликование разработанных планов на сервере с условием доступа через веб-браузеры с автоматизацией синхронизации со следующими планами.

Программы *P2Ware* после завершения выполнения планирования проекта позволяют обеспечить:

- контролирование при выполнении планирования с выполнением контроля по регулированию качества продукции, различного вида рисков и возникающими вопросами;
- систематизация и сбор отчетов о выполнении от менеджеров через Интернет;
- проверка текущего состояния производства при выполнении задач, рационального использования ресурсов и бюджета;

– выполнение отчетов в процессе реализации проекта.

In-Step. Программные продукты компании *In-Step* подразделяются в зависимости от принадлежности к определённому методу управления проектами:

– *in-Step Scrum Edition* – управление проектами на основе решений по методологии *Scrum*;

– *in-Step V-Modell XT Edition* – методология *V-Model XT*;

– *in-Step Core Process Edition* – управление проектами на базе собственной концепции проекта;

– *in-Step PRINCE2 Edition* – управление проектами выполняется в соответствии с *PRINCE2*;

– *in-Step actiF Edition* – ПО разрабатывается на основании концепции *Agile*;

– *in-Step SPICE Edition for Automotive* – проекты по *SPICE* 3-го уровня.

Следующая версия по управлению проектами *In-Step PRINCE2 Edition* имеет следующие возможности:

– поддержка версии по стандарту *PRINCE2*;

– обеспечение поддержки сетевой работы по сетям Интернет и локальной;

– выполнение управленческих функций версиями всех результатов, поддержка со стороны центральной библиотеки проекта;

– возможность просмотра всей истории произошедших изменений и текущего состояния;

– возможность планирования в рабочем времени плановой и бюджетной информации с отображением точной даты;

– совместимость с продуктами *MS Word* и *MS Excel*;

– наличие инструментов, упрощающих проведение разработки и сопровождение проекта (имеется «помощник планирования проекта» и «помощник планирования рабочих пакетов»).

«Помощник планирования проекта» помогает предприятию адаптировать стандарт *PRINCE2* к своим проектам. После определения проекта и введения фаз, «помощник планирования» разрабатывает проект плана. План должен содержать основные фазы, которые требует стандарт *PRINCE2*. Этим стандартом также предусмотрено на возможность расширения и усовершенствования проектного плана в зависимости от особенностей предприятия.

Выполнение разработки плана в программе *in-Step* основывается на формировании комплекта работ. Комплекты работ формируются исходя из потребностей в необходимых специалистам продуктах. «Помощник планирования рабочих пакетов» строит работы последовательно, в соответствии с проектом в хронологическом порядке и назначает определённых исполнителей-специалистов.

Time Line 6.5, производитель – *Time Line Solutions Corporation*.

Рассматриваемый программный продукт *Time Line 6.5* предлагает нижеперечисленные возможности:

– возможность одновременного планирования нескольких проектов;

– обеспечение назначения зависимости между работами проектов;

– архивирование информационного обеспечения и данных по проектам в единой базе данных;

– имеет мощные алгоритмы работы с различными ресурсами, обеспечивая их равновесное перераспределение между проектами, описание обеспечения ресурсами в определённые сроки.

Программные продукты профессионального уровня

Программные продукты фирмы WST Corporation

Базовой программой профессионального уровня этой фирмы является *Open Plan*, которая позволяет создать систему управления проектами в рамках предприятия. Она

представляет собой профессиональный инструмент для одновременного выполнения нескольких проектов по планированию и контролю. Имеет полный набор различных параметров для описания большого количества характеристик работ по проекту. Для создания и функционирования проекта применяются:

- структуры по кодированию работ;
- структуры по разбиению работ (WBS);
- структура по организации предприятия (OBS);
- структура иерархии ресурсов (RBS).

Эта система состоит из трёх основных программных продукта: *Open Plan Professional*, *Open Plan Desktop* и *Open Plan Enterprise*, каждый из которых решает задачи определенных участников проекта: команды проекта, проект-менеджера, работников, ответственных за выполнение работ, субподрядчиков и т. д.

Open Plan Professional служит рабочим инструментом многих менеджеров, которые выполняют управление крупными проектами, и:

- разрешает назначать зависимости всех типов с задержками по времени в пределах одного проекта и между различными проектами;
- даёт средства для планирования ресурсов в режиме выполнения нескольких проектов, включая поддержку иерархических ресурсов и ресурсных календарей. Имеется возможность планирования и контроля альтернативных и расходующих ресурсов.
- имеет гибкий инструмент для построения табличных и графических отчетов.

Open Plan Desktop является более простым вариантом *Open Plan Professional* и применяется в качестве инструмента для выполнения задач с небольшими проектами или для части крупного проекта. Совместимость с *Open Plan Professional* даёт следующие возможности:

- распределение проектной работы по этапам;
- применять уже имеющиеся в *Open Plan Professional* шаблоны проектов с заданными в них шифрами CPP, ССО и работ, словарями необходимых ресурсов и т. п.

Программы *Open Plan Desktop* и *Open Plan Professional*:

- могут обеспечить лимит доступа к проектной информации;
- способны работать в режиме клиент/сервер на базе реляционных *Oracle*, *Sybase* и *MSSQL Server*;
- учитывают риски всех типов;
- хранят данные в различных форматах;
- обеспечивают публикацию данных проектов на различные (внешний (Интернет) и внутренний) web-сайты.

Программный пакет *Open Plan Enterprise* содержит в себе главные характеристики *Open Plan Professional* и интегрирован с *ERP* (система управления ресурсами предприятия) – приложениями. Это даёт возможность распределять исходные данные проектов среди других информационных систем (ИС) предприятия.

Пакет программных продуктов фирмы SAP AG (Германия).

SAP Business One – это программный продукт, который даёт возможность предприятиям управлять своим производством и сохранять контроль над ним и над выпуском определённой продукции. Данная система управления позволяет автоматизировать процесс производства на различных его участках и в цехах.

Наиболее важные возможности *SAP Business One*:

- производство продукции;
- закупки сырья и материалов, комплектующих;
- продажа продукции;
- партнеры по бизнесу;
- расчеты по платежам и закупкам;
- складское хозяйство и складирование готовой продукции;
- финансирование и вложение средств в основные фонды;
- сервисное обслуживание;

– управление персоналом на производстве.

Достоинства программного продукта:

– возможность быстрого принятия правильных решений;

– увеличение дохода за счет повышения производительности работы производственных рабочих;

– масштабный подход к решению задачи;

– обладает возможностью решения задач различной сложности;

– управление продажами;

– возможность контролирования затрат.

Оптимальное содержание стандартного пакета решений *SAP* для машиностроения содержит следующие возможности:

– планирование объемов производства и управление им;

– материально-техническое снабжение и управление им;

– управление сбытом продукции;

– управленческий учет продукции и сырья;

– бухгалтерский учет и учет основных средств (фондов);

– высокий уровень управления качеством;

– сервисное обслуживание и управление им.

В настоящее время в России отечественный рынок программных разработок по управлению проектами продолжает оставаться открытым для новых программ. Одной из таких разработок, внедрённых и успешно функционирующих на многих российских предприятиях судостроения, является *система управления «ЛОЦМАН:КБ»* [4]. Разработчиком её является «Аскон» – российская компания по инженерному программному обеспечению для проектирования и управления данными в машиностроении и строительстве.

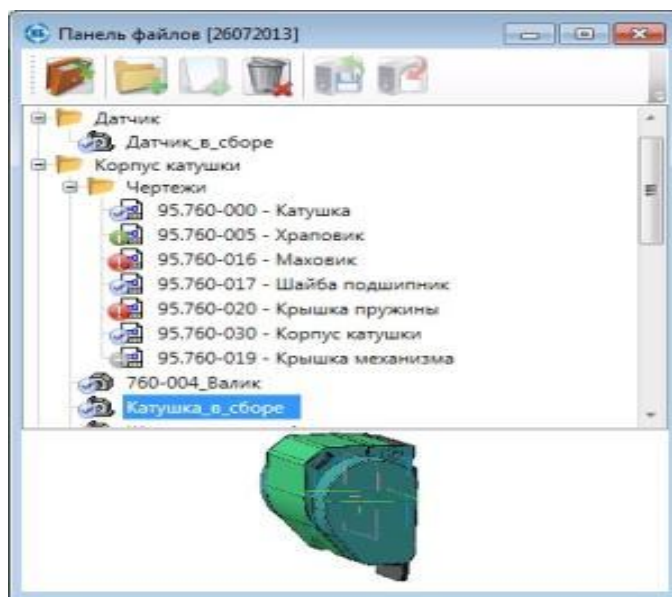


Рис. 1. Коллективная работа над проектом на уровне файлов

ЛОЦМАН:КБ – автоматизированная система управления проектированием и электронным архивом конструкторской документации. Система даёт возможность:

– обеспечить быстрый поиск нужной информации, создать и поддерживать электронный архив конструкторской документации в актуальном состоянии;

– выполнять автоматизированное согласование конструкторской документации (КД);

- коллективной разработки (КД);
- управлять проектами, процессами проектирования и согласования.

Программный продукт *ЛОЦМАН:КБ* способен обеспечить качественную коллективную работу над проектом уже на уровне файлов (представлено на рис. 1) с поддержкой прогрессивной технологии сквозного проектирования, которая уже реализована во многих современных САПР.

Управляющая система организует процесс, следит за изменениями файлов, контролирует и раздает права пользователей, дополнительные работы по настройке системы не требуются. Основное окно ПО *ЛОЦМАН:КБ* представлено на рис. 2.

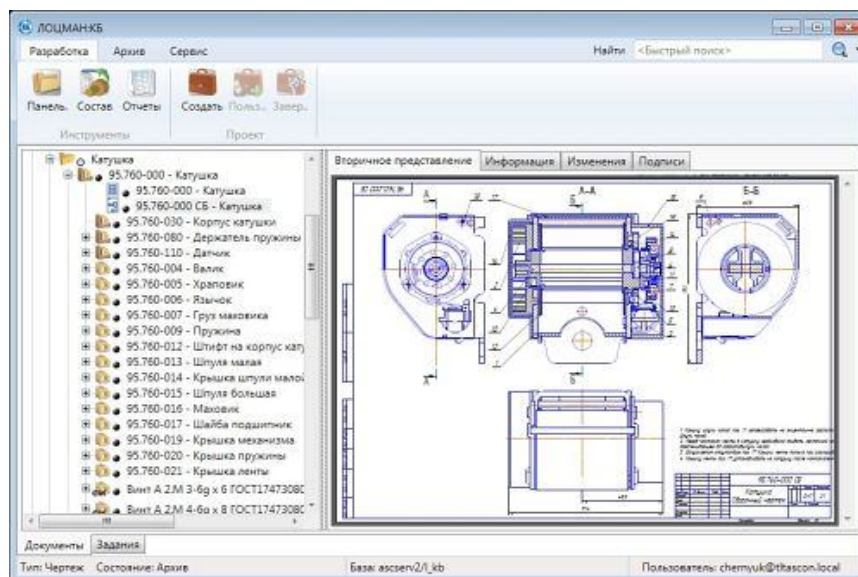


Рис. 2. Основное окно *ЛОЦМАН:КБ*

ЛОЦМАН:КБ предлагает конструктору несколько возможных вариантов формирования структуры технологического процесса:

- вручную, присоединяя файлы и добавляя документы;
- получения структуры производимого изделия, атрибутов через интеграцию с *CAD*-системой, есть возможность автоматического формирования вторичного выполнения в формате *PDF*;
- применение выбранных объектов из архива или других проектов;
- включение материалов при использовании справочника «Материалы и Сортаменты».

Система даёт возможность создавать и проводить Извещения, так как управление возможными изменениями встроено в программу *ЛОЦМАН:КБ*. Если в процессе формирования структуры (представлено на рис. 3) возникает документ с условным обозначением, которое имеется в Архиве, то система автоматически создает Изменение и при следующем проведении в Архив всегда помнит изменения.

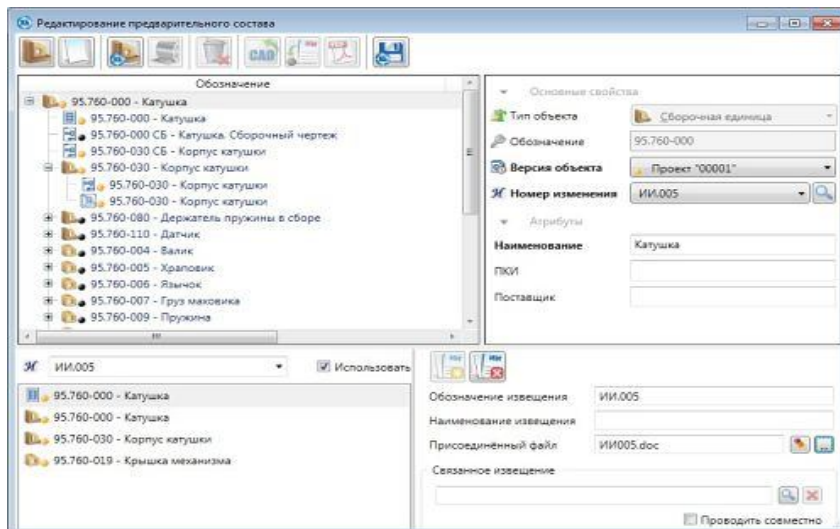


Рис. 3. Формирование состава

Составляющей программного продукта *ЛОЦМАН:КБ* является система управления проектами и процессами согласования. Она даёт возможность:

- выполнять график реализации проекта, этапов согласования с помощью шаблона или вручную, что представлено на рис. 4;
- выполнять шаблоны проектов и этапов согласования;
- система самостоятельно выдаёт задания назначенным для этого производственным рабочим в процессе своей работы, исполняя процедуры автоматически;
- контролировать процесс выполнения работ и степень загрузки производственных рабочих в текущем времени;
- умело управлять проектами (добавлять/удалять этапы, менять производственных рабочих, сроки и др.).

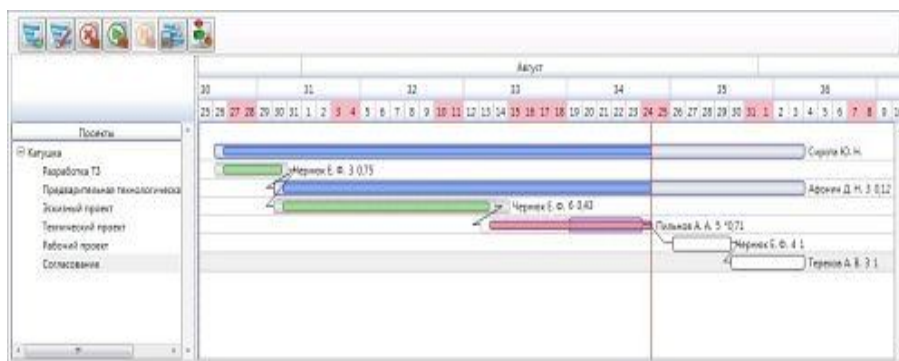


Рис. 4. График проекта

ЛОЦМАН:КБ предназначен для решения только конструкторских задач в машиностроении, в его структуре нет ничего лишнего, довольно простой в применении и обслуживании. Эта система значительно снижает потери предприятия на подбор информации, организацию коллективной работы, согласование, управление. При этом не требуется продолжительных и дорогостоящих проектов при внедрении.

В настоящее время развитие систем управления проектами и внедрения *ERP*-систем достигло высокого уровня. Они включают в себя основные направления для исследования бюджета, ресурсов, ограничение проекта во времени, а также разного

рода рисков. Применение этих продуктов даёт преимущество при внедрении ряда систем управления от разных производителей, например, аналитического инструмента от одного производителя, ERP-системы от другого и системы документооборота от третьего. Недостатком современных программных продуктов, поддерживающих стандарты управления проектами, является то, что у них отсутствует привязка к методам внедрения. В связи с этим судостроительные верфи при внедрении новейших систем управления проектами и установки ПО сталкиваются с трудно решаемыми проблемами, которые связаны со следующими факторами:

- низкий уровень интеграции с российскими информационными системами (ИС) и технологиями;
- при использовании западных ИС класса ERP/PLM (система для планирования ресурсов предприятия/поддержки жизненного цикла изделия) пользуются лишь системой для бухгалтерского учета, финансового планирования и подготовки отчетности;
- необходимость решать огромное число организационных и технических задач при внедрении системы класса ERP/PLM;
- требуется перестройка бизнес-процессов предприятия;
- необходимость перестройки ритма работы сотрудников, которые хотят работать «как привыкли»;
- внедрение ИС требует значительных финансовых, трудовых и временных затрат;
- экономический эффект от внедрения будет достигнут не сразу.

Следовательно, правильный выбор и применение систем управления проектами даже при большом количестве на российском рынке ПО и ИС является сложным процессом.

Таким образом, решающим фактором при внедрении на судостроительной верфи выбранной системы управления проектами является грамотный выбор программного продукта и его адаптация к условиям и возможностям предприятия. При этом грамотно внедренный программный продукт дает возможность специалистам и работникам предприятия судостроения:

- 1) профессионально создать структуру, описать характеристики работ и их состав, распределить ресурсы, доходы и расходы внедряемого проекта;
- 2) рассчитать потребности проекта при распределении во времени по основным материалам и оборудованию;
- 3) определить оптимальный состав ресурсов и распределять во времени их плановую загрузку;
- 4) рассчитать бюджет проекта, распределяя плановые затраты времени;
- 5) рассчитать порядок выполнения работ проекта, учитывая имеющихся ограничения;
- 6) определить резервы времени и критические операции;
- 7) способность анализировать риски и необходимые резервы для надежной реализации проекта;
- 8) определить возможность качественного исполнения руководящих показателей;
- 9) вести учет и анализ процесса реализации проекта;
- 10) получить необходимую отчетность по проекту.

В целом, применение современных технологий проектного управления позволяет судостроительным предприятиям и верфям достигнуть нового уровня развития и, как следствие, повысить конкурентоспособность, когда любые проекты будут осуществляться в заданные сроки и в рамках бюджета.

Список литературы:

- [1] Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс] / Раздел: Информационные технологии. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> Категория: Информационные технологии.
- [2] Бурков В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
- [3] Сингаевская Г.И. Самоучитель Microsoft Project 2002 [Текст]: учебник / Г.И. Сингаевская. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 432 с.
- [4] Маков Е.В., Нортон А.А., Шептунов И.В. ФГУП ЦМКБ «Алмаз»: переход к трехмерному моделированию // Судостроение. – 2006. – № 6. – С. 41–43.

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS
OF SOFTWARE PRODUCTS IN THE FIELD
OF PROJECT MANAGEMENT AND PROBLEMS
OF THEIR APPLICATION IN DOMESTIC SHIPYARDS**

T.A. Mikheeva

Key words: shipyard, project management, efficiency, industrial development, software product, information technology.

The article considers modern tendencies of development of shipbuilding, which is impossible without improvement and modernization of the Russian economy. At the same time, the development of production is the basis for economic growth. One way of achieving industrial and economic growth of the shipbuilding companies is the introduction of project management systems. The specifics of the shipbuilding industry, the instability of the external environment resulted in a particular implementation of the tool in shipyards. The main directions of development of systems of project management in shipyards, generalized experience in the development of organizational structures of management of projects the main software used in the shipbuilding industry are listed

Статья поступила в редакцию 10.06.2016 г.

УДК 658.562.3

О.А. Паутова, инженер-эколог III категории, НОАО «Гидромаш»
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 22

**ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ КАК
ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ
СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Ключевые слова: судостроительные предприятия, производственные риски, методы оценки рисков, управление качеством.

В статье приведены основные методы количественной оценки производственных рисков, применение которых при управлении качеством на всех этапах жизненного цикла продукции верфей позволяет эффективнее проводить меры по предупреждению рисков и мероприятия по повышению качества продукции для удовлетворения требований потребителей.

В условиях развития глобализации на первый план выходят вопросы конкурентоспособности предприятий. Это становится актуальным и для отечественных верфей при выходе на международный рынок.

Учитывая, что конечным потребителям в сфере судостроения требуется всё более высокое качество продукции и улучшенные характеристики, принцип непрерывного улучшения считается решающим фактором успеха.

В современных условиях эффективным инструментом для повышения конкурентоспособности верфей является системный подход к управлению, который включает в себя непрерывный анализ требований потребителей, идентификацию процессов, необходимых для получения продукции, удовлетворяющей потребителей, и поддержание этих процессов в управляемом состоянии.

Судостроительные предприятия сталкиваются с внутренними и внешними факторами и воздействиями на всех этапах жизненного цикла продукции (от момента выявления потребностей до утилизации продукции), которые порождают неопределённость в отношении достижения стратегических целей предприятия. Воздействие данной неопределённости на цели предприятия и есть риск.

Основные виды рисков предприятия представлены на рис. 1.

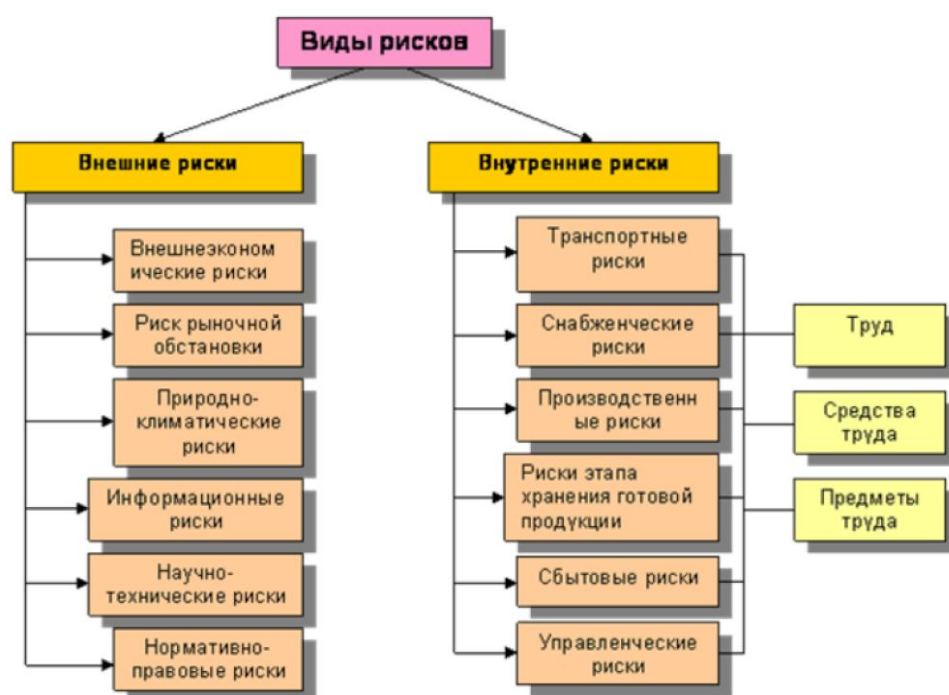


Рис. 1. Общая классификация рисков предприятия

Концепция риска с точки зрения управления качеством – это вероятность невыполнения основной задачи системы менеджмента качества по предоставлению потребителю соответствующей его требованиям продукции в целях достижения его удовлетворенности.

Производственный риск – потенциальный ущерб, который может возникнуть при наступлении негативного события в производственной деятельности, определяемый с учетом вероятности возникновения этого события.

Управление производственными рисками – это процесс принятия управленческих решений, позволяющих выбрать необходимые методы идентификации и мониторинга рисков. Риском можно управлять, применяя разнообразные методы, позволяющие в

определённый момент спрогнозировать наступление рисков события и вовремя принимать меры к снижению степени риска. На рис. 2 представлена схема управления рисками.

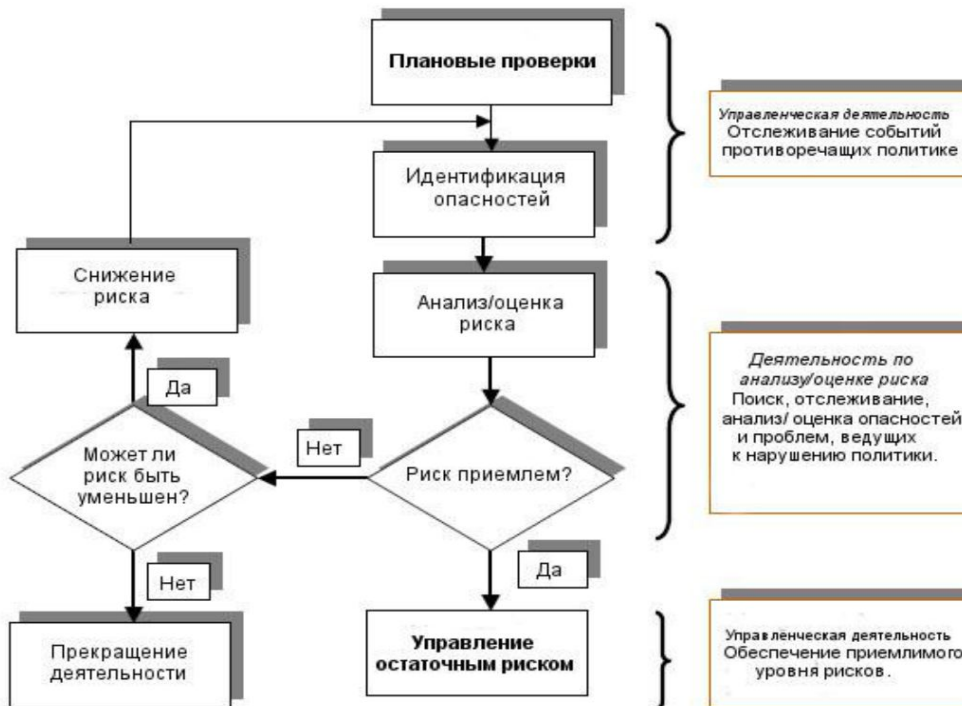


Рис. 2. Схема внедрения и функционирования системы управления рисками

Процесс управления рисками является эффективным инструментом управления качеством продукции судостроительных предприятий.

Оценка риска – это общий процесс, который включает в себя три этапа: идентификация, анализ и оценивание риска [1].

Этап идентификации рисков представляет собой составление общего перечня рисков, базирующегося на событиях, которые могут оказывать влияние на достижение стратегических целей.

Анализ риска – это последующее осознание риска. Анализ риска предоставляет входную информацию для оценивания риска и принятия решений по минимизации рисков.

Цель же оценивания риска заключается в способствовании принятию управленческих решений, касающихся необходимости воздействия на риск. Оценивание риска представляет собой сравнение уровня риска, идентифицированного во время анализа, с определёнными критериями. Определение необходимости влияния на риск должно основываться на данном сравнении.

Согласно ISO 9001 все риски делятся на приемлемые, оправданные, недопустимые [2]. Приемлемые риски принимаются как допустимые, воздействие на них не оказывается. Для рисков, получивших статус оправданных, необходимо определить мероприятия, способные риски предотвратить или минимизировать. Недопустимый риск показывает, что риск важно еще и постоянно контролировать. Повторная оценка рисков проводится с целью проверить результативность реализованных мероприятий.

Методы выявления и оценки рисков подразделяются:

– статистические (VaR (CfaR), Stress Testing и т.д.);

– аналитические (анализ документации, анализ бизнес-процессов, факторный анализ);

– экспертные (анкетирование, интервью, построение карты рисков).

Оценка риска – это процесс количественного или качественного определения величины (степени) риска.

Для оценки риска важно использовать единую методику. Это даст возможность получить сравнимые результаты.

Методика определения величины риска должна учитывать необходимые требования:

1) полученные данные в ходе оценки должны быть представлены в количественной форме (например, могут использоваться различные шкалы: интервальные, ранговые и др.);

2) методика должна быть наглядная и достаточно простая в применении для инженерно-технического персонала предприятия (технолог, мастер, начальник участка и др.);

3) воспроизводимость определяемых оценок с необходимой точностью.

Количественная оценка риска даёт возможность получать точные управленческие решения. Но существенным минусом количественной оценки является сбор и анализ большого объема соответствующей исходной информации.

На практике используются прямые и косвенные методы количественной оценки рисков.

Метод оценки рисков с использованием матрицы «вероятность–ущерб»

Наиболее распространённым методом прямой количественной оценки риска без непосредственного вычисления вероятностей наступления событий является метод на основе матрицы «вероятность–ущерб» [3].

Метод состоит в том, что для каждого события определяется ранг вероятности его наступления (например, очень низкая, низкая, средняя, высокая, очень высокая вероятности) и соответствующий этой ситуации потенциальный ущерб (например, низкий, средний, высокий, очень высокий).

Вероятность \ Ущерб	Вероятность				
	Очень низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Низкий	1	3	5	7	9
Средний	3	9	15	21	27
Высокий	5	15	25	35	45
Очень высокий	7	21	35	49	63

Рис. 3. Матрица «вероятность–ущерб»

Метод вербальных функций

Метод заключается в том, что каждому количественному значению вероятности наступления события ставится в соответствие вербальное описание. Кроме того, при описании той или иной вероятности наступления события необходимо учитывать правила:

- 1) каждое событие, не соответствующее данному описанию, будет соответствовать другому описанию;
- 2) ни одно событие не может одновременно соответствовать нескольким описаниям;
- 3) формулировка определенного условия возникновения события должна быть связана с конкретным мероприятием, которое необходимо предусмотреть для устранения этого условия;
- 4) при реализации мероприятия, связанного с элементом описания (в результате устранения одного из условий наступления события), событие переходит на более высокий уровень.

Метод оценки рисков с применением индекса Элмери

Метод (система) Элмери является косвенным методом количественной оценки рисков [4].

Согласно этому методу уровень рисков в производственной деятельности оценивается с использованием индекса Элмери:

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{пункты «хорошо»}}{\text{пункты «хорошо»} + \text{пункты «плохо»}} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Индекс представляет собой процентное соотношение, значение которого может быть от 0 до 100. Например, результат 70% показывает, что 70 пунктов из 100 соответствует требованиям.

Метод оценки рисков с использованием индекса ОВР

В данном методе используется усовершенствованный вариант индекса Элмери – индекс ОВР [4].

Предлагаемый показатель, аналогично индексу Элмери, представлен в виде отношения «соответствует – не соответствует». Однако несоответствия классифицируются по 3-м уровням:

- пункты с индексом «О» представляют собой обязательные (наиболее важные, критические) требования;
- пункты с индексом «В» содержат важные требования;
- пункты с индексом «Р» содержат рекомендации.

Выполнение каждого из пунктов О, В, Р оценивается соответственно в 3, 2, 1 балл. В данном случае:

$$\text{Индекс ОВР} = \frac{\text{Соответствует} (\langle O \rangle \cdot 3 + \langle B \rangle \cdot 2 + \langle P \rangle)}{\text{Все} (\langle O \rangle \cdot 3 + \langle B \rangle \cdot 2 + \langle P \rangle)} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Метод оценки рисков с использованием индекса ОВР позволяет более точно оценить уровень рисков и определить первостепенные мероприятия с высокой результативностью и эффективностью.

Сейчас проблема обеспечения устойчивости судостроительных предприятий в условиях модернизации носит решающее значение в рамках определения стратегии дальнейшего развития. В настоящее время различные системы управления могут координировать функционирование достаточно сложных объектов. Поэтому всё чаще возникает необходимость автоматизированного анализа риска, включающего в себя применение современных информационных технологий, а также разработки методологии, позволяющей на основе анализа идентифицировать риски и управлять ими. Данный методологический подход ведёт к возникновению потребности внедрения принципиально новых систем мониторинга рисков. Однако обзор современных средств показывает, что применяемые в настоящее время методы анализа не учитывают ряд существенных для мелкосерийных и опытных производств факторов, в ча-

стности, уникальные проектно-конструкторские решения, вероятность простоя производственного оборудования, непроизводственные задержки, объёмы незавершённого производства и т.п. Подобные ограничения значительно снижают эффективность и результативность системы управления рисками, поэтому актуальной становится задача совершенствования автоматизированных методов управления рисками.

Список литературы:

- [1] ГОСТ Р ИСО 31000–2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство.
- [2] ISO 9001:2015. Система менеджмента качества. Требования.
- [3] Езрахович А., Дзедин В., Банных Ю. «Новая версия ISO 9001:2015» // Методы менеджмента качества [Электронный журнал]. – № 7. – 2014 г.
- [4] Федорец А.Г. Методические основы количественного оценивания производственных рисков // Энергобезопасность в документах и фактах [Электронный журнал]. – № 20. – 2008 г.

**ASSESSMENT OF PRODUCTION RISKS AS AN EFFECTIVE
INSTRUMENT OF QUALITY CONTROL AT THE STAGES
OF THE PRODUCT LIFE CYCLE SHIPBUILDING INDUSTRY**

О.А. Pautova

Keywords: shipbuilding company, production risk, risk assessment techniques, quality management

The article describes the main methods of quantitative assessment of industrial risks, the use of which in managing quality at all stages of the product life cycle of the shipyards allows to more effectively undertake preventive measures and activities to improve product quality to meet the requirements of consumers.

Статья поступила в редакцию 09.06.2016 г.

Раздел V

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



Section V

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

УДК 336.61

А.В. Воробьев, д.э.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Н.В. Пумбрасова, к.э.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5
О.А. Смирнова, ст. преподаватель ГБОУ ДПО «НИРО»
г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, 203

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ ОБЩЕЙ И ФИНАНСОВОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Ключевые слова: цели общей и финансовой стратегии развития, городской пассажирский электротранспорт, стратегические приоритеты развития.

В статье предложено обоснование целей общих и финансовых стратегических приоритетов развития основного представителя отрасли городского пассажирского электротранспорта в г. Н. Новгороде МП «Нижегородэлектротранс». Особенности каждого этапа общей и финансовой стратегии развития раскрыты в статье. Результатом исследования является определение основных целей общей и финансовой стратегии развития отрасли городского пассажирского электротранспорта.

Городской пассажирский электротранспорт играет важную роль в транспортном обеспечении населения крупных городов РФ. Об этом свидетельствуют приведенные по материалам «Стратегии развития транспорта Российской Федерации на период до 2030 года» [1] данные табл. 1. Из нее следует, что планируемые темпы роста изменения объема пассажирских перевозок и пассажирооборота составляют в зависимости от варианта развития от 91,65% до 121,54%.

Таблица 1

**Прогноз перевозок пассажиров и пассажирооборота городским
наземным электрическим транспортом России до 2030 года**

Показатели по вариантам развития	2015 год	2020 год	2030 год	Тр, % (2020/2015)	Тр, % (2030/2020)
Инерционный вариант развития					
Перевозки пассажиров, млн. человек	4488,4	4113,8	4900	91,65	119,1
Пассажирооборот, млрд. пасс.-км	15,2	14,1	16	92,76	113,48
Энерго-сырьевой вариант развития					
Перевозки пассажиров, млн. человек	4488,4	4113,8	5000	91,65	121,54
Пассажирооборот, млрд. пасс.-км	15,2	14,1	17	92,76	120,57
Инновационный вариант развития					
Перевозки пассажиров, млн. человек	4675,6	4646,5	5498	99,38	118,33
Пассажирооборот, млрд. пасс.-км	15,8	15,9	18,7	100,63	117,61

Примечание. Составлено по данным [1].

В настоящее время в Российской Федерации наблюдается интенсивное развитие процесса воссоздания стратегического планирования, адаптированного к современным социально-экономическим, политическим и научно-техническим условиям [12]. В Нижегородской области в 2010–2014 гг. приняты ряд программных документов, разработаны проекты документов, направленных на развитие комплекса городского пассажирского транспорта и транспортной инфраструктуры.

Таблица 2

Перечень основных документов, направленных на развитие городского пассажирского транспорта и транспортной инфраструктуры г. Н. Новгорода

Название документа	Нормативный акт, на основании которого составлен документ
Генеральный план города Нижнего Новгорода до 2030 года	Постановлением Городской думы от 17 марта 2010 г. № 22
Программа развития производительных сил городского округа города Нижний Новгород на 2013 – 2020 годы.	Постановлением администрации города Нижнего Новгорода от 20.02.2013 №555, с изменениями и дополнениями) г. Нижний Новгород 2014 год. Приложение к постановлению администрации города от 13.08.2014 № 3180
Стратегия социально-экономического развития г. Н. Новгорода на период до 2030 года (Проект)	Администрация города Нижнего Новгорода совместно с Фондом «Институт экономики города» (г. Москва)
Комплексный инвестиционный план развития Нижегородской области на период до 2015 года	Постановление Правительства Нижегородской области от 25 января 2012 г. № 31(в ред. постановления Правительства Нижегородской области от 10.04.2014 № 232)
Проект научно-исследовательских работ по разработке Комплексной транспортной схемы города Нижнего Новгорода на период до 2030 года	Департамент транспорта и связи г. Н. Новгорода МКУ «Центр организации дорожного движения» http://codd-nnov.ru/kts/

Примечание. Составлено авторами.

К стратегическим приоритетам Генерального плана, в частности, относится активное развитие массового пассажирского транспорта [2]. Анализ предложенного варианта развития города показывает, что в ближайшее время следует ожидать существенного изменения городских пассажиропотоков. Кроме того, авторы проекта в части общественного пассажирского транспорта твердо проводят линию на развитие электротранспорта, как наиболее перспективного вида городского сообщения. Документ «Программа развития производительных сил городского округа города Нижний Новгород на 2013–2020 годы» [3] в качестве мероприятий, направленных на развитие транспорта, определяет привлечение частных инвестиций, распределенных по годам реализации как в развитие транспорта, так и инженерной инфраструктуры с целью достижения значений установленных Программой индикаторов, таких как: объем привлеченных инвестиций в экономику города, объем налоговых поступлений в консолидированный бюджет области, общее количество созданных постоянных рабочих мест и другие. Проект документа «Стратегия социально-экономического развития г. Н. Новгорода на период до 2030 года» [4] напрямую о развитии городского пассажирского транспорта не говорит, однако, одной из задач выделяет повышение эффективности использования муниципального имущества (оно у предприятий городского пассажирского электротранспорта находится в безвозмездном пользовании, а предприятия городского пассажирского электротранспорта являются планово-убыточными) и для увеличения объемов финансирования необходимость создания муниципально-

частного партнерства. Комплексный инвестиционный план развития Нижегородской области на период до 2015 года [5], ставя задачи повышения инвестиционной привлекательности Нижегородской области, проводит детальную диагностику рисков с точки зрения их возможного влияния на капитал региона в целом и на составляющие этого капитала – физический и человеческий. Документ оценивает в составе индикаторов физического капитала износ основных производственных фондов коэффициентом критичности рисков 97%, что требует немедленного воздействия и может в ближайшее время привести к тяжелым последствиям для жизнедеятельности области. Проект документа научно-исследовательских работ по разработке Комплексной транспортной схемы города Нижнего Новгорода на период до 2030 года [6] говорит о необходимости создания комплексной транспортной схемы в Нижнем Новгороде, однако не детализирует ее.

Таким образом, анализ существующих нормативных документов и проектов документов по исследуемому вопросу показал, что четкого понимания стратегии развития городского пассажирского транспорта, в том числе электротранспорта, ни один документ не содержит, что делает актуальным данное исследование особенно в части выделения целей общей и финансовой стратегии развития городского пассажирского электротранспорта [13].

Основную часть транспортного обслуживания пассажиров электротранспортом в городах выполняют трамваи, троллейбусы и метро. Поскольку подвижной состав метро преимущественно находится в двух городах России [7]: Москва и Санкт-Петербург (в Москве метро обслуживает 180 станций, в Санкт-Петербурге 64 станции, в то время как в Нижнем Новгороде – 13 станций, в Самаре – 9 станций, в Казани – 6 станций), основное внимание в статье будет уделено трамвайно-троллейбусному сообщению.

Ситуационный анализ деятельности МП «Нижегородэлектротранс» – старейшего предприятия электротранспорта России, находящегося в г.Н.Новгород, позволит выявить и обосновать цели общей и финансовой стратегии развития городского пассажирского электротранспорта.

МП «Нижегородэлектротранс» включает 11 филиалов, находящихся в разных районах города и выполняющих различные функции. Нынешнее МП «Нижегородэлектротранс» – многопрофильное, многофункциональное, сложное инженерное предприятие, в состав которого входят 3 трамвайных, 3 троллейбусных депо и 3 вспомогательных службы (движения, пути, энергохозяйства), спецавтобаза, санаторий-профилакторий [8].

Инфраструктуру наземного городского пассажирского электротранспорта характеризуют следующие данные [9]:

1. Общая протяженность трамвайных путей 186,19 км, в т.ч. длина пути с ограниченной скоростью движения из-за его технического состояния – 21,0 км.

2. Протяженность контактной сети:

– по трамваю – 196,82 км;

– по троллейбусу – 249,87 км.

3. Протяженность кабельной сети:

– напряжением 6–10 кВ:

- электрические кабели – 99,46 км;

- провод – 5,1 км;

– напряжением 0,6 кВ:

- электрические кабели – 87,9 км;

- провод – 178,2 км.

4. Количество тяговых подстанций – 33 шт. Общая установленная мощность – 75150 кВт.

5. На балансе автобазы спецавтомобилей и службы пути находятся 49 единиц специальной и дорожно-строительной техники, в числе которой грузовые машины,

специальные машины, дорожно-строительная техника, автобусы, автокраны, легкие автомобили.

6. На балансе предприятия 88 отдельно стоящих зданий.

Всего в Нижнем Новгороде по состоянию на 1 сентября 2011 г. действовало 19 трамвайных и 18 троллейбусных маршрутов. Динамика объемов перевозок МП «Нижегородэлектротранс» пассажиров приведена в табл. 3.

Таблица 3

Производственные показатели работы МП «Нижегородэлектротранс» за 2011–2014 гг.

Показатели	Единицы измерения	Значения показателей по годам			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Перевозки пассажиров, всего	млн. чел.	96,1	87	68,9	59,5
в том числе: трамваями	млн. чел.	57,5	51,8	40,2	36,2
троллейбусами	млн. чел.	38,6	35,2	28,7	23,3
Количество предоставленных место-километров (провозная способность)	млн. место-км	3180,8	3059	3053,6	3131,6
Годовой суммарный пробег подвижного состава	млн. км	20,02	19,3	19,3	19,8

Примечание. Составлено по данным [8].

Наблюдается снижение объема перевозок городским наземным электротранспортом, на долю которого ранее приходилось до 40% от общего числа перевезенных в Нижнем Новгороде пассажиров. Причинами уменьшения количества перевезенных электротранспортом пассажиров является дублирование транспортных маршрутов в первую очередь автобусными линиями, увеличение численности автотранспорта коммерческих предприятий и индивидуального транспорта, а также и внутренние проблемы МП «Нижегородэлектротранс»: негибкая организационная структура предприятия и всей системы управления, основанная на государственной собственности в этой сфере, высокая текучесть кадров, изношенный подвижной состав и т.п.

Статистика показателей основной деятельности МП «Нижегородэлектротранс» позволяет выделить первую цель общей стратегии развития электротранспорта: координация задач органов власти – муниципального бюджета, являющегося учредителем предприятия, и самого предприятия для реализации общей функции – решение социальной задачи перевозки пассажиров [10]. Назрела острая необходимость согласованности действий муниципалитета и транспортного предприятия. Как отмечают практики, такой согласованности не наблюдается в условиях действия полномочий городского департамента транспорта. Встает вопрос о создании альтернативной системы управления городским пассажирским транспортом возможно с учетом существующего мирового опыта.

Перевозки пассажиров экологически чистыми видами транспорта – трамваями и троллейбусами привлекают все большее внимание в крупных городах России. При этом в таких городах, как Волгоград, Санкт-Петербург, Москва, Казань приняты решения по развитию скоростного трамвая, причем в ряде случаев как альтернативы метро. Данные о финансовых показателях работы предприятия приведены в табл. 4.

Опережающий рост расходов, сдерживание роста доходов жестким тарифным регулированием со стороны государства характеризует деятельность предприятия как убыточную, требующую привлечения дополнительного финансирования, в основном средств местного бюджета. Чистый убыток МП «Нижегородэлектротранс» за 2014 год составил 142,64 млн. руб. против прибыли в 106,9 млн. руб. в 2011 г.

Таблица 4

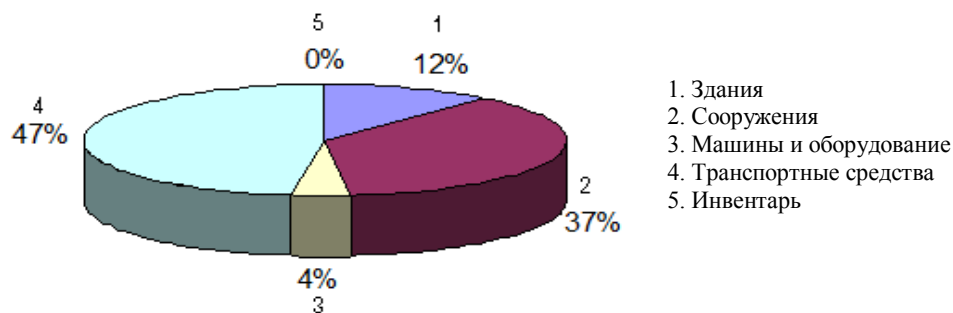
**Динамика финансовых показателей работы
МП «Нижегородэлектротранс» за 2011–2014 гг.**

Показатели	Единицы измерения	Значения показателей по годам в ценах текущего года			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Доходы от перевозок	млн.руб.	717,9	767,8	866,7	920,5
Эксплуатационные расходы	млн.руб.	1068,5	1309,5	1708,5	1608,9
Процент покрытия расход доходами	%	67,2	58,6	50,7	57,2
Чистая прибыль (убыток)	млн.руб.	106,9	-12,5	-42,2	-142,64

Примечание. Составлено по данным [8].

Таким образом, второй целью общей и финансовой стратегии развития предприятия можно определить стабилизацию финансовых потоков предприятия, осуществляющего городские пассажирские перевозки без скачкообразной динамики чистого финансового результата. В условиях стабильности выполняемой предприятием функции перевозки социально-значимых слоев населения, в условиях продолжающегося спада объемов пассажирских перевозок по всем видам городского пассажирского общественного транспорта, учредитель предприятия – муниципалитет – должен обеспечить стабильность доходной и расходной частей, т.е. встает вопрос о необходимости грамотного финансового планирования указанной деятельности и финансовых показателей на основе стимулирования спроса на указанные услуги [11].

Для выполнения социально-значимой функции – перевозки пассажиров, в том числе льготных категорий, предприятие должно быть обеспечено достаточным для деятельности подвижным составом. На рис. 1 приведена структура основных средств, используемых городским наземным электротранспортом. Понятие использование, а не владение здесь приведено не случайно. Дело в том, что еще в 2000 году Законодательным собранием Нижнего Новгорода было принято решение о передаче приобретаемых основных средств городского наземного электротранспорта на баланс Комитета по управлению государственным имуществом (КУГИ). Таким образом, в настоящее время более 90% основных средств находилось в собственности города, а в МП «Нижегородэлектротранс» они числятся в безвозмездном пользовании, данное предприятие занимается их обслуживанием и ремонтом.



Примечание. Составлено по данным [8].

Рис. 1. Структура основных средств городского наземного электротранспорта Нижнего Новгорода

Основная роль в транспортной организации, как известно, отводится подвижному составу. Основной удельный вес в трамвайном парке МП «Нижегородэлектротранс» составляют вагоны Т-3 и Т-3М чехословацкого производства, поставляемые в СССР с 1963 года. Среди отечественных трамваев первенство принадлежит производимым Усть-Катавским вагоностроительным заводом вагонам КТМ-5МЗ, КТМ-71-608К, КТМ-71-608КМ, КТМ-71-619КТ; вагоны 71-403, 71-407 Уралтрансмаша г. Екатеринбург; низкопольные вагоны Ленинградского завода. Отечественные вагоны имеют цельнометаллический безрамный кузов, косвенную полуавтоматическую систему управления, магнитно-рельсовые тормоза, подрезиненные колеса, устройства электроники в системе управления и другие устройства, повышающие эксплуатационные достоинства и надежность трамваев.

Среди троллейбусов основное ядро составляют модели ЗиУ-682В и ЗиУ-682Г завода «Тролза» (Башкирия, г. Энгельс), низкопольные АКСМ завода Белкоммунмаш, Вологодского завода Трансальфа. Они оснащены трехдверным кузовом сварной конструкции с накопительными площадками и увеличенными световыми проемами, гидравлическими усилителями рулевого управления, пневматической подвеской с регуляторами положения кузова.

Немаловажным условием обеспечения осуществления пассажирских перевозок предприятием общественного транспорта является наличие у него имущества – основных средств в виде подвижного состава и объектов инфраструктуры, возрастной состав которых представлен в табл. 5.

Таблица 5

Возрастной состав подвижного состава МП «Нижегородэлектротранс» с 2000 г.

Показатели	Значения показателей по годам		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Единиц трамваев со сроками службы:			
до 5 лет	22	42	43
5-10 лет	20	20	25
11-15 лет	5	0	4
16-20 лет	20	25	25
21-25 лет	61	43	25
свыше 25 лет	170	165	183
Средний процент износа трамваев	82,9	78,7	78,9
Единиц троллейбусов со сроками службы:			
до 5 лет	25	25	22
5-10 лет	63	63	65
11-15 лет	30	27	28
16-20 лет	16	6	4
21-25 лет	39	47	40
свыше 25 лет	0	26	35
Средний процент износа троллейбусов	74,8	79,0	83,3

Примечание. Составлено по данным [8].

По состоянию на 2015 г. на балансе МП «Нижегородэлектротранс» числилось 305 шт. трамваев и 194 шт. троллейбусов. Значительная часть подвижного состава имеет срок службы, превышающий установленные нормативы: 18 лет для трамвая и 14 лет для троллейбуса.

Не намного лучше состояния подвижного состава выглядит транспортная инфра-

структура МП «Нижегородэлектротранс». На сегодняшний день степень износа контактно-кабельной сети и оборудования тяговых подстанций составляет от 60 до 80%, причем в худшем положении оказались кабельная сеть 0,6 кВ и оборудование тяговых подстанций.

В МП «Нижегородэлектротранс» для оценки качества использования основных средств применяют следующие эксплуатационно-технические показатели:

– по подвижному составу: коэффициент использования подвижного состава, возвраты подвижного состава по техническим причинам, выбытие подвижного состава по техническим неисправностям, в % к отработанному времени;

– по трамвайным путям: балльная оценка технического состояния трамвайных путей, которая проводится два раза в год специальной комиссией, количество сходов подвижного состава с рельсов вследствие технических неисправностей путей;

– по устройствам электроснабжения: перерывы (в часах) подачи электроэнергии по техническим неисправностям тяговых подстанций, кабельных линий (6 и 0,6 кВ) и контактной сети, балльная оценка технического состояния контактной сети, которая проводится два раза в год, количество обрывов контактного провода и растяжек по неисправностям контактной сети.

Значения показателей использования подвижного состава и устройств МП «Нижегородэлектротранс» приведены в табл. 6 и 7. В части балльной оценки технического состояния трамвайных путей, в период с 2000 по 2014 годы оценка состояния трамвайных путей находилась на уровне 4000 баллов/км (пояснения: до 2000 баллов/км – отлично; 2010–3000 баллов/км – хорошо; 3010–5000 баллов/км – удовлетворительно; свыше 5000 баллов/км – неудовлетворительно).

Как результат высокой степени изношенности основных средств – низкое качество их использования и невысокий уровень эксплуатационно-технических показателей работы подвижного состава МП «Нижегородэлектротранс».

Таблица 6

**Эксплуатационно-технические недостатки в среднем
в работе МП «Нижегородэлектротранс» за период 2012–2014 гг.**

Показатели	Един. измерения	Значения показателей		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.
1. Возвраты: трамваи	%	2,29	1,25	0,85
троллейбусы	%	1,38	0,93	0,77
2. Выбытие: трамваи	%	2,39	1,52	1,18
троллейбусы	%	2,55	2,53	2,29
3. Сходы с рельс трамваев	случаи	42	52	44
4. Обрыв контактного провода: трамвайные линии	случаи	31	15	31
троллейбусные линии	случаи	74	56	54
5. Обрывы растяжек и тросов: трамвайные линии	случаи	7	15	16
троллейбусные линии	случаи	29	30	21

Примечание. Составлено по данным [8].

Высокий процент износа подвижного состава, срок службы, превышающий установленные нормативы, неудовлетворительные значения показателей использования подвижного состава позволяют выделить третью цель общей и финансовой стратегии развития предприятия - инвестирование в срочное обновление основных средств, что невозможно без реализации первых двух выявленных ранее целей.

Таблица 7

Эксплуатационно-технические показатели работы МП «Нижегородэлектротранс»

Показатели	Единицы измерения	Значения показателей по годам			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Коэффициент использования подвижного состава:	%				
Трамваи		61,0	60,8	60,2	60,8
троллейбусы		73,8	72,3	75,9	77,2
Вагоно-машинодни пребывания в хозяйстве:	в/дн				
Трамваи		109365	109484	110197	108665
троллейбусы		72825	73456	71262	70810
Вагоно-машинодни в работе	в/дн				
Трамваи		66664	66523	66302	66301
троллейбусы		53719	53093	54115	54668

Примечание. Составлено по данным [8].

Вопросы финансирования инфраструктуры городского пассажирского транспорта играют весьма важную роль, так как именно эффективно организованная транспортная инфраструктура позволяет с одной стороны снизить транспортные издержки (отсутствие ям на дорогах, исправные трамвайные пути и т.п.), а с другой стороны – повысить привлекательность общественного транспорта (хорошо оборудованные табло, средства интеллектуального управления движением и т.п.). Поэтому стоимость инфраструктуры, основанная на действующих нормативных актах, должна учитываться как важнейшая составляющая комплекса городского пассажирского транспорта, что дает основание выделить это направление как четвертую цель стратегии – создание эффективно организованной транспортной инфраструктуры. Необходимо ремонтировать объекты инфраструктуры и развивать маршрутную сеть городского электротранспорта. В период до 2020 г. необходимо строительство троллейбусных линий, соединяющих новые микрорайоны с центром города, с рабочими районами, с торговыми и культурными центрами.

С учетом ограниченных средств городского бюджета наиболее важным элементом является внедрение здесь рыночных отношений, как то:

- конкурсная передача коммерческим операторам части маршрутной сети электротранспорта как с предоставлением мер социальной поддержки (до 20%), так и без предоставления при условии вложения средств в обновление подвижного состава;
- разработка схемы развития скоростного трамвая в городе Нижнем Новгороде на условиях концессии частного капитала.

Таким образом, для изменения существующего положения электротранспорта в Нижнем Новгороде в лучшую сторону необходима разработка как общей, так и финансовой стратегии развития, руководствуясь обоснованными целями для данного предприятия. При этом необходимо, с одной стороны, учитывать, что электротранспорт – составляющая единого комплекса городского пассажирского транспорта, а с другой – рассматривать как ближайшую перспективу (2–3 года), так и более отдаленную, чтобы принимаемые решения могли бы и способствовать скорейшему улучшению транспортного обеспечения населения такого крупного города, как Нижний Новгород, и сохранению целей его эффективного развития. Разработка финансовой стратегии с выделением целей позволят руководству предприятий городского пассажирского электротранспорта и города комплексно разработать мероприятия по финансированию развития данной отрасли.

Список литературы:

- [1] Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 22.11.08 г. № 1734-р. // Официальный сайт компании «Гарант». – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94460/> (дата обращения: 03.06.2015). – Загл. с экрана.
- [2] Генеральный план города Нижнего Новгорода до 2030 года. Утвержден Постановлением Городской думы от 17 марта 2010 г. № 22 // Официальный сайт администрации г. Н. Новгорода. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.admgor.nnov.ru> (дата обращения: 03.06.2015). – Загл. с экрана.
- [3] Программа развития производительных сил городского округа города Нижний Новгород на 2013–2020 годы. Утверждена постановлением администрации города Нижнего Новгорода от 20.02.2013 № 555, с изменениями и дополнениями; г. Нижний Новгород 2014 год. Приложение к постановлению администрации города от 13.08.2014 № 3180 // Официальный сайт администрации г.Н.Новгорода. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.admgor.nnov.ru/upload/fe/af/12/files/Производительные%20силы/ПРПС2014.pdf> (дата обращения: 03.06.2015). – Загл. с экрана.
- [4] Проект Стратегии социально-экономического развития города Нижнего Новгорода на период до 2030 // Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://pandia.org/text/78/077/90783.php> (дата обращения: 03.06.2015). – Загл. с экрана.
- [5] Постановление Правительства Нижегородской области от 25 января 2012 г. № 31 «Об утверждении комплексного инвестиционного плана развития Нижегородской области на период до 2015 года» (в ред. постановления Правительства Нижегородской области от 10.04.2014 № 232) // Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.regionz.ru/index.php?ds=1527914> (дата обращения: 03.06.2015). – Загл. с экрана.
- [6] Проект научно-исследовательских работ по разработке Комплексной транспортной схемы города Нижнего Новгорода на период до 2030 года // Официальный сайт администрации г. Н. Новгорода. Департамент транспорта и связи г. Н. Новгорода МКУ «Центр организации дорожного движения». – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://codd-nnov.ru/kts/> (дата обращения: 03.06.2015). – Загл. с экрана.
- [7] Пумбрасова Н. Перспективы использования внеуличного скоростного транспорта в городских пассажирских перевозках (на примере метро) / Н.Пумбрасова, Е.Дубова // Вестник ВГАВТ. – 2014. – Вып.39. – С. 127–131.
- [8] МП «Нижегородэлектротранс». Официальный сайт. <http://ttu-nn.ru/>
- [9] Пояснительная записка к прогнозу экономического развития МП «Нижегородэлектротранс» на 2013–2016 гг. – ген. директор М.В. Дранишников (unpublished)
- [10] Пумбрасова Н. К вопросу о концепции развития городского пассажирского транспорта / Н. Пумбрасова // Вестник ИНЖЭКОНа. – 2009. – № 2. – С. 379–382.
- [11] Воробьев, А. Обоснование финансовых стратегических приоритетов (на материалах ФГУ «Азово-Донское государственное бассейновое управление водных путей и судоходства») / А.Воробьев // Экономический анализ: теория и практика. – 2009. – № 34. – С. 14–19.
- [12] Задорожнева, Ю. Структурно-логистическое поэтапное проектирование механизма реализации социально-экономической политики региона / Ю. Задорожнева // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 3, Экон. Экол. – 2014. – № 6 (29). – С. 33–42.
- [13] Пумбрасова Н.В. Ситуационный анализ в обосновании стратегических приоритетов развития городского пассажирского электротранспорта / Н.В.Пумбрасова, А.В.Воробьев, О.А.Смирнова // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 8-2 (61-2). – С. 861–866.

RATIONALE FOR THE PURPOSES OF THE GENERAL AND FINANCIAL DEVELOPMENT STRATEGY OF URBAN PASSENGER ELECTRIC TRANSPORT

A.V. Vorobyev, N.V. Pumbrasova, O.A. Smirnova

Keywords: general purpose financial and development strategies, urban passenger electric transport, strategic development priorities.

The article suggests the substantiation of the purposes of general and strategic financial priorities of the development of MP «Nizhegorodelektrotrans», which is the major representa-

tive of the urban passenger electric transport sector in N. Novgorod. The article reveals the characteristics of each phase in the general and financial development strategy. The result of the study is to determine the main objectives of general and financial strategy of the development of the urban passenger electric transport.

Статья поступила в редакцию 01.12.2016 г.

УДК 658.8

В.В. Крайнова, к.э.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Н.М. Гречко, к.э.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ТАРИФОВ ФГБУ «КАНАЛ ИМЕНИ МОСКВЫ» НА УСЛУГИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ в 2017–2023 гг.

Ключевые слова: плановый тариф, вариантный тариф, услуги водоснабжения, водопотребители, насосные станции, затраты на ремонт, субсидии.

Для решения проблем финансирования ремонта и содержания насосных станций ФГБУ «Канал имени Москвы» предлагается пересмотреть тарифы на перекачку воды для потребителей г. Москва. Предложена авторская модель, в которой рассматривается возможность роста тарифов и их влияние на увеличение стоимости услуг водоснабжения для жителей столицы.

Основной и приоритетной задачей канала имени Москвы было и остается водоснабжение столицы и ее региона.

Канал имени Москвы обеспечивает более 60% бытового и промышленного водоснабжения города Москвы и пригородов, а также санитарное обводнение рек Москвы, Клязьмы, Учи, Яузы. В пределах города река Москва и река Яуза несут «своей» воды лишь 10–15%, остальная часть расхода приходится на волжскую воду, которая подается из Химкинского водохранилища через деривационный канал, Сходненскую ГЭС, реку Сходню и шлюзы № 7, 8 круглосуточно в среднем объеме 30 м³/с.

Для поддержания гидротехнических сооружений в эксплуатационном состоянии необходимо постоянно выполнять определённый комплекс работ по планово-предупредительному ремонту. Ежегодно на эти цели учреждению требуется 1,2 млрд. руб. Фактическое финансирование (капитальный и текущий ремонт, модернизация), ввиду ограниченного выделения субсидий, не превышает 15% от потребности [4].

Отсутствует финансирование текущих и капитальных ремонтов насосных агрегатов насосных станций Яхромского РГС и гидроагрегатов гидроэлектростанций, выполняемых подрядным способом. Необходимость в производстве данных работ определяется нормативной наработкой агрегата – 25 тысяч часов. Доходов, которые получает учреждение от эксплуатации насосных и ГЭС, не хватает на восстановительный ремонт.

Средний срок эксплуатации металлоконструкций затворов и ворот шлюзов и плотин составляет 35–40 лет, поэтому замена механического оборудования гидротехнических сооружений должна производиться не позже указанных сроков.

Выход из строя любой из насосных станций приведёт к остановке работы всех насосных станций, прекращению подачи воды на водораздельный бьеф, и, как следст-

вие, к введению режима ограничения водоснабжения города Москвы, обмелению обводняемых рек, ограничению судоходства, ухудшению экологической обстановки мегаполиса. Длительное отключение работы насосных станций неизбежно приведет к гуманитарной катастрофе в регионе.

Решить проблемы финансирования ремонта и содержания насосных станций можно путем пересмотра тарифов на перекачку воды для потребителей г. Москва или увеличения субсидирования.

В предлагаемой модели рассматривается возможность роста тарифов и их влияние на увеличение стоимости услуг по водоснабжению для населения г. Москва.

Для обоснования изменения тарифов на питьевое и техническое водоснабжение на период с 2017 по 2023 годы была построена модель, учитывающая взаимосвязь тарифов для водопотребителей и расходов на перекачку воды насосными станциями, расходов водоканала, относящихся к водоснабжению, и размера субсидий, приходящихся на транспортировку воды. Размер субсидий, приходящихся на транспортировку воды, определен пропорционально доле в общем объеме перекачки [2, 5].

Тариф для водопотребителей определен с учетом тарифа канала (ФГБУ «Канал имени Москвы»), расходов и рентабельности водоканала (МГУП «Мосводоканал») по питьевому и техническому водоснабжению [1].

Плановые расходы канала (ФГБУ «Канал имени Москвы») и объем реализуемой воды взяты условно постоянными на весь период с 2017 по 2023 годы (табл. 1).

Таблица 1

Модель формирования тарифов МГУП «Мосводоканал» на период 2017–2023 гг.

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ФГБУ «Канал имени Москвы»							
Объем реализуемой воды, 1000 куб. м	527 700	527 700	527 700	527 700	527 700	527 700	527 700
Расходы на перекачку воды насосными станциями, тыс. руб.	1 567 717,56	1 567 717,56	1 567 717,56	1 567 717,56	1 567 717,56	1 567 717,56	1 567 717,56
Себестоимость отпуска воды, руб./ куб. м	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97
Тариф на воду (насосная станция), руб./ куб. м	3,98	4,18	3,94	4,42	4,41	3,89	4,12
Доходы водоканала от транспортировки воды, тыс. руб.	2 100 246	2 205 786	2 079 138	2 332 434	2 327 157	2 052 753	2 174 124
МГУП «Мосводоканал»							
Рентабельность питьевого водоснабжения, %	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Рентабельность технического водоснабжения, %	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Себестоимость водоподготовки	28,25	28,25	28,25	28,25	28,25	28,25	28,25

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
питьевой воды, руб./ куб. м							
Себестоимость водоподготовки технической воды, руб./ куб. м	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45
Тариф водопотребителей на отпуск питьевой воды, руб./ куб. м	33,26	33,47	33,22	33,72	33,71	33,17	33,41
Тариф водопотребителей на отпуск технической воды, руб./ куб. м	10,83	11,03	10,78	11,28	11,27	10,73	10,97

Рисунок 1 иллюстрирует динамику тарифов для водопотребителей МГУП «Мосводоканал», полученных на базе плановых тарифов ФГБУ «Канал имени Москвы».

Погрешность расчета тарифа МГУП «Мосводоканал» была определена путем сопоставления фактических данных на 2016 год и данных, полученных в модели. Ее величина составила 3%.

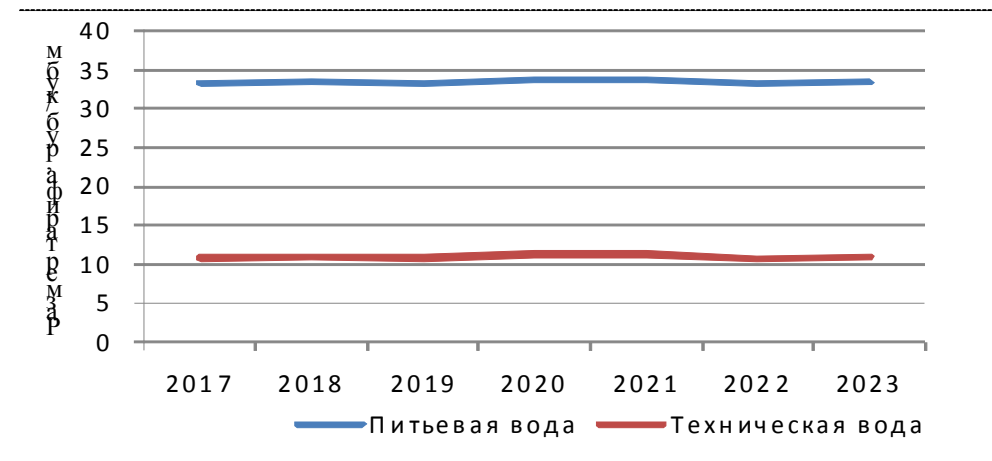


Рис. 1. Динамика тарифов МГУП «Мосводоканал», полученных на базе плановых тарифов ФГБУ «Канал имени Москвы» в 2017–2023 гг.

На основании предложенной модели спрогнозированы доходы ФГБУ «Канал имени Москвы» от транспортировки воды при вариантных тарифах в 2017–2023 гг. (табл. 2).

Вариантные тарифы – составлены в диапазоне от 1,66 до 4,42 руб. за куб. м. Выбранный диапазон обусловлен минимальным значением фактического тарифа 2016 года и максимальным значением плановых тарифов на 2017–2023 гг. Шаг выбран 0,1 руб. за куб. м. Отдельные тарифы выбраны в соответствии с плановыми значениями ФГБУ «Канал имени Москвы» в 2017–2023 гг.

Таблица 2

**Прогнозируемые доходы ФГБУ «Канал имени Москвы»
от транспортировки воды при вариантных тарифах в 2017–2023 гг.**

Годы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Объем транспортировки воды, тыс. куб. м	527700	527700	527700	527700	527700	527700	527700
Вариантный тариф, руб./куб. м	Прогнозируемые доходы от транспортировки воды, тыс. руб.						
1,66	875982	875982	875982	875982	875982	875982	875982
1,70	897090	897090	897090	897090	897090	897090	897090
1,80	949860	949860	949860	949860	949860	949860	949860
1,90	1002630	1002630	1002630	1002630	1002630	1002630	1002630
2,00	1055400	1055400	1055400	1055400	1055400	1055400	1055400
2,10	1108170	1108170	1108170	1108170	1108170	1108170	1108170
2,20	1160940	1160940	1160940	1160940	1160940	1160940	1160940
2,30	1213710	1213710	1213710	1213710	1213710	1213710	1213710
2,40	1266480	1266480	1266480	1266480	1266480	1266480	1266480
2,50	1319250	1319250	1319250	1319250	1319250	1319250	1319250
2,60	1372020	1372020	1372020	1372020	1372020	1372020	1372020
2,70	1424790	1424790	1424790	1424790	1424790	1424790	1424790
2,80	1477560	1477560	1477560	1477560	1477560	1477560	1477560
2,90	1530330	1530330	1530330	1530330	1530330	1530330	1530330
3,00	1583100	1583100	1583100	1583100	1583100	1583100	1583100
3,10	1635870	1635870	1635870	1635870	1635870	1635870	1635870
3,20	1688640	1688640	1688640	1688640	1688640	1688640	1688640
3,30	1741410	1741410	1741410	1741410	1741410	1741410	1741410
3,40	1794180	1794180	1794180	1794180	1794180	1794180	1794180
3,50	1846950	1846950	1846950	1846950	1846950	1846950	1846950
3,60	1899720	1899720	1899720	1899720	1899720	1899720	1899720
3,70	1952490	1952490	1952490	1952490	1952490	1952490	1952490
3,80	2005260	2005260	2005260	2005260	2005260	2005260	2005260
3,90	2058030	2058030	2058030	2058030	2058030	2058030	2058030
4,00	2110800	2110800	2110800	2110800	2110800	2110800	2110800
4,10	2163570	2163570	2163570	2163570	2163570	2163570	2163570
4,20	2216340	2216340	2216340	2216340	2216340	2216340	2216340
4,30	2269110	2269110	2269110	2269110	2269110	2269110	2269110
4,40	2321880	2321880	2321880	2321880	2321880	2321880	2321880
4,41	2327157	2327157	2327157	2327157	2327157	2327157	2327157
4,42	2332434	2332434	2332434	2332434	2332434	2332434	2332434

Следующая таблица (табл. 3) показывает уменьшение доходов ФГБУ «Канал имени Москвы» при применении вариантных тарифов (в сравнении с плановыми тарифами) в 2017-2023 гг.

Таблица 3

**Уменьшение доходов ФГБУ «Канал имени Москвы» при применении
вариантных тарифов в сравнении с плановыми тарифами в 2017–2023 гг., тыс. руб.**

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Плановый тариф, руб./куб. м	3,98	4,18	3,94	4,42	4,41	3,89	4,12
Вариантный тариф, руб./куб. м							
1,66	1224264	1329804	1203156	1456452	1451175	1176771	1298142
1,7	1203156	1308696	1182048	1435344	1430067	1155663	1277034
1,8	1150386	1255926	1129278	1382574	1377297	1102893	1224264
1,9	1097616	1203156	1076508	1329804	1324527	1050123	1171494
2	1044846	1150386	1023738	1277034	1271757	997353	1118724
2,1	992076	1097616	970968	1224264	1218987	944583	1065954
2,2	939306	1044846	918198	1171494	1166217	891813	1013184
2,3	886536	992076	865428	1118724	1113447	839043	960414
2,4	833766	939306	812658	1065954	1060677	786273	907644
2,5	780996	886536	759888	1013184	1007907	733503	854874
2,6	728226	833766	707118	960414	955137	680733	802104
2,7	675456	780996	654348	907644	902367	627963	749334
2,8	622686	728226	601578	854874	849597	575193	696564
2,9	569916	675456	548808	802104	796827	522423	643794
3	517146	622686	496038	749334	744057	469653	591024
3,1	464376	569916	443268	696564	691287	416883	538254
3,2	411606	517146	390498	643794	638517	364113	485484
3,3	358836	464376	337728	591024	585747	311343	432714
3,4	306066	411606	284958	538254	532977	258573	379944
3,5	253296	358836	232188	485484	480207	205803	327174
3,6	200526	306066	179418	432714	427437	153033	274404
3,7	147756	253296	126648	379944	374667	100263	221634
3,8	94986	200526	73878	327174	321897	47493	168864
3,9	42216	147756	21108	274404	269127		116094
4		94986		221634	216357		63324
4,1		42216		168864	163587		10554
4,2				116094	110817		
4,3				63324	58047		
4,4				10554	5277		
4,41				5277			

Примечание: пустые ячейки соответствуют превышению вариантного тарифа над плановым.

Влияние увеличения тарифа ФГУП «Канал имени Москвы» на расходы населения г. Москва представлено в табл. 4.

Таблица 4

**Определение суммы увеличения расходов на оплату воды семьи
из четырех человек в г. Москва при вариантных тарифах**

Вариантный тариф ФГУП «Канал имени Москвы», руб./куб. м	Расчетный тариф на питьевую воду МГУП «Мосводока- нал», руб./куб. м	Расходы на оплату воды семьи из че- тырех человек в г. Москва, руб./мес.	Увеличение расходов на оплату воды семьи из четы- рех человек в г. Москва (в сравнении с тарифом 1,66 руб./куб. м), руб./мес.
<i>1,66</i>	<i>30,87</i>	<i>1442,25</i>	
1,70	30,91	1444,18	1,93
1,80	31,01	1449,00	6,75
1,90	31,12	1453,82	11,57
2,00	31,22	1458,64	16,39
2,10	31,32	1463,46	21,21
2,20	31,43	1468,28	26,04
2,30	31,53	1473,10	30,86
2,40	31,63	1477,93	35,68
2,50	31,74	1482,75	40,50
2,60	31,84	1487,57	45,32
2,70	31,94	1492,39	50,14
2,80	32,05	1497,21	54,97
2,90	32,15	1502,03	59,79
3,00	32,25	1506,85	64,61
3,10	32,36	1511,68	69,43
3,20	32,46	1516,50	74,25
3,30	32,56	1521,32	79,07
3,40	32,67	1526,14	83,89
3,50	32,77	1530,96	88,72
3,60	32,87	1535,78	93,54
3,70	32,98	1540,61	98,36
<i>3,89</i>	<i>33,17</i>	<i>1549,77</i>	<i>107,52</i>
<i>3,94</i>	<i>33,22</i>	<i>1552,18</i>	<i>109,93</i>
<i>3,98</i>	<i>33,26</i>	<i>1554,11</i>	<i>111,86</i>
<i>4,12</i>	<i>33,41</i>	<i>1560,86</i>	<i>118,61</i>
<i>4,18</i>	<i>33,47</i>	<i>1563,75</i>	<i>121,50</i>
4,30	33,59	1569,53	127,29
4,35	33,65	1571,94	129,70
<i>4,41</i>	<i>33,71</i>	<i>1574,84</i>	<i>132,59</i>
<i>4,42</i>	<i>33,72</i>	<i>1575,32</i>	<i>133,07</i>

Примечание: курсивом отмечены плановые тарифы, обоснованные ФГУП «Канал имени Москвы»

На основании данных таблицы 4 проиллюстрируем динамику расходов на оплату воды семьи из четырех человек на рис. 2.

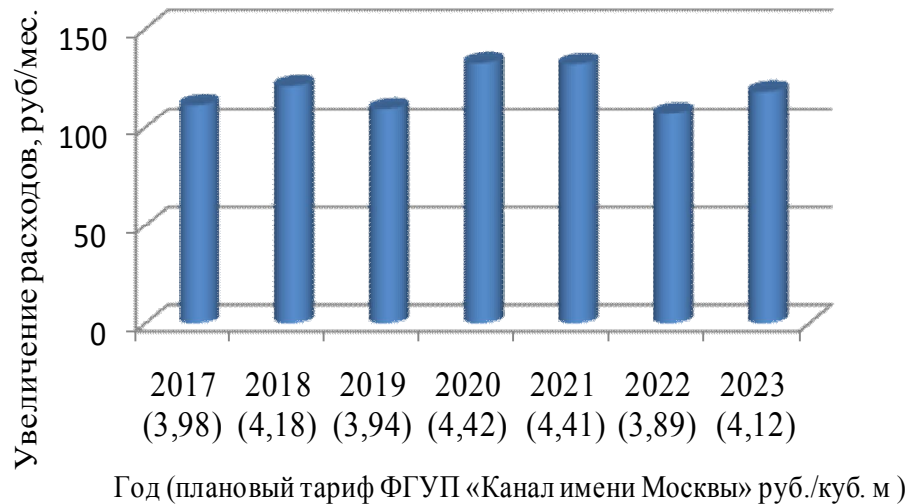


Рис. 2. Увеличение расходов на оплату воды семьи из четырех человек в г. Москва (в сравнении с тарифом 1,66 руб./куб. м), руб./мес.

Таким образом, при установлении в 2017 году тарифа ФГБУ «Канал имени Москвы» на предлагаемом уровне 3,98 руб./куб. м, рассчитанный тариф МГУП «Мосводоканал» для населения г. Москва составит 33,26 руб./куб. м. В результате расходы семьи из 4-х человек в 2017 году на воду составят 1554,11 рубля. Таким образом, увеличение расходов на воду составит 8% по сравнению с 2016 г., или 111,86 рублей.

Даже незначительное уменьшение предлагаемого тарифа ФГБУ «Канал имени Москвы» приводит к значительному дефициту средств на ремонт устаревшего оборудования насосных станций (табл. 3). Например, при тарифе 3,9 руб./куб. м уменьшение дохода составляет 42216 тыс. руб. А для семьи из четырех человек (табл. 4) это вызовет увеличение расходов на оплату воды на 4 руб. (или 1 руб./чел.).

Список литературы:

- [1] Годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность МГУП «Мосводоканал» за 2015 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.mosvodokanal.ru/](http://www.mosvodokanal.ru/) (дата обращения: 10.06.2016)
- [2] Гусев Д.Е. Компьютерное моделирование транспортной системы / Д.Е. Гусев // Вестник ВГАВТ. Выпуск 9. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2004. – С. 137–140.
- [3] Крайнова В.В. Метод внутреннего контроля в судоходных компаниях / В.В. Крайнова // Вестник ВГАВТ. Выпуск 46. – Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2016 – С. 108–121.
- [4] Крайнова В.В. Информационное обеспечение внутреннего контроля в судоходных компаниях / В.В. Крайнова // Вестник ВГАВТ. Выпуск 47. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2016. – С. 132–136.
- [5] Лаврик А.А., Гречко Н.М. Аудит эффективности бюджетных организаций / А.А. Лаврик, Н.М. Гречко // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы: сборник статей по материалам I Международной научно-практической студенческой конференции; в 4-х томах. – Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2015. – С. 164–167.

THE ANALYSIS AND JUSTIFICATION OF TARIFFS OF FSBI «MOSCOW CANAL» WATER SUPPLY SERVICES IN 2017-2023

V.V. Kraynova, N.M. Grechko

Keywords: planned rate, alternative rate, water supply services, water consumers, pumping points, repair costs, subsidies.

To solve the problems of financing the repair and maintenance of the pumping stations of FGBI «Moscow Canal» it is proposed to revise the tariffs for pumping water to consumers in Moscow. The author's model deals with the possible growing rates and their impact on the increase in the cost of water supply for the residents of the capital.

Статья поступила в редакцию 30.06.2016 г.

УДК 657.633.5:656.6

И.Ю. Кудрявцева, ст. преподаватель, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Ключевые слова: внутренний контроль, водный транспорт, регулирование.

В статье рассмотрены вопросы документального регулирования внутреннего контроля на предприятиях водного транспорта. Предложен авторский взгляд на группировку документов по трем уровням.

Система нормативного регулирования вопросов внутреннего контроля в России находится на стадии формирования. В настоящий момент времени законодательство на федеральном уровне подробно регламентирует организацию внутреннего контроля только в отдельных сферах хозяйственной жизни, например, в банковской. Вследствие этого, организации водного транспорта сталкиваются с проблемами несовершенства нормативного регулирования внутреннего контроля в отрасли.

Требования к внутреннему контролю содержит система нормативно-правового регулирования. В настоящее время внутренний контроль в России базируется, прежде всего, на данных бухгалтерского (финансового) учета [1]. В свою очередь бухгалтерский учет является информационной базой для контроля. Поэтому считаем, что справедливо рассматривать систему нормативного регулирования бухгалтерского учета в связи с системой нормативного регулирования внутреннего контроля.

Данная позиция в отношении внутреннего контроля обосновывается автором и тем, что обязанность осуществлять внутренний контроль совершаемых фактов хозяйственной жизни закреплена именно в Законе о бухгалтерском учете, ведь именно бухгалтерский учет осуществляет регистрацию всех хозяйственных операций [2].

Поэтому считаем, что при рассмотрении вопросов нормативного регулирования внутреннего контроля необходимо учитывать нормы статьи 21 Закона № 402-ФЗ, в соответствии с которой «к документам в области регулирования бухгалтерского учета относятся: 1) федеральные стандарты; 2) отраслевые стандарты; 3) рекомендации в области бухгалтерского учета; 4) стандарты экономического субъекта» [3].

Применительно к внутреннему контролю выделим следующие уровни регулирования (рис. 1): 1) законодательный; 2) методический (включая отраслевые рекомендации); 3) уточняющий (уровень предприятия).

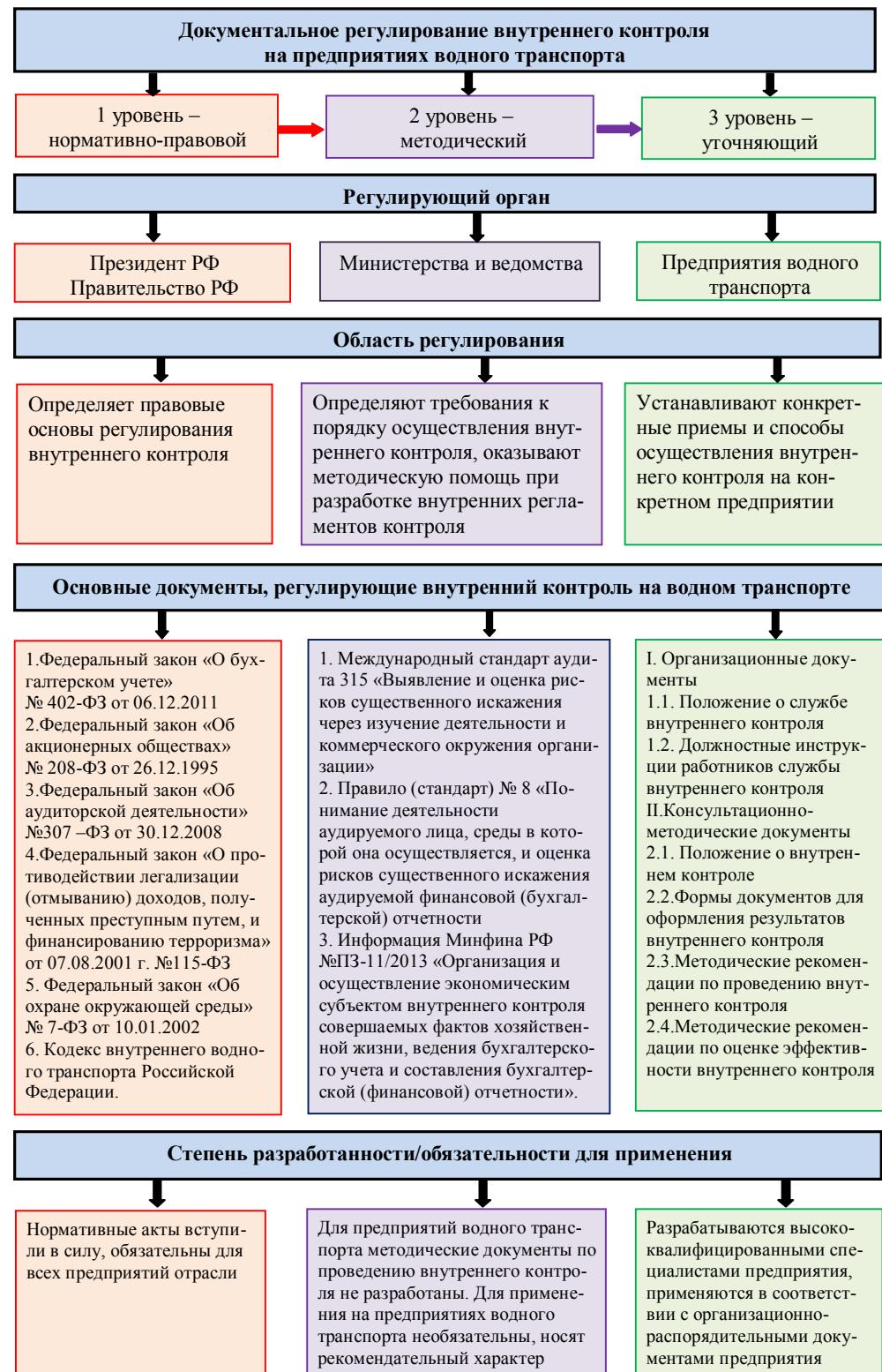


Рис. 1. Система нормативного регулирования внутреннего контроля на предприятиях водного транспорта

Первый уровень – законодательный. Документы этого уровня универсальны, обязательны для применения всеми организациями, так как базируются на общих принципах и целях внутреннего контроля. К таким документам относятся федеральные законы, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, т.е. нормативные акты, которые регламентируют процесс организации внутреннего контроля на предприятиях, в том числе и на предприятиях водного транспорта.

Среди документов этого уровня можно выделить основные:

– Федеральный закон «О бухгалтерском учете» № 402-ФЗ от 06.12.2011 г., в соответствии со ст. 19 которого, «каждый экономический субъект обязан организовывать и осуществлять внутренний контроль совершаемых фактов хозяйственной жизни» [3].

– Федеральный закон «Об акционерных обществах» № 208-ФЗ от 26.12.1995.

Большинство предприятий водного транспорта созданы в форме акционерных обществ. В соответствии со ст. 85 данного закона «для осуществления контроля за финансово-хозяйственной деятельностью общества общим собранием акционеров в соответствии с уставом общества избирается ревизионная комиссия (ревизор) общества» [4].

– Федеральный закон «Об аудиторской деятельности» № 307 –ФЗ от 30.12.2008, в соответствии со ст. 5 которого организации подлежат обязательному аудиту, если имеют организационно-правовую форму акционерного общества [5].

– Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 г. В соответствии со ст. 4.1 «государственный надзор в области внутреннего транспорта осуществляется уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. Ст. 38.1 определяет основные моменты осуществления портового контроля» [6].

Особо следует затронуть законодательство о внутреннем контроле в некоммерческих организациях водного транспорта, к которым относятся Администрации морских портов, Администрации бассейнов внутренних водных путей и Северного морского пути, Федеральные бюджетные образовательные учреждения высшего и дополнительного профессионального образования.

По состоянию на 29.01.2014 Федеральному агентству морского и речного транспорта подведомственно 46 Федеральных государственных, бюджетных и казенных учреждений [1]. Постановлением Правительства РФ от 17.03.2014 № 193 установлены «Правила осуществления главными распорядителями (распорядителями) средств федерального бюджета, главными администраторами (администраторами) доходов федерального бюджета, главными администраторами (администраторами) источников финансирования дефицита федерального бюджета внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита».

2 уровень – методический. Документы этого уровня находятся в прямой зависимости от вида деятельности, которым занимается предприятие, разрабатываются с учетом отраслевой специфики и в строгом соответствии с документами законодательного уровня. В соответствии с этими документами детализируется и уточняется методика, определяются способы осуществления внутреннего контроля и их влияние на основные показатели финансово-хозяйственной деятельности предприятий.

К документам данного уровня можно отнести стандарты, регулирующие правила проведения аудиторской проверки, затрагивающие вопросы внутреннего контроля, а именно Международный стандарт аудита 315 «Выявление и оценка рисков существенного искажения через изучение деятельности и коммерческого окружения организации», а также Правило (стандарт) № 8 «Понимание деятельности аудируемого лица, среды в которой она осуществляется, и оценка рисков существенного искажения аудируемой финансовой (бухгалтерской) отчетности», действующий на территории Российской Федерации до момента утверждения международных стандартов аудита уполномоченным федеральным органом.

Рекомендательный характер носит Информация Минфина РФ № ПЗ-11/2013 «Ор-

ганизация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности». В данном документе дано понятие внутреннего контроля, рассмотрены элементы внутреннего контроля, вопросы документирования и организации внутреннего контроля [7].

К рекомендациям в области внутреннего контроля также можно отнести «Методические указания по инвентаризации имущества и финансовых обязательств», утвержденные приказом Минфина России от 13.06.1995 г. № 49.

В настоящее время на водном транспорте действуют два отраслевых документа, регламентирующих бухгалтерский учет (в т. ч. управленческий):

1. Отраслевая инструкция по составу затрат и калькуляции себестоимости работ и услуг предприятий основной деятельности речного транспорта № ВА-6/152, утвержденной Минтрансом 8 марта 1993 г.

2. Инструкция по учету доходов и расходов по обычным видам деятельности на внутреннем водном транспорте, утвержденной приказом Минтранса РФ от 30.09.2003 г. № 194.

Вопросы контроля в них упоминаются лишь вскользь [8]. В области внутреннего контроля отраслевой стандарт отсутствует.

3 уровень – уточняющий. Это документы, которые разрабатываются самими предприятиями и регламентируют процесс осуществления внутреннего контроля каждого экономического субъекта в частности, с учетом специфики его деятельности. Внутренние стандарты экономического субъекта детализируют порядок осуществления внутреннего контроля, раскрывают особенности организации и функционирования системы внутреннего контроля. Форма, содержание, порядок подготовки стандартов разрабатываются предприятиями самостоятельно с учетом требований документов законодательного и методического уровней, являются интеллектуальной собственностью самого предприятия. Документы этого уровня необходимо разделить на две группы: организационные и консультационно-методические.

К организационным следует отнести документы, которые регламентируют задачи, функции, организацию работы отделов по осуществлению внутреннего контроля, права, обязанности, ответственность структурных подразделений и должностных лиц: положение о службе внутреннего контроля, должностные инструкции работников, осуществляющих контроль. Консультационно-методические документы имеют исключительную важность, прежде всего в практическом плане, они должны содержать методологию осуществления внутреннего контроля: положение о внутреннем контроле, инструкции и методические рекомендации о проведении внутреннего контроля, формы документов, отражающих результаты контрольных проверок и методику оценки эффективности контрольных процедур и т.д.

Документы уточняющего уровня играют важную роль в формировании высокоэффективной системы внутреннего контроля. Они направлены на формирование такой системы контроля, которая удовлетворяет информационные потребности основных групп пользователей, позволяет принять эффективные управленческие решения, способствует долгосрочному функционированию предприятия и учитывает специфику деятельности судоходной компании.

Таким образом, автором предложена иерархия законодательных и нормативных актов регулирования внутреннего контроля на предприятиях водного транспорта. Раскрытие содержания актов каждого уровня регулирования, с учетом специфики деятельности судоходных компаний, позволяет принять предложенную иерархию за основу при построении системы внутреннего контроля в отрасли.

Список литературы:

[1] Крайнова В.В. Оценка нормативно-правового регулирования управленческого учета и внутреннего контроля в организациях внутреннего водного транспорта / В.В. Крайнова //

Управленческий учет. – 2015. – № 2 – С. 20–27.

[2] Крайнова В.В. Совершенствование системы внутреннего контроля в судоходных компаниях / В.В. Крайнова // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2014. – № 12. – С. 90–92.

[3] Федеральный закон «О бухгалтерском учете» от 06.12.2011 N 402-ФЗ // Справочно-правовая система КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/popular/buch/53_2.html

[4] Федеральный закон «Об акционерных обществах» от 26.12.1995. № 208-ФЗ // Справочно-правовая система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182079>

[5] Федеральный закон «Об аудиторской деятельности» от 30.12.2008 № 307 –ФЗ // справочно-правовая система КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=175310>

[6] Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации» от 07.03.2001 № 24-ФЗ // Справочно-правовая система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=184307>

[7] Информация Минфина РФ № ПЗ-11/2013 «Организация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности». Справочно-правовая система КонсультантПлюс. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=156407>

[8] Крайнова В.В. Концептуальная модель системы внутреннего контроля в организациях внутреннего водного транспорта / В.В. Крайнова // Управленческий учет. – 2015 – № 2. – С. 71–80.

THE REGULATION OF INNER CONTROL AT THE ENTERPRISES OF WATER TRANSPORT

I.Y. Kudryavtseva

Keywords: *inner control, water transport, regulation*

The article deals with the documentary regulation of inner control at the enterprises of water transport. According to the author's view the documents are divided into three levels.

Статья поступила в редакцию 30.06.2016 г.

УДК 304.4

Е.А. Пахомова, канд. ист. наук, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Р.И. Чернева, канд. экон. наук, доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

НЕОБХОДИМЫЕ ПРИОРИТЕТЫ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ В НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ

Ключевые слова: *социальная политика, незащищенные слои населения, мероприятия, пенсионные накопления*

Статья посвящена основным аспектам социальной политики государства. Выявлены основные её особенности. Проанализирован ряд мероприятий, проводимых в Российской Федерации в рамках социальной политики.

Российская Федерация, согласно Конституции, является социальным государст-

вом. Основные принципы такого государства зафиксированы в Европейской социальной хартии. Система управления социально-экономическими отношениями предусматривает соблюдение общественной справедливости, недопущения снижения уровня жизни и чрезмерной дифференциации в доходах различных социальных групп населения.

В системе государственной политики каждого государства весьма значимую роль играет социальная политика. Под ней понимают особый аспект внутренней политики, цель и содержание которого представляет собой регулирование всего комплекса социальных процессов и отношений в социуме между индивидами [3, С. 39–40; 20, С. 41]. Цель социальной политики – создание условий для жизнедеятельности человека в объеме, который соответствует уровню развития социума. Провозглашая данную цель, государство возложило на себя обязательства: не ущемлять интересы различных групп населения, не отводить им по тем или иным признакам роль изгоев. Уже само перечисление целей социальной политики даёт основание утверждать, что таковая полностью вписывается в понимание современной постиндустриальной экономики, совмещающей в себе либеральное устройство рыночных отношений с необходимостью государственного вмешательства в экономические процессы [11, С. 85].

Социальная политика включает элементы: социальную защиту, социальную помощь и социальное страхование. Социальная политика включает механизм формирования трудовых отношений. При этом она понимается как социально-экономическое направление по обеспечению достойного уровня жизни граждан, их социальной защищенности на основе стимулирования трудовой деятельности. Её мероприятия должны носить адресный характер [4, С. 10; 7, С. 21].

Важнейшее свойство социальной политики заключается в том, чтобы в концентрированной форме выражать запросы, надежды и чаяния социальных групп. Объектом социальной политики является население страны, которое представляет собой субъекта потребностей и потребления [6]. Социальная политика тесно связана с экономической политикой: последняя имеет своим конечным итогом регулирование человеческой деятельности по созданию материальных и духовных благ; социальная политика увязана с воздействием на отношения между людьми по использованию ими наличествующих благ. Разумеется, проводимая государством экономическая политика может быть различной в зависимости от идеологических предпочтений политической элиты (как правило, выделяют три основных разновидности социальной политики). Наименее предпочтительная для населения экономическая политика, проводимая неолибералами и/или неоконсерваторами, тяготеющими к либертарианству и почти полностью отрицающих необходимость государственного вмешательства в экономику (по сути выступающих за механизм несилового экономического рабства) [1, С. 85; 8, С. 22; 14, С. 28; 16, С. 1045; 17, С. 24–25; 18, С. 28], а наиболее – социал-демократическая [15, С. 168].

Дабы социальная политика могла быть реализована в полном объеме, она должна вырабатываться, основываясь на следующих принципах:

- экономическая свобода человека и признание права лиц наёмного труда, предпринимателей и профсоюзов на тарифную автономию, базирующуюся на социальном партнерстве;
- доверие к регулирующей роли рынка (имеются в виду в данном случае спрос и предложение, цена и конкуренция);
- ответственность государства за формирование рыночной среды, за создание необходимых условий для осуществления экономической и социальной жизни.

Социальная политика использует следующие основные методологические понятия: «социальная сфера», «социальная поддержка», «социальная защита», «социальная помощь», «социальные услуги», «социальное обслуживание», «социально незащищенные категории граждан», «малообеспеченные» [2, С. 22].

2005 г. стал поворотным в системе социальной защиты, поскольку в соответствии с ФЗ № 122 [25] полномочия по оказанию социальной помощи были переданы на уровень субъектов РФ (кстати, это вполне вписывается в систему отношений «центр – регионы», характерную для федеративного государства [24, С. 299]). На этом уровне были разработаны свои законы об оказании государственной социальной помощи малоимущим семьям и малоимущим одиноко проживающим гражданам. Постановлениями Правительств субъектов РФ установлен порядок назначения и предоставления государственной социальной помощи. Для финансирования реализации принятых законов в республиканских бюджетах предусматриваются необходимые средства. Важно отметить, что при разработке указанных нормативно-правовых актов учитывался и зарубежный опыт социальной политики, в частности, «система Бисмарка» и модель Бевериджа. Сущность системы, применяемой в ряде стран Запада, состоит в том, что каждый гражданин должен быть охвачен социальной помощью в случаях, признаваемых критическими (болезни, потеря кормильца, рождение детей и пр.), а государство несёт ответственность за защиту минимального дохода.

При сохранении нынешних условий функционирования экономики (с учётом последствий финансового кризиса), дальнейшего неравномерного развития производительных сил по оценке ряда ученых дифференциация доходов населения в ближайшие 3–5 лет возрастет еще на 40–60%, что будет содействовать усилению антагонизма в социуме [23, С. 84]. В качестве мер по радикальной модернизации социальной политики можно предложить:

1. Выбрать государственную социальную модель, предусматривающую:

- для работающих – *институт адекватной заработной платы*, позволяющий трудящемуся и членам его семьи жить на достойном уровне. В этих целях следует приблизить размер МЗП к величине не меньше 40% средней зарплаты по стране; средняя заработная плата должна быть не ниже пятикратной величины ПМ, а доля зарплаты в ВВП должна быть увеличена в течение 3–5 лет до 40%;

- для пенсионеров *пенсии страхового типа*, который бы обеспечивал наемным работникам заработать (имеется в виду в течение 35–40 лет страхового стажа) пенсию в размере не ниже 50–60% от суммы их заработной платы [12, С. 734];

- для всех граждан страны – *гарантированное оказание* бесплатной медицинской помощи в рамках государственной программы, предусматривающее обязательное медицинское страхование для работающих с совокупными затратами не менее 6% ВВП;

- для всех жителей страны – *гарантированное предоставление* возможности получать на бесплатной основе среднее и высшее образование, государственные затраты на которое должны быть не ниже 4–6% ВВП.

2. На социальные цели законодательно устанавливать государственные расходы на уровне не ниже минимальных стандартов, которые рекомендованы текстами конвенций и рекомендаций Международной организации труда (МОТ), Копенгагенской декларацией о социальном развитии (1995 г.), а также Европейской социальной хартией, подписанной Российской Федерацией ещё в 2000 г. [26, С. 13].

3. На государственном уровне разработать программу развития систем здравоохранения, образования и жилищно-коммунальной сферы, включающую в себя федеральную и согласованные с ней программы субъектов федерации.

Важно отметить, что роль социальной политики в регулировании уровня и качества жизни в современных условиях возрастает – в ней реализуются главнейшие принципы развития человеческой личности, а именно:

- социальной справедливости, или степени социального равенства людей, которая включает их равноправное отношение к средствам производства, равноправное же участие в распределении материальных ценностей, создание равных стартовых возможностей для подрастающего поколения, равные политические права и личные свободы, единство для всех прав и обязанностей;

- социальных гарантий – это право на труд, удовлетворение потребностей в образовании, здравоохранении, жильё, материальном обеспечении, содействие в культурном росте и отдыхе,

- повышения материального и культурного уровня жизни всех членов социума, улучшения условий труда и быта, решения экологических проблем и охраны природы;

- гуманизации трудовых и общественных отношений в производстве,

- развития социальной активности всех членов общества, что способствует раскрытию и использованию созидательных способностей человека;

- гражданской сплоченности всех составляющих социальных слоёв и групп общества, усиления социальной однородности общества [3, С. 40; 9, 226].

В социальной политике государство выделяет несколько важных направлений, по которым и производится регулирование социальных процессов, а именно:

- политика в сфере доходов и семейного потребления;

- политика в сфере благосостояния в обществе;

- политика в сфере воспроизводства рабочей силы и занятости населения страны;

- политика по поддержке «беззащитных групп» в социуме;

- политика по эффективному развитию отраслей общественной инфраструктуры.

Политика в области личного потребления и доходов семей имеет своим объектом оплату труда лиц, которые трудятся по найму. Её основной целью является содействие улучшению итогов трудовой деятельности населения, территориальной и профессиональной мобильности жителей страны, сокращение необоснованно высокой в современных реалиях дифференциации размеров оплаты труда; восстановление и поддержание роли МЗП как законодательной гарантии защиты прав работающих по найму. Мероприятия данного направления уместно подразделить на две группы, а именно: в сфере оплаты труда во внебюджетном секторе экономики и, соответственно, в оплате труда уже в рамках бюджетной сферы [10, 70; 18, С. 27; 28, С. 461].

В первую группу включено обеспечение реального действия системы гарантий минимальных уровней зарплаты для трудящихся в зависимости от их квалификации на основе тарифных соглашений и коллективных договоров между работодателями и работниками на всех уровнях социального партнерства. Во вторую – уточнение систем оплаты труда работников бюджетной сферы в органической увязке с механизмом доплат и надбавок, дополнительным материальным поощрением труда высококвалифицированных работников с учётом надбавок за выслугу лет и высокую результативность труда, а также с учётом динамики зарплаты в рамках внебюджетного сектора экономики и наличествующим в стране уровнем инфляции. При этом при решении вопроса и МЗП работников обеих сфер национальной экономики, государство должно исходить из рекомендации МОТ – использование общепринятого в мировой практике социального стандарта как минимальной часовой оплаты труда. В процессе регулирования оплаты труда наемных работников государство активно использует: налоги, механизм социального партнерства, государственные гарантии минимальной оплаты труда и механизм строгой ответственности субъектов трудовых отношений за нарушение трудового законодательства [13, С. 33].

В рамках политики в сфере общественного благосостояния предусматривается:

- разработка и использование как значимого инструмента социальной политики минимальный потребительский бюджет (МПБ) (ПМ) и механизма социальной защиты от инфляции МПБ определяется как набор разных услуг и товаров, которые объективно необходимы человеку для существования;

- поддержка со стороны государства нерыночного сектора экономики, который не может ориентироваться только лишь на коммерческие критерии. К нему относятся существенная часть здравоохранения, спорта и физической культуры, искусства, образования, охраны природы, фундаментальной науки и т.д.

В политику в области воспроизводства населения рабочей силы и занятости традиционно включают действия по созданию новых рабочих мест, обеспечению деятельности служб занятости, выплаты пособий по безработице, организацию проведения и оплаты общественных работ, выработке программ по созданию, сохранению и развитию рабочих мест.

Такого рода политика оказывает большое влияние на политику в сфере благосостояния, так как определяет следующие параметры: объём и структуру доходов семьи, количество и состав социально незащищенных групп населения; структуру и объём потребления социальных благ и услуг, которые распределяются с помощью экономических институтов и общественных организаций [21, С. 210; 22, С. 22].

Политика по поддержке социально незащищенных групп населения предусматривает:

1. *Постоянное совершенствование пенсионной системы*, которая основывается на: обеспечении соответствия размера минимальной пенсии величине ПМ пенсионера; периодической индексации пенсий, основанной на учёте роста потребительских цен и динамики среднемесячной заработной платы в стране; использовании механизма осовременивания заработка для начисления и пересчета пенсий, позволяющего с большим уровнем объективности учитывать трудовой вклад каждого трудящегося; содействие развитию системы негосударственных пенсионных фондов.

2. *Развитие системы социальной защиты населения*, а именно социальное обслуживание выплаты социальных пособий, стипендий, компенсаций; социальной поддержки граждан, которые были уволены с государственной и муниципальной службы.

3. *Обеспечение деятельности системы социальной поддержки* семьи, детей, молодежи и т.д. [27, С. 217]

Политика в отношении отраслевой социальной инфраструктуры представляет собой комплекс мероприятий, направленных на: создание условий для качественной государственной поддержки гуманитарной сферы; своевременное выделение в требуемом объёме бюджетных ассигнований на всех уровнях хозяйствования; приоритетное выделение средств на реализацию целевых программ здравоохранения, образования, системы социальной защиты населения и культуры; расширение жилищного строительства [26, С. 15].

Выполнению задач современной социальной политики могут помешать сложившиеся под воздействием негативных факторов и имеющиеся в обществе следующие риски:

- 1) *Макроэкономические*, обусловленные внутренней и внешней конъюнктурой, снижением темпов роста экономики, уровня инвестиционной активности, высоким уровнем инфляции.

- 2) *Финансовые* – недостаточность финансирования (причём в данном случае как из бюджетных, так и из внебюджетных источников).

- 3) *Техногенные и экологические* – всякая экологическая или техногенная катастрофа потребует дополнительных ресурсов для оказания неотложной социальной и медицинской помощи.

- 4) *Геополитические* – показатели социальной стабильности зависят от политической ситуации внутри страны и на территории сопряжённых государств. Военные и террористические действия закономерно ведут к дополнительным затратам на решение медицинских и социальных проблем граждан, пострадавших в результате этих действий.

- 5) *Законодательные* – законодательная база социальной сферы в целом и здравоохранения в частности настоятельно требует дальнейшего совершенствования, а также принятия новых законодательных актов.

Одним из направлений социальной политики является совершенствование системы социального страхования в стране. Как показывает правовая практика развитых

стран и положения конвенции МОТ, страховые платежи представляют собой резервируемую часть заработной платы работников, которая недодается им и предназначена на случай наступления социальных рисков: старости, инвалидности, болезни и т.д. Собственно, работающие, которые становятся пенсионерами, вовсе не являются иждивенцами. Они получают именно заработанное, которое становится резервом ими созданным в процессе трудовой деятельности для обеспечения своего существования после ее прекращения – из их заработка регулярно удерживались взносы на цели пенсионного обеспечения.

Роль государства заключается в том, что оно выступает гарантом сохранения заработанных страховых прав страховых ресурсов. В этой связи необходимо законодательно определить пропорции и размеры ВВП, направляемые на социальное страхование. Зарубежный опыт свидетельствует о целесообразности отделения от государственного бюджета средств социального страхования [2, С. 22].

Таким образом, международный, общегосударственный и региональный опыты социальной политики наглядно демонстрируют пути дальнейшего развития данного направления государственной политики в целом. Важно отметить, что в настоящее время экономические возможности Российской Федерации не позволяют проводить социал-демократическую экономическую политику, подобную той, что претворяется в жизнь в странах Северной Европы, однако, в интересах как государства, так и общества, приближаться именно к этой модели, а не к либертарной.

Список литературы:

- [1] Багдасарян В.Э. Либерализм как идеология неокOLONиализма // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. – 2010. Т. 3. – № 5. – С. 84–85.
- [2] Баштыгова М.Т., Гайсултанов М.Б., Сайханов Х.Х. Расходы федерального бюджета на социальную политику: опыт России и Германии // Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 томах. – 2015. – С. 22–24.
- [3] Вешнякова Т.С., Ченцова Н.М. Социальная политика и качество жизни населения // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. – 2008. – № 3. – С. 39–47.
- [4] Голоманчук Э.В. Реализация конституционных социальных и экономических прав граждан Российской Федерации через программную социальную политику // Философия права. – 2011. – № 5 (48). – С. 10.
- [5] Гончарова Е.Н. Формирование среднего класса как стратегическая цель социальной политики российского государства // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. – 2013. – № 1 (60). – С. 19–23.
- [6] Закон от 5 мая 2005 г. № 40-З «О государственном социальном обслуживании населения» // Электронный доступ: <http://www.minsocium.ru/index.php/obshchie-polozeniya/141-zno-40-05-05-2005>
- [7] Иерусалимский Ю.Ю. Избирательные кампании начала и середины 1990-х гг. в Федеральное Собрание Российской Федерации (по материалам Ярославской области) / для студентов, обучающихся по специальности История / Ю. Ю. Иерусалимский, Б. А. Тюрин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Ярославский гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль, 2009. – 102 с.
- [8] Кирсанов М.Ю. Экономическое развитие и инновационная экономика: совершенствование государственного и муниципального управления // Научное мнение. – 2015. – № 2-3. – С. 150–153.
- [9] Лазарева Г.И. Бюджетная политика в решении социальных задач государства // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2014. – № 3 (51). – С. 223–229.
- [10] Малышев Д.М. Социальное обеспечение как гарантия реализации права на достоинство в Российской Федерации // Научный поиск. – 2015. – № 1.5. – С. 68–71.
- [11] Мелкумова М.В. Анализ социально-экономических характеристик шведской модели // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 7 (48). – С. 82–86.

- [12] Молотовщикова Е.О., Пахомова Е.А., Торопкин А.И., Фоменков А.А. Пути пенсионной реформы: политические аспекты. В пострадавших будет средний класс? // Молодой ученый. – 2013. – № 11. – С. 732–735.
- [13] Назирбекова З.А. Сущность и основные цели социальной политики государства // Вопросы структуризации экономики. – 2008. – № 4. – С. 32–34.
- [14] Павкин Л.М. Либертарианство: принципы, теория, оценки // Северо-Кавказский юридический вестник. – 2014. – № 1. – С. 27–33.
- [15] Павлов В.С. Социальная политика западноевропейских государств в рыночной экономике: возможности и границы // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – № 6. – С. 165–170.
- [16] Пархоменко Р.Н. Современные концепции понятия идеи свободы // Философия и культура. – 2015. – № 7. – С. 1043–1054.
- [17] Пахомова Е.А., Фоменков А.А. Государства должно быть «мало»: к вопросу о публично-правовых взглядах современных либертарианцев // Юридическая мысль. – 2014. – № 2 (82). – С. 23–27.
- [18] Рыхтик М.И. Социально-политическое измерение инновационного развития // Гуманитарии в XXI веке. Министерство образования и науки РФ; Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского; Нижегородское региональное отделение Межрегиональной общественной организации «Академия гуманитарных наук»; Под общей редакцией З.Х. Саралиевой. – 2013. – С. 25–30.
- [19] Саидов З.А. Доктринальные основы административно-правового регулирования современной российской экономики // Право и политика. – 2015. – № 9. – С. 1275–1280.
- [20] Сборник материалов к научной конференции аспирантов и студентов гуманитарного факультета ОМГАУ за 2004–2005 год. М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. гос. образоват. учреждение Высш. проф. образования «Ом. гос. аграр. ун-т»; [науч. ред.-С. В. Новиков]. – Омск, 2005. – 99 с.
- [21] Смирнова А.А., Егорова М.С. Основные цели, задачи и функции социальной политики // Молодой ученый. – 2015. – № 11-4 (91). – С. 208–211.
- [22] Суханов Е.В. Влияние развития экономики на повышение социального обеспечения качества жизни населения региона // Глобальный научный потенциал. – 2015. – № 9 (54). – С. 21–23.
- [23] Трофимова Г.А. Прожиточный минимум как гарантия конституционных прав и свобод // Социум и власть. – 2015. – № 2 (52). – С. 82–86.
- [24] Удалов В.С., Колобов А.О. Система «Центр - периферия» в современном политическом процессе // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 2-1. – С. 297–301.
- [25] Федеральный закон Российской Федерации от 22 августа 2004 г. № 122-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием федеральных законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»» // Электронный доступ: <http://www.rg.ru/2004/08/31/samoupravleniye-dok.html>
- [26] Хныкин Г.В. Тенденции развития трудового законодательства России // Научный поиск. – 2015. – № 1.3. – С. 12–16.
- [27] Шаяхметова В.Р. Преодоление бедности как стратегическая цель региональной социальной политики // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – 2011. – № 5-4. – С. 216–218.
- [28] Konovalova G.M., Voskoboynikova T.V., Mushkina I.A., Borodina N.V. Inclusive education foreign experience and Russian realities // European researcher. Series A. – 2011. – № 4 (6). – С. 459–462.

NECESSARY PRIORITIES OF SOCIAL POLICY AT PRESENT AND IN THE FUTURE

E.A. Pakhomova, R.I. Cherneva

Key words: *social policy, vulnerable population, events, retirement savings*

The article is devoted to the main aspects of social policy of the state. The article reveals the basic features of the policy and analyses a number of events carried out in the Russian Federation in the framework of social policy.

Статья поступила в редакцию 04.07.2016 г.

УДК [658.14:005.511]:658.114

И.П. Самойлова, старший преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЛИНГА В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СПАДА

Ключевые слова: *финансовый контроллинг, экономический спад, инструменты.*

В статье рассматриваются инструменты финансового контроллинга, необходимые для внедрения в управленческую практику российских предприятий в современных условиях экономического спада.

В 2015 г. российская экономика впервые за последние двадцать лет вошла в длительный период сокращения валового внутреннего продукта (ВВП) и отсутствия краткосрочных перспектив экономического роста. В апреле 2016 года Минэкономразвития РФ пересмотрело разработанные прогнозы социально-экономического развития Российской Федерации на ближайшие три года с учетом последних изменений в Российской экономике. В обновленном прогнозе говорится, что в 2016 году ВВП сократится на 0,8% [1]. По данным Росстата РФ в 2015 году падение ВВП составило 3,7%. Отрицательными факторами для развития экономики страны стали падение цен на нефть и санкции в отношении России, введенные после начала украинского политического кризиса, следствием чего стало замораживание инвестиционной активности и снижение потребительского спроса. Из новых расчетов Минэкономразвития видно, что в 2016 году уровень потребления в России сократится на 2,5%, а инвестиции в экономику – на 5%. Реакцией Центрального банка РФ на сложившуюся ситуацию стало резкое повышение ключевой ставки, что привело к удорожанию финансовых ресурсов для предприятий реального сектора экономики. Как показывает официальная статистика, с середины 2013 года наблюдался устойчивый рост интенсивности банкротств. В 2015 г. число юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, которые были признаны банкротами возросло по сравнению с 2014 годом примерно на 20%. Также продолжилась тенденция монополизации рынков и усиления роли государства в экономике. Одна из наиболее свежих оценок по данному вопросу была представлена на Гайдаровском форуме-2016: по итогам 2015 года вклад государства и государственных компаний в ВВП Российской Федерации может составить примерно 70%, тогда как в 2005 году эта доля составляла около 35% [2].

Перечисленные выше факторы говорят о том, что эффективное управление организацией сегодня становится невозможным без реального внедрения на практике широко известных инструментов финансового контроллинга. В данной статье мы постараемся уделить внимание наиболее эффективным методам улучшения финансового планирования и контроля, которые способствуют выживанию российских организаций в непростых экономических условиях.

Ключевым условием работы организации в условиях высоких финансовых рисков является наличие экономических расчетов последствий различных управленческих решений. Если компания имеет низкую рентабельность, то даже незначительное количество ошибочных управленческих решений может привести к возникновению убытков. Последнее крайне негативно сказывается на возможности привлечения в бизнес дополнительных кредитных ресурсов и пролонгации существующих кредитных договоров. Следовательно, возрастает риск банкротства всего бизнеса. Ярким примером такого развития событий в 2015 году стало банкротство ОАО «АК «ТРАНСАЭРО», НПО «Мостовик», Корпорации «Инжтрансстрой».

Традиционным инструментом, обеспечивающим всесторонний анализ последствий принимаемых управленческих решений, является полноценное финансовое планирование, которое не ограничено только прогнозом денежных потоков и отчетом о финансовых результатах, но и включает подготовку прогнозного баланса. Опросы российских предприятий показывают, что в подавляющем большинстве случаев прогнозирование баланса не осуществляется. Финансовые директора российских компаний до настоящего времени не видели необходимости в подготовке планового баланса, поэтому их система планирования сегодня не настроена на подготовку такого отчета и требует существенной модернизации. Подготовка прогнозного баланса по сути является завершающим этапом финансового планирования. Именно на этом этапе финансовыми менеджерами могут быть выявлены ошибки, допущенные на предыдущих этапах финансового прогнозирования. Плановый баланс является простейшим инструментом контроля качества планирования.

В рамках круглых столов, организованных российским журналом «Финансовый директор» и в различных статьях, опубликованных в этом журнале неоднократно отмечалось, что полноценное финансовое планирование (включая подготовку планового баланса) позволяет количественно оценить реальные доходы и расходы организации, связанные с изменением времени отсрочек платежей покупателям и поставщикам. Традиционно изменение условий оплаты за продукцию (работы, услуги) приводит к расчету дополнительной потребности (сокращению) кредитных ресурсов. Дополнительный объем продаж, обусловленный предоставляемыми отсрочками покупателям, чаще всего упрощенно сопоставляется с дополнительными процентами по привлеченным кредитным ресурсам, связанным с этим управленческим решением. На практике дополнительное финансирование является затруднительным для большинства предприятий. Незначительное увеличение плеча финансового рычага может существенно ухудшить оценку финансового состояния компании, что приведет к росту процентной ставки по кредитам, не только в части вновь привлекаемых средств, но и по всему кредитному портфелю в целом. Поэтому финансовый контролер в ходе анализа бюджета организации обязан удостовериться в адекватности процентных ставок по кредитам, привлекаемых компанией в рамках предложенного бюджета.

Основной тенденцией 2015–2016 гг. для большинства промышленных и торговых российских предприятий является сокращение кредитного портфеля. Это неудивительно, так как, с одной стороны, существенно выросли процентные ставки, с другой стороны, существенно сокращается рентабельность продаж. Последнее обусловлено ростом издержек вследствие падения курса рубля и отсутствием роста цен на продукцию (товары) из-за сокращения потребительского спроса. Существенным источником сокращения потребности в кредитных ресурсах является продажа непрофильных активов. Изменение модели потребления требует регулярного анализа эффективности бизнеса с помощью инструментов инвестиционного анализа. На практике часто непрофильные направления бизнеса, успешно работающие в условиях экономического роста, могут оказать отрицательное влияние на благосостояние собственника в условиях экономической рецессии. Именно поэтому в настоящее время программы по продаже своих непрофильных активов реализуют крупнейшие компании российской экономики, такие как ПАО «Газпром», ГК «Норильский никель», АФК «Система».

Приоритетом менеджмента является ключевой бизнес, именно ему уделяется наибольшее внимание. Как следствие, рентабельность непрофильных активов становится существенно ниже. При этом их продажа позволяет быстро снизить долговую нагрузку компании и обеспечить финансовую устойчивость ключевого бизнеса. Для принятия решения о необходимости продажи непрофильных активов финансовому контролеру необходима определенная информация.

Данная информация должна быть представлена по отдельным категориям непрофильных активов: акции, доли и другие ценные бумаги; движимое и недвижимое имущество. Финансовому контролеру необходимо иметь данные об оценке исследуемых активов и о рентабельности этих активов. Важной информацией для принятия управленческих решений являются данные о величине денежного потока, генерируемого анализируемыми активами. На основании предоставленной информации финансовый контролер может разделить непрофильные активы на четыре группы:

1. Активы, имеющие низкую доходность, но способствующие росту потока денежных средств компании.
2. Активы с низкой и средней доходностью и минимальным денежным потоком.
3. Активы с высокой доходностью, генерирующие максимальный денежный поток.
4. Активы с высокой рентабельностью и минимальным денежным потоком.

Непрофильные активы второй группы рекомендуется продать в первую очередь. Активы третьей группы скорее всего должны быть оставлены в инвестиционном портфеле компании или же могут быть распроданы в кризисной ситуации (когда собственник принимает решение о спасении ключевого бизнеса) – они являются наиболее ликвидными для целей продажи. Что касается оставшихся активов (первой и четвертой группы), то их продажа зависит от финансового положения компании в конкретный момент времени. В том случае, если ключевой бизнес на долгосрочном горизонте планирования не будет давать положительного финансового результата, продажа таких активов также необходима. С учетом того, что она требует длительного времени, приступить к поиску покупателя нужно как можно быстрее. Психологически такие решения даются собственникам и топ-менеджерам компании не легко, поэтому финансовому контролеру важно представить экономические расчеты, обосновывающие решения о продаже непрофильных активов.

Задача выживания бизнеса приводит к необходимости детального анализа отдельных бизнес-процессов внутри каждого направления деятельности организации. Целью такого анализа является выделение неключевых бизнес-процессов внутри производственной цепочки создания стоимости и анализ возможностей их аутсорсинга. Общеизвестно, что на аутсорсинг могут быть переданы финансовые функции, организация закупочной деятельности, а также деятельность различных вспомогательных подразделений, таких как транспортные службы, ИТ и другие сервисные службы. Процесс реформирования производственных площадок, созданных еще в период Советского Союза, в начале нулевых годов XXI века стал примером подобной модели реорганизации бизнес-процессов. В настоящее время аналогичные процессы актуальны и для новых бизнесов, созданных за последние 25 лет.

Как уже отмечалось ранее, российский бизнес за последние 2 года впервые столкнулся с длительным периодом спада потребительского спроса. Аутсорсинг неключевых бизнес-процессов особенно актуален в условиях спада объема производства и продаж. Расходы становятся более гибкими. А экономия денежных средств позволяет компании улучшать свою платежеспособность. Последнее может быть важным аргументом в переговорах с коммерческими банками и позволит организации сократить проценты по банковским кредитам. Финансовый контролер, используя традиционные для него инструменты Activity based costing должен представить топ-менеджменту компании актуальную экономически обоснованную информацию о реальных центрах прибыли в производственных цепочках, источниках «узких мест» и местах возникно-

вления неэффективных расходов в случаях снижения объемов производства (оказания услуг).

Таким образом, в условиях экономического спада возрастает потребность по всем направлениям деятельности финансового контролера. Традиционные инструменты финансового планирования и контроля (бюджетирование, оценка бизнеса и эффективности инвестиций, анализ данных управленческого учета) являются актуальными и находят свое применение в практической деятельности отдельных крупнейших компаний российской экономики и лидеров ее отраслей [3]. Однако число таких компаний до сих пор невелико. В 2016 году ожидается дальнейший рост банкротств, финансовое положение многих компаний остается неустойчивым. Причинами данного явления сегодня являются уже не столько внешние факторы (такие как цены на нефть или санкции, а как следствие макроэкономика), сколько качество управления организацией. Внедрение финансового контроллинга в качестве реально работающего управленческого инструмента сегодня является не столько результатом использования мировой практики менеджмента, сколько залогом успешного развития организации в условиях высококонкурентной среды и отсутствия долгосрочного двузначного роста, к которому привыкли российские предприниматели за последние 15 лет.

Список литературы:

- [1] Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/wps/connect/fb93efc7-d9ad-4f63-8d51-f0958ae58d3e/1.pdf>
- [2] Государственное участие в российской экономике: госкомпании, закупки, приватизация: Бюллетень о развитии конкуренции. – Москва: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, март 2016. – 22 с.
- [3] Салмин П.С. Параметрическое моделирование эффекта финансового рычага / П.С. Салмин, Н.А. Салмина // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 27(378). – С. 27–34.

EFFECTIVE INSTRUMENTS OF FINANCIAL CONTROLLING UNDER THE CONDITIONS OF ECONOMIC RECESSION

I.P. Samoilova

Keywords: financial controlling, economic recession, instruments of financial controlling

The article presents instruments of financial controlling that are required for implementation into management practice of Russian companies in the economic recession.

Статья поступила в редакцию 14.06.2016 г.

Раздел VI

**Экономика, логистика, управление
на транспорте**

Section VI

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

УДК 656.078

Р.Я. Вакуленко, д.э.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
В.Н. Костров, д.э.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
А.А. Никитин, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Д.А. Кориунов, к.э.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА ИННОВАЦИОННОГО РЕГИОНА

Ключевые слова: инновационный регион, стратегия информатизации, когнитивный анализ.

В статье рассматривается задача выбора стратегии информатизации транспортной отрасли (комплекса) инновационного региона. Отмечаются особенности и ограничения решения данной задачи, связанные с ее сложным слабоструктурированным характером, затрудняющим применение стандартных методов экономико-математического моделирования и принятия управленческих решений. Для преодоления этих трудностей авторами предлагается использовать методологию когнитивной поддержки решения задачи.

Современная концепция развития экономики страны ставит фактор информатизации и коммуникационных технологий в число важнейших условий экономического роста как общества в целом, так и отдельных его субъектов (отраслей, комплексов, предприятий), и, в первую очередь, субъектов регионального уровня [1]. В практике функционирования транспорта это положение сталкивается с определенными трудностями в реальных условиях, с учётом существующих возможностей видов транспорта конкретных регионов [2], значительной разницей в их информатизации и уровнях развития соответствующей инфраструктуры. Кроме того, в регионах с развитой инфокоммуникационной инфраструктурой (ИКТИ) нередко отсутствуют навыки ИКТ-менеджмента у руководства предприятий транспорта, неблагоприятная инвестиционная политика отраслевых ведомств и региональных властей в отношении ИКТ-сектора, недостаточная надежность и безопасность ИКТИ транспорта, неблагоприятные естественные условия ведения транспортного бизнеса¹ в регионе, немонотонная динамика макроэкономических процессов в грузообразующих областях реального сектора.

При этом важное практическое значение приобретает задача правильного выбора стратегии информатизации транспортного комплекса, учитывающей сложившиеся условия и реальные возможности предприятий региона в контексте стратегических приоритетов и целей развития экономически региона, с учётом взаимосвязи с отраслевыми задачами (увеличение ВВП, конкурентоспособности национальной экономики, видов транспорта, обеспечение экономической безопасности, качества жизни населения и др.).

Научная поддержка вопроса выбора в столь сложных условиях повсеместно сталкивается с проблемой неопределенности, практически исключающей применимость стандартных методов экономико-математического моделирования и принятия управленческих решений.

¹ Например, в Поволжье в 2015 году судоходство по неблагоприятным путевым условиям на Верхней Волге было ограничено на расстоянии до 500 км.

Новые возможности для решения представленной задачи открывает методология когнитивного моделирования [3], активно применяемая в теории управления сложными слабоструктурированными объектами, что характерно, например, для сети транспортных терминалов и узлов.

Методология когнитивного моделирования основана на моделировании персональных представлений экспертов о сложившейся управляемой ситуации и включает:

- методы когнитивной (познавательного-целевой) структуризации знаний экспертов в рамках конкретной ситуации;
- формализованное представление знаний экспертов в виде когнитивной карты и соответствующие методы анализа когнитивной карты, ориентированные на решение практических задач ситуационного управления.

Когнитивная карта (КК) – это ориентированный граф (F, W) , где F – множество вершин, отражающих существенные (базисные) факторы управляемой ситуации (целевые факторы, управляющие факторы, факторы внешней среды), W – множество дуг, отражающих причинно-следственные (каузальные) отношения между факторами ситуации. Разнообразие когнитивных карт определяется различными способами задания значений факторов и характера межфакторных отношений. По этим признакам определяют [3, с. 50]:

- знаковые когнитивные карты;
- нечеткие когнитивные карты;
- нечеткие когнитивные карты на правилах – RBFCM-карта (Rule Based Fuzzy Cognitive Maps).

Когнитивная карта выступает и как средство структурирования и формализации управляемых ситуаций и как средство их анализа. Различные интерпретации вершин, дуг и межфакторных отношений приводят к различным методам анализа когнитивных карт. В настоящее время базовыми методами анализа являются [3, с. 51–55]:

- методы анализа влияний, направленные на определение знака и силы влияния между любой парой факторов;
- методы прогноза состояния ситуации в режиме саморазвития и в режиме управляемого развития.

В последние годы методология когнитивного моделирования развивается с учетом совершенствования аппарата анализа когнитивных карт [4]. Методы анализа позволяют осуществлять модельные эксперименты над когнитивными картами с целью решения прикладных задач управления, и, в частности, для решения приоритетной задачи сегодняшней управленческой практики – задачи формирования стратегии когнитивного управления. Подробно особенности этой задачи рассматриваются в работе [5] сотрудников Института проблем управления – ведущего НИИ РАН в области когнитивных технологий. В указанной работе данного института предлагается универсальный «метод формирования стратегии управления» слабоструктурированными объектами.

Необходимо отметить, что первоначальные попытки применения методологии когнитивного моделирования в информатизации отраслей экономики регионов выявили ряд ограничений её применения. В частности эти ограничения связаны с тем, что динамика управляемого развития ситуаций в работе [5] моделируется с помощью аппарата линейных динамических систем Ф. Робертса [6]. При этом возможности данного аппарата не позволяют моделировать требуемое многообразие нелинейных (немонотонных) межфакторных отношений, возникающее в реальных проектах информатизации (мультипликативные связи, обратные связи, временное запаздывание, пороговые эффекты и др.).

Это привело к необходимости модификации метода. В частности потребовалось разработать предметно-ориентированную когнитивную карту для задачи выбора стратегии информатизации и аппарат моделирования нелинейной (немонотонной) динамики этой карты.

Идеологическую основу разработанной когнитивной карты стратегии информатизации составила структурная модель EIU¹ [2]. Данная модель содержит:

- эмпирическую зависимость экономического эффекта от использования ИКТ в развитых и развивающихся странах;
- перечень факторов, которые могут способствовать внедрению ИКТ, а кроме того, будут играть решающую роль при ускорении экономического роста и повышении производительности труда;
- немонотонную логику межфакторных отношений, возникающих в процессе «встраивания» ИКТ в экономику транспорта регионов.

С учётом вышеописанного была разработана RBFCM-карта специального вида. При этом, база правил данной карты содержит полный набор межфакторных отношений, определенных моделью EIU. Для описания временных зависимостей между факторами использованы элементы темпоральной логики [7, с. 111].

Кроме того, в рамках аппарата моделирования динамики когнитивной карты был разработан механизм моделирования динамики КК, основанный на элементах нечёткой логики (нечеткого продукционного вывода), а также темпоральной логики. В основу данного механизма легла модель продукционной динамики Г.С. Осипова (Институт программных систем РАН) [8]. Механизм позволяет моделировать динамику стратегий информатизации с учетом таких важных феноменологических особенностей модели EIU, как:

- 1) нелинейный (U-образный) характер зависимости экономического роста элементов транспортного комплекса от индекса развития ИКТ-инфраструктуры ($I_{икт}$) региона;
- 2) наличие «порогового значения» индекса $I_{икт}$, который показывает наличие положительного влияния информационного фактора на экономический рост;
- 3) влияние на темпы экономического роста определённых факторов – «качество бизнес-среды», «уровень ИКТ-менеджмента», «качество ИКТ-инфраструктуры» транспорта региона (установленных «эталонной моделью» инновационной экономики, предложенной Всемирным экономическим форумом в Давосе (2008 г.);
- 4) наличие «периода адаптации» предприятий транспорта региона к воздействию информатизации;
- 5) «временное запаздывание» воздействия факторов, влияющих на эффективное управление – обретение руководством предприятий транспорта региона навыков ИКТ-менеджмента, разработка и внедрение нормативно-правовой базы электронной коммерции, внедрение единых технических стандартов терминальной сетевой инфраструктуры и т.д. [2].

На основе изложенного авторами разработан «демонстрационный прототип» (общепринятый при создании knowledge-based моделей) когнитивного моделирования стратегий информатизации. Проведённая опытная эксплуатация показала, что модель не дает тривиальных или абсурдных результатов, позволяет формировать неочевидные альтернативные стратегии информатизации, которые, как правило, оказывались лучше стратегии информатизации предлагаемых менеджерами ИКТ-проектов. Кроме того, модель позволяет осуществлять дивергентный (многокритериальный, многофакторный, многовариантный, сценарный) анализ обсуждаемых стратегий информатизации, крайне важный в условиях сегодняшней нестабильной экономики.

Пример

В качестве примера приводятся результаты решения демонстрационной задачи выбора СИ.

¹ Модель EIU разработана по результатам обширного обследования в 60 странах, опросах более 100 руководителей компаний из 18 отраслей, подробных интервью с ведущими европейскими политиками, руководителями бизнеса и видными учеными..

1. Основные характеристики КК СИ

Целевой фактор: ВВП региона на душу населения (ВП).

Управляющие факторы (по [2]):

М. Навыки ИКТ-менеджмента на предприятиях транспорта региона.

Н. Эффективность НИР (стимулирование эффективных прикладных НИР, создание НИИ-центров и технопарков в сфере ИКТ).

И. Культура инноваций (государственная поддержка инноваций и предпринимательства в сфере ИКТ, свободный доступ к венчурному (рисковому) капиталу).

Р. Открытые и свободные рынки ИКТ (наличие открытых и конкурентных рынков инфокоммуникаций, либерализация рынков телекоммуникаций, предотвращение образования виртуальных монополий на рынках широкополосного доступа).

Г. Уровень внедрения ИКТ в госорганах региона (е-правительство, е-образование и т.д.).

Б. Надежность ИКТ-инфраструктуры (единые сетевые стандарты, правовая защищенность и техническая безопасность индивидуальных сетевых ресурсов физических и юридических лиц).

Лингвистическая шкала для оценки текущих значений факторов КК и степени взаимовлияния факторов:

0,1 – *низкий*

0,3 – *незначительный*

0,5 – *средний*

0,7 – *достаточно высокий*

0,9 – *высокий*

Исходное состояние ситуации S_0 : М=0,3; Н=0,3; И=0,1; Р=0,3; Г=0,5; Б=0,3; ВП=0,5.

2. *Постановка задачи.* Сценарий: в качестве ведущих управляющих факторов условного региона приняты факторы Б, М, И. Задача поиска оптимальной СИ заключается в нахождении такой последовательности воздействий на управляющие факторы, которая позволила бы увеличить темпы роста «ВВП на душу населения» от *средних* (исходное значение целевого фактора, равное 0,5) до *достаточно высоких* (желаемое значение целевого фактора, равное 0,7).

3. *Результаты моделирования.* Такое управление, полученное в результате решения задачи, представлено на рис. 1.

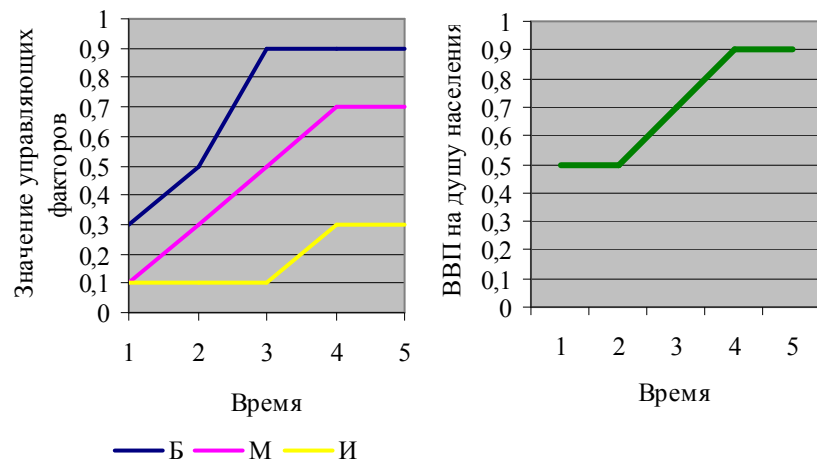


Рис. 1. Динамический сценарный анализ когнитивной карты СИ.
 Управляющие факторы КК: Б – Надежность ИКТ-инфраструктуры,
 М – Навыки ИКТ-менеджмента, И – Культура инноваций

В левой части рис. 1 отражена динамика активности в узлах «Надежность ИКТ-инфраструктуры» (Б), «Навыки ИКТ-менеджмента» (М) и «Культура инноваций» (И), которые последовательно с течением времени улучшаются (активность в этих узлах растет). Результатом такого управления становится увеличение темпов роста «ВВП на душу населения» – от СРЕДНИХ (0,5) до ДОСТАТОЧНО ВЫСОКИХ (0,7) (правая часть рис. 1). Из рисунка видно, что для такого увеличения темпов роста ВВП региона необходимо повышать интенсивность всех трех управляющих факторов, но в разной последовательности и в разной степени. Прежде всего надо значительно увеличивать «Надежность ИКТ-инфраструктуры» (например, за счет внедрения единых стандартов сетевой безопасности, надежных юридических и технических мер защиты интеллектуальной собственности – платежных интернет-систем, электронных удостоверений персоналии (digital identities), электронных контрактов и т.д.). Основные усилия должны быть направлены на опережающий рост этого фактора; темпы его роста должны увеличиваться (до уровня выше 0,9), особенно на конечном этапе имитации.

Другие управляющие факторы по степени их влияния на результат распределяются следующим образом. Вторым по важности является фактор «Навыки ИКТ-менеджмента». В самом начале имитации темп активности этого фактора несколько уступает темпу фактора «Надежность ИКТ-инфраструктуры», но существенно опережает темп фактора «Культура инноваций». Для достижения заданного результата (увеличения темпов роста ВВП) на «Культуру инноваций» нужно обратить внимание только на третьем шаге имитации, когда будет достигнут первоначальный рост ВВП. После четвертого шага имитации требования к активности фактора «Культура инноваций» вновь можно ослабить (после этого момента темпы роста активности факторов «Навыки ИКТ-менеджмента» и «Культура инноваций» уравниваются).

По оценкам Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) сегодня в условиях информационного бума регионы могут инвестировать чрезмерные средства в ИКТ «либо в стремлении компенсировать недостаток квалификации, либо из-за отсутствия четкой рыночной стратегии информатизации» [9]. Поэтому региональные власти и руководители транспортного бизнеса должны в первую очередь сосредоточить своё внимание на правильном и адекватном выборе стратегии информатизации, которая с большой вероятностью даст толчок экономическому росту от фактора информатизации. Вопрос создания инструментов научной поддержки такого выбора и, в частности, инструментов когнитивной поддержки, приобретает в связи с этим особую актуальность.

КМ могут быть использованы при разработке и рабочей корректировке «Концепций», «Приоритетных направлений» и «Программ» развития ТК как на региональном, так и на субрегиональном уровнях.

Список литературы:

- [1] Макаров В.Л., Варшавский А.Е., Сутягин В.С. и др. Инновационный менеджмент в России: вопросы стратегического управления и научно-технологической безопасности. – М.: Наука, 2004. – 880 с.
- [2] Reaping the benefits of ICT: Europe's productivity challenge. 2004. (русс. перев.: «Реализация преимуществ ИКТ и экономический рост в Европе» – информационный документ, подготовленный Economist Intelligence Unit (EIU) – аналитической службой журнала «The Economist», по заказу компании Microsoft) – Режим доступа: <http://www.eiu.com>.
- [3] Труды междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». CASC'2007. – М.: Ин-т проблем управления РАН, 2007. – 247 с. – Режим доступа: <http://www.ipu-conf.ru>, <http://CASC'2007>
- [4] Proceedings of the Intern. Conf. on Cognitive Modelling, ICCM 2004, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, July 30 – August 1, 2004. – 564 p.
- [5] Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. – № 3. – 2007. – С. 2–8.

- [6] Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам / Пер. с англ. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
[7] Поспелов Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика. – М.: Наука. 1986. – 288 с.
[8] Осипов Г.С. Динамика в системах, основанных на знаниях // Известия Академии наук. Теория и системы управления. – 1998. – № 5 – С. 24–28.
[9] Организация Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР). Наука, технологии и промышленность: Перспективы 2008. – Режим доступа: <http://www.oecd.org/html>

THE ANALYSIS OF THE TRANSPORT COMPLEX INFORMATIZATION STRATEGIES IN THE INNOVATIVE REGION

R.J. Vakulenko, V.N. Kostrov, A.A. Nikitin, D.A. Korshunov

Keywords: *innovative region, strategy of informatization, cognitive analysis*

We describe special features and limitations of the problem solutions, caused by its ill structured character limiting the possibilities of traditional economic-mathematical modeling methods usage and managerial decision-making. To overcome these difficulties the authors suggest using the solution cognitive support methodology.

Статья поступила в редакцию 21.07.2016 г.

УДК 656.136

А.Х. Курбанов, доктор экон. наук, профессор ФГКВОУ ВО «ВАМТО»
199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8

Е.О. Колобов, преподаватель Вольского военного института
материального обеспечения
412903, Саратовская область, г. Вольск, ул. Максима Горького, 3.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: *контрейлерные перевозки, автомобильные перевозки, железнодорожные перевозки.*

Выявлены отличительные признаки контрейлерных перевозок. Рассмотрены преимущества и недостатки контрейлерных перевозок с точки зрения потребностей Вооруженных Сил Российской Федерации. Выполнено сравнение контрейлерных перевозок с альтернативными способами организации перевозок. Описаны специфические проблемы применения контрейлерных перевозок в Российской Федерации и предложены пути их устранения.

Необходимость повышения эффективности транспортной отрасли ведет к разработке новых технологических и организационно-экономических методов организации перевозок [2, 11]. К числу таких методов можно отнести контрейлерные перевозки [1, 4, 5, 8, 9]. К сожалению, несмотря на значительный объем имеющейся литературы, пока отсутствует как единое определение контрейлерных перевозок, так и подробное

описание их достоинств и недостатков, что препятствует объективной оценке целесообразности расширения их использования в нашей стране. В данной работе мы попытаемся отчасти ликвидировать этот пробел. С этой целью предлагается выполнить анализ сущности контрейлерных перевозок и описать их преимущества и недостатки с точки зрения возможности их применения для обслуживания транспортных потребностей военной организации.

Под контрейлерными перевозками в литературе понимаются смешанные контейнерные перевозки, совместно осуществляемые железнодорожным и автомобильным транспортом. Особенность их заключается в том, что железнодорожным транспортом перевозится не груз, а непосредственно автомобиль, на котором этот груз размещен. Таким образом, не происходит перегрузки контейнера с автомобиля на платформу в точке отправления поезда, и с платформы на автомобиль в точке прибытия – на платформу непосредственно загружается сам автомобиль (или, в отдельных моделях организации контрейлерных перевозок, прицеп). Наиболее близкой к модели контрейлерных перевозок является модель Ро-Ро (от англ. roll on – roll off – «въезд и выезд своим ходом»), используемая в морском грузовом сообщении (в рамках этой модели происходит не перегрузка контейнера с автомобиля на борт судна, а въезд на борт грузового автомобиля с контейнером своим ходом с последующей его перевозкой до точки прибытия). Это позволяет выявить три отличительных признака контрейлерной перевозки (см. рис. 1).

Контрейлерные перевозки		
Перевозка грузов осуществляется в контейнере	Для перевозки грузов совместно используется автомобильный и железнодорожный транспорт	Перевозка грузов осуществляется без их перегрузки с одного вида транспорта на другой

Рис. 1. Отличительные признаки контрейлерных перевозок

Источник: разработано Колобовым Е.О.

Популярность контрейлерных перевозок объясняется рядом присущих им преимуществ:

- снижение стоимости перевозок по сравнению с исключительно автомобильным транспортом начиная с определенного расстояния. Это имеет большое значение как для самих транспортных компаний, так и для их клиентов, а также для конечных потребителей, поскольку позволяет снизить долю транспортной составляющей в стоимости продукта. В настоящее время, когда имеет место снижение реальной покупательной способности населения, а для успеха предприятия на рынке важно уметь эффективно управлять затратами, контрейлерные перевозки могут оказаться эффективным инструментом снижения транспортных издержек, и выполнят, тем самым, не только экономическую, но и социальную функцию;

- снижение расхода топлива (которое во многом обуславливает эффект снижения стоимости, а также ведет к сокращению вредных выбросов в атмосферу);

- возможность использования преимуществ железнодорожного транспорта (прежде всего – сравнительно низкую стоимость перевозки единицы груза) для доставки в те пункты назначения, непосредственная железнодорожная связь с которыми отсутствует (прохождение «последней мили» обеспечивается автомобильным транспортом). При этом, что очень важно для России, отсутствует необходимость формирования грузового автопарка в таких пунктах назначения, поскольку доставка по «последней миле» будет осуществляться автомобилем, вышедшим из пункта отправления. Это важно по той причине, что в ряде удаленных пунктов назначения (в том числе – в местах размещения гарнизонов ВС РФ) потребность в наличии постоянного грузового автопарка отсутствует, и при традиционной модели смешанного автомобильно-

железнодорожного сообщения (когда в пункте назначения груз перегружается на автомобиль) возникают сложности. Приходится либо все же иметь на месте собственный грузовой автопарк (несмотря на его низкую экономическую эффективность или даже убыточность), либо перегружать его на автомобили малой грузоподъемности, что усложняет процесс получения груза. При контрейлерных перевозках эта проблема, очевидно, отсутствует;

– возможность освободить автомобильные магистрали от большегрузных фур за счет перевода соответствующего грузопотока на железнодорожный транспорт, что позволило бы снизить загруженность автодорог, улучшило бы ситуацию на них, а также способствовало бы уменьшению ущерба, наносимого дорожному полотну большегрузными автомобилями. Отметим, что это преимущество имеет большое значение в нашей стране в условиях введения платы за ущерб, наносимый автомобильным дорогам большегрузными фурами. Отказавшись от перевозок исключительно автомобильных перевозок в пользу контрейлерных, транспортные компании смогли бы сократить свои издержки за счет отсутствия платы за ущерб автомобильным дорогам. Это позволило бы устранить социальную напряженность, возникшую из-за недовольства дальнбойщиков введением такой платы.

Из приведенного выше перечня становится очевидно, что объективно присущие контрейлерным перевозкам преимущества имеют еще большее значение с учетом специфики нашей страны. Этот перечень также показывает, что контрейлерные перевозки частично устраняют, путем сочетания преимуществ автомобильного и железнодорожного транспорта, недостатки, присущие этим видам транспорта.

Дополнительно следует отметить, что использование контрейлерных перевозок позволит наладить автомобильное сообщение с Крымским федеральным округом. Несмотря на то, что проектируемый мост через Керченский пролив предусматривает наличие на нем полос для движения автомобильного транспорта, однако можно предполагать, что уровень их загруженности будет достаточно большим. Кроме того, этот мост сам по себе является достаточно сложным инженерно-технологическим сооружением, и наносить ущерб размещенному на нем автодорожному полотну за счет организации движения по нему большегрузного автомобильного транспорта представляется нецелесообразным. Гораздо разумнее, на наш взгляд, было бы рекомендовать использовать на этом мосту исключительно контрейлерные перевозки (в том числе и путем введения запрета на движение по нему большегрузных фур – такие запреты действуют в других странах и выступают в качестве эффективного стимула для развития контрейлерных перевозок).

Тем не менее, наряду с достоинствами, контрейлерные перевозки обладают и рядом недостатков (см. табл. 1).

Отсутствие законодательного регулирования контрейлерных перевозок (и отсутствие соответствующего понятия в законодательстве нашей страны) не позволяет однозначно определить ответственность заказчика и провайдера транспортных услуг, а также распределить ответственность между различными провайдерами, задействованными в системе контрейлерных перевозок (а именно между автотранспортной компанией и железнодорожным оператором). К сожалению, следует отметить, что в нашей стране инновационный организационный и технологический инструментарий ведения хозяйственной деятельности пока не имеет нормативной базы (что можно увидеть на примере аутсорсинга [3]), что препятствует его применению и ведет к снижению эффективности национальной экономики.

Мы назвали этот недостаток первым, поскольку мы исследуем контрейлерные перевозки с точки зрения потенциала их использования для нужд ВС РФ. Очевидно, что недопустимо применять в сотрудничестве ВС РФ и гражданских операторов те организационные и транспортные технологии, которые не предусмотрены законодательством РФ.

Таблица 1

**Сравнительный анализ контрейлерных, автомобильных, железнодорожных
и смешанных автомобильно-железнодорожных перевозок**

Сравнительный признак	Автомобильные перевозки	Железнодорожные перевозки	Смешанные автомобильно-железнодорожные перевозки	Контрейлерные перевозки
Достоинства	Большая гибкость	Низкая гибкость (необходимо наличие специальной транспортной инфраструктуры)	Сравнительно высокая гибкость; приемлемая стоимость	Высокая гибкость; приемлемая стоимость; нет необходимости в автомобильном транспорте в точке назначения
Недостатки	Высокая стоимость	Низкая стоимость (благодаря эффекту масштаба)	Необходимость наличия специальных терминалов; необходимость наличия в пункте назначения автотранспортных мощностей	Необходимость наличия специальных терминалов; необходимость специальных перевозочных мощностей

Источник: разработано авторами.

Вторая проблема состоит в том, что экономическая эффективность контрейлерных перевозок начинает проявляться только с определенного расстояния, и для принятия решения об их использовании необходимо знать это расстояние (которое, очевидно, будет различаться для разных регионов и для разных типов грузов). При этом очевидно, что контрейлерные перевозки эффективны по сравнению с перевозками исключительно автомобильным транспортом, тогда как железнодорожному транспорту они проигрывают по стоимости. В совокупности это означает, что у контрейлерных перевозок есть своя, четко очерченная сфера применения: перевозки на расстояние не меньше минимального; невозможность использования для перевозки исключительно железнодорожного транспорта.

Третья проблема заключается в необходимости строительства специальных контрейлерных терминалов. Хотя затраты на их строительство ниже, чем на создание автомобильно-железнодорожных терминалов (в частности, из-за отсутствия потребности в погрузочных мощностях), тем не менее, необходимость в специальном оборудовании и сооружениях присутствует. Иными словами, на обычной железнодорожной станции реализовать весь потенциал контрейлерных перевозок затруднительно (хотя и не невозможно, в отличие от смешанных автомобильно-железнодорожных перевозок, которые не могут быть осуществлены без специальных терминалов).

Наконец, четвертая проблема состоит в необходимости специальных перевозочных мощностей. Это означает, что нужны специальные платформы и специальные трейлеры. Фактически благодаря использованию таких перевозочных мощностей снижается потребность в специализированном оборудовании на терминалах.

По нашему мнению, наибольшее значение в современных условиях имеют третья и четвертая проблемы, поскольку они требуют инвестиций в разработку и строительство контрейлерных терминалов и в разработку и производство перевозочных мощностей. Для этого, очевидно, необходимо наличие спроса на контрейлерные перевозки.

К сожалению, специфической проблемой, существующей в нашей стране и препятствующей развитию контрейлерных перевозок, является низкая эффективность железнодорожных операторов [7]. Нередки задержки в отправке грузов, связанные с нехваткой платформ, имеет место длительное время перевозки (из-за низкой средней

скорости движения поездов) и т. д. Эти проблемы привели к обратному по сравнению с развитием контрейлерных перевозок процессу, а именно к уходу перевозчиков с железной дороги – в России ряд грузов, которые в большинстве стран мира традиционно перевозятся железнодорожным транспортом, стал перевозиться автомобилями из-за несоответствия условий работы железных дорог требованиям потребителей. Очевидно, что в этой ситуации обеспечить возврат грузов на железную дорогу будет довольно затруднительно.

Даже наличие государственного заказа на контрейлерные перевозки вряд ли будет способно быстро переломить ситуацию. Для обеспечения эффективного функционирования перевозочных мощностей, созданных под контрейлерные перевозки, транспортным компаниям нужно будет обеспечить приемлемый уровень их загрузки, и велика вероятность того, что государственного заказа для нужд ВС РФ будет недостаточно. При этом низкая эффективность железных дорог не позволит перевести на контрейлерные перевозки тех операторов, которые в настоящее время предпочитают использовать автомобильный транспорт. В этих условиях инвестиции в строительство терминалов и производство необходимого автомобильного и железнодорожного парка будут чрезмерно рискованными.

По нашему мнению, решить эту проблему можно путем создания первичного устойчивого спроса на контрейлерные перевозки за счет государственных усилий. Добиться этого можно двумя способами:

- внедрение контрейлерных перевозок собственными транспортными подразделениями ВС РФ. В этом случае вся необходимая инфраструктура и перевозочные мощности создаются и эксплуатируются ВС РФ, однако допускается их частичное использование гражданскими потребителями. Недостаток этой модели состоит в том, что ВС РФ будут вынуждены создавать избыточные мощности в расчете на то, что они будут использоваться гражданскими заказчиками, однако при этом у ВС РФ нет ни ресурсов, ни стимулов, ни компетенций, необходимых для такого привлечения. В силу этого потенциал контрейлерных перевозок может остаться непонятным для гражданских перевозчиков;

- создание государственно-частного партнерства (ГЧП) в интересах организации контрейлерных перевозок [6, 10]. Частный оператор взял бы на себя инвестиции в строительство инфраструктуры и производство специализированных вагонов, и, возможно, на первых порах заказал бы необходимый автомобильный парк, государство же могло бы гарантировать минимальный объем заказов. При этом РЖД, в свою очередь, могли бы обеспечить высокую эффективность перевозок за счет согласования удобного графика. Частный оператор, очевидно, приложил бы большие усилия для привлечения сторонних заказчиков. Именно поэтому данная модель представляется нам предпочтительной.

Подводя итог, мы можем констатировать следующее:

- в нашей стране существует объективная потребность в развитии контрейлерных перевозок с целью оптимизации структуры рынка транспортных услуг и перевода на железную дорогу отдельных грузов;

- контрейлерные перевозки позволят повысить эффективность транспортного обслуживания ВС РФ благодаря сочетанию преимуществ автомобильного и железнодорожного транспорта;

- развитию контрейлерных перевозок препятствует низкая эффективность работы российских железных дорог;

- устранить существующие проблемы и создать условия для развития контрейлерных перевозок можно при помощи специализированного государственно-частного партнерства.

Список литературы:

- [1] Кириллова А. Г. Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в 192

- мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщениях. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. М.: МАДИ, 2010.
- [2] Котляров И. Д. Управление формированием продуктивных ресурсов предприятия городского автомобильного пассажирского транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2011. – № 3. – С. 239-248.
- [3] Котляров И. Д. Нужен ли отдельный договор аутсорсинга? // Нотариус. – 2014. – № 1. – С. 19-23.
- [4] Кузнецова А. И., Зубец А. Ж. Контейлерные перевозки: новые возможности в современных международных условиях // Транспортное дело России. – 2015. – № 2. – С. 59-61.
- [5] Кузьмин Д. В. Организация региональной сети контейлерных терминалов. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.: МИИТ, 2015.
- [6] Курбанов А. Х., Плотников В. А. Государственно-частное партнерство и аутсорсинг: сравнительный анализ структуры и характера отношений // В мире научных открытий. – 2013. – № 4. – С. 33-47.
- [7] Летухин И. Д. Реформирование железнодорожного транспорта в России: реалии и перспективы развития // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2014. – № 4. – С. 38-44.
- [8] Мануева М. В. Обоснование структуры и параметров длиннобазных вагонов-платформ для перевозки автопоездов и крупнотоннажных контейнеров. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Брянск: БГТУ, 2012.
- [9] Снигур О. В. Параметризация технологии контейлерных перевозок внешнеторговых грузов. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.: МИИТ, 2006.
- [10] Эмиров Н. Д., Степочкина М. Д. Государственно-частное партнерство – эффективный инструмент развития регионов России // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2015. – № 1. – С. 228–232.
- [11] Эмирова А. Е. Инновационные технологии в организационно-экономических механизмах развития транспорта // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2016. – № 1. – С. 137–143.

PROSPECTS OF CONTRAILER TRANSPORT IMPLEMENTATION FOR THE TRANSPOT SERVICE OF THE RUSSIAN FEDERATION ARMED FORCES

A.K. Kurbanov, E.O. Kolobov

Key words: contrailer transportation, automobile transportation, railway transportation

The author describes the distinctive features of contrailer transportation; analyses advantages and disadvantages of contrailer transportation from the point of view of needs of the Russian Federation Armed Forces; compares contrailer transportation and alternative ways of transportation; describes specific problems of contrailer transport implementation in Russia and suggests the ways of their solution.

Статья поступила в редакцию 30.05.2016 г.

УДК 656.621

В.Ю. Корьев, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

МОДЕЛЬ ВЫБОРА НАЗНАЧЕНИЙ СУДАМ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ТАНКЕРНОГО ФЛОТА

Ключевые слова: принятие решений о назначениях судов, оперативное регулирование, оптимизационная модель, выбор назначений, оперативное управление, работа флота.

Статья посвящена вопросам разработки комплексной оптимизационной модели определения назначений судов для танкерного флота. В статье приведены формулы и зависимости, которые являются результатом факторного анализа рейсовых расходов и технологии управления коммерческими аспектами перевозки.

Задача выбора назначений на уровне оперативного регулирования имеет большое значение, так как её решение, в конечном счёте, определяет все итоговые результаты работы флота.

Подобного рода вопросам посвящены работы В.В. Захарова [1, 2], А.Ю. Платова [3–5], Ю.И. Платова [6–8], Е.В. Ширяева [9–11] и др.

Разработанные вышеуказанными авторами модели не учитывают всего спектра условий плавания и параметров рейса, необходимых для принятия решений на уровне регулирования в современных условиях на перевозках грузов в смешанном сообщении «река-море». Поэтому нами предлагается нелинейная имитационная модель оптимизации выбора назначений, которая базируется на технологии расчета экономики рейса, применяемой в действующих судоходных компаниях.

Зададимся условием, что на каждой стадии исполнения принятого решения необходимо осуществлять контроль за соблюдением финансового результата или увеличением его. Для этих целей также необходим факторный анализ взаимосвязей, а модель должна иметь возможность оценки изменённого результата, а также корректировки принятых решений на основании текущей ситуации.

В предложенной модели оценочным показателем, на наш взгляд, должен быть комплексный и в то же время легко определяемый параметр (не требующий привлечения дополнительной информационной базы). На данном этапе мы рассматриваем два варианта:

1) Оперативная прибыль – определим, как разность между фрахтовой выручкой (которую можем получить за исполнение предполагаемых рейсов) и условно постоянными и переменными расходами. Условно постоянные расходы определим, как суточные расходы по каждому судну или типу судна, что позволит рационально оценивать время, которое будет затрачено для выполнения назначенных рейсов или простой судов, не получивших назначения. К переменным рейсовым расходам отнесём те прямые расходы, которые непосредственно зависят от выполняемого рейса и имеют значительный вес в структуре расходов. Такими расходами будем считать расходы на топливо, оплату дисбурсментских счетов и расходы за прохождение участков внутренних водных путей, каналов, проливов, в также дополнительные расходы, которые необходимы для выполнения конкретных рейсов, такие как подготовка танков к перевозке груза, закупка дополнительного оборудования и т.д.

2) Тайм-чартерный эквивалент за вычетом условно-постоянных расходов – наиболее распространённый показатель, используемый при анализе эффективности плановых и исполненных рейсов. Определяется как частное, в числителе которого разница

между фрахтовой выручкой и переменными расходами, а в знаменателе продолжительность рейса.

Эти показатели зависят от ряда взаимосвязанных факторов. Разберем подробнее: одним из важнейших факторов является фрахтовая выручка от перевозки. В случае определения того или иного назначения мы можем знать, какая ставка фрахта будет применяться к данному назначению, но на этом этапе мы можем только примерно предполагать о возможной загрузке судна на данном назначении (разумеется данный момент особенно актуален для случаев, когда дедвейт судна лимитируется осадкой, а загрузка – осадкой и запасами). Но если мы сможем спрогнозировать оптимальную для данного назначения загрузку путем определения оптимальных запасов бункера на лимитирующем по осадке участке прохождения судна в том или ином рейсе, то сможем сэкономить на разности цен топлива или получить дополнительную прибыль за счет оптимизации запасов, тем самым увеличивая количество груза в рамках дедвейта при этой осадке. Необходимо понимать, что в данном случае нам нужно учитывать не только разность цен топлива в возможных пунктах бункеровки, но и момент совершения бункеровки в рейсе (до или после прохождения лимитирующего участка, во время груженого или балластного перехода), а также объемы бункеровок (основываясь на предупреждении наступления момента отсутствия на судне необходимого запаса бункера и учете фактора предпочтений о запасах бункера на момент окончания рейса).

Следующим важным фактором является стоимость заходов в те или иные порты для тех или иных судов, а также стоимости прохождения участков водных путей и стоимость подготовки судов к тем или иным рейсам. Зависимость довольно простая. Для каждого судна изначально задаются текущие параметры описывающие состояние судна (предыдущий груз, запасы, технические проблемы, которые не позволяют применять те или иные назначения и т.д.) и точка дислокации. Исходя из текущей ситуации, определяется перечень возможных назначений и дается стоимостная оценка каждому назначению. Соответственно в случае подтверждения того или иного назначения вышеизложенный стоимостной фактор может решающим образом повлиять на окончательное решение. Опять же, влияние можно оценить только по совокупности факторов, т.к. например готовность судна совершить рейс без замывки может стать решающим аргументом для назначения судна на выполнение рейса, хотя при этом остальные факторы в совокупности могут перевесить по значимости стоимости замывки, и данное решение будет являться не самым эффективным. К тому же просчитать стоимость решения без учета последствий конечно же проще, но суть эффективности может быть существенно искажена.

Следующим фактором, требующим дополнительного анализа, является стоимость бункеровки. Место бункеровки будет зависеть от: стоимости принимаемого бункера; даты бункеровки и прогнозной продолжительности бункеровочной операции в том или ином пункте; оптимального количества бункера, исходя из предпочтений по запасам на всех этапах рейса (наличия необходимого запаса для совершения рейса, наличие необходимого запаса для предупреждения момента, когда бункера будет недостаточно для продолжения рейса, наличия необходимого запаса, исходя из предпочтений о количестве бункера на борту на момент завершения рейса, оптимизации запаса бункера, исходя из максимизации загрузки на заданную осадку на участке прохождения судна); понесенных затрат на топливо, исходя из технологии списания стоимости бункера в рейсе (по принципу: первым расходуется ранее купленное).

Последним фактором является условно постоянные расходы, приведенные из бюджетных значений линейным способом к суточным расходам по типу судна. Если данный показатель умножить на количество суток в рейсе, то получим еще одну дополнительную оценку влияния продолжительностей рейсов на результат оптимизации, что, как следствие, приведет к формированию более адекватной модели оптимизации. Разумеется, для оценки влияния этого показателя при решении задачи на мак-

симум тайм-чартерного эквивалента, необходимо его вычитать из значения тайм-чартерного эквивалента непосредственно.

Для адекватного решения задачи выбора назначений судам необходимо учитывать эти факторы в математической модели.

Функцией цели модели принимаем либо оперативную прибыль (формула 1), либо тайм-чартерный эквивалент (формула 2) за вычетом условно постоянных расходов. Обе функции цели будут являться нелинейными и зависеть от двух типов переменных X (назначение на рейс) и Y (назначение на бункеровку).

Целевые функции выражаются следующими формулами:

$$\sum_{i \in I} X_{ijk} \cdot Qe_{ijk} \cdot Fr_{jk} - \left(\sum_{i \in I} X_{ijk} \cdot (E_{ijk}^{DA} + E_{ijk}^F + E_{ijk}^W) + \sum_{i \in I} X_{ijk} \cdot (t_{ijk}^{voy} \cdot \overline{EX}_j) \right) \rightarrow \text{Max}; \quad (1)$$

$$\frac{\sum_{i \in I} X_{ijk} \cdot Qe_{ijk} \cdot Fr_{jk} - \sum_{i \in I} X_{ijk} \cdot (E_{ijk}^{DA} + E_{ijk}^F + E_{ijk}^W)}{t_{ijk}^{voy}} - \overline{EX}_j \rightarrow \text{Max}; \quad (2)$$

где: I – индекс судна;

J – индекс типа судна;

k – индекс рейса судна;

X_{ijk} – переменная назначения судна на рейс;

Qe_{ijk} – загрузка судна в рейсе, тонн;

Fr_{jk} – ставка фрахта за перевозку, у.е./тонн;

E_{ijk}^{DA} – затраты на портовые и путевые сборы, у.е.;

E_{ijk}^F – затраты на топливо, у.е.;

E_{ijk}^W – затраты на подготовку танков к погрузке текущего груза, у.е.;

t_{ijk}^{voy} – продолжительность рейсообразота, сут;

$\overline{EX}_j$ – условно постоянные затраты, у.е./сут.

Загрузка судна в каждом конкретном случае будет зависеть от допустимого дедвейта этого судна на заданную осадку при прохождении лимитирующего участка, а также рассчитанных запасов бункера на момент прохождения этого участка:

$$Qe_{ijk} = f(DW_{jk}, R_{jk}^{lim}); \quad (3)$$

где DW – допустимый дедвейт судна, тонн;

R – запасы бункера, тонн;

D_{jk}^{lim} – момент времени прибытия на лимитирующий по осадке участок в k -м рейсе, сут.

Загрузка судна должна быть больше или равна минимальной контрактной загрузке для данного типа судна на данной линии, иначе контрактные обязательства будут нарушены:

$$\sum_{i \in I} Qe_{ijk} \cdot X_{ijk} \geq Qmin_{jk}, \quad k = \overline{1, K}; \quad (4)$$

где Q_{minjk} – минимально допустимая по условиям чартера загрузка судна, тонн.

Расходы на подготовку танков являются функцией от выбранного назначения и зависят от предыдущего груза и нюансов конкретного типа подготовки:

$$E_{ijk}^W = f(X_{ijk}); \quad (5)$$

где E_{ijk}^W – затраты на подготовку танков, у.е.

Процесс подготовки танков занимает определенное время, и данный фактор также сказывается на увеличении продолжительности рейса и, как следствие, на снижении общей эффективности перевозок.

Портовые сборы и сборы за прохождение водных путей являются функцией от выбранного рейса и типа судна, назначенного на данный рейс:

$$E_{ijk}^{PA} = f(X_{ijk}). \quad (6)$$

где E_{ijk}^{PA} – затраты на оплату портовых сборов и сборов за прохождение участков водных путей, у.е.

Затраты на бункеровку топливом являются функцией от всего комплекса переменных:

$$E_{ijk}^F = f(X_{ijk}; Y_{ijkc}; Y_{ijkn}; Fc_{ijk}^A; B_{ijkfc}^b; B_{ijkn}^b); \quad (7)$$

где E_{ijk}^F – затраты на топливо, у.е.;

c – индекс текущего рейса;

n – индекс последующего рейса (после погрузки);

B_{ijkc}^b и B_{ijkn}^b – признак возможной бункеровки;

Fc_{ijk}^A – нормативный расход топлива за рейс, тонн.

Бункеровка также занимает определенное время, и данный фактор также сказывается на увеличении продолжительности рейса и, как следствие, на снижении общей эффективности.

Постоянные затраты по судну в сутки эксплуатации так же будут зависеть от конкретных назначений конкретных типов судов, а продолжительность задействования судов или незадействования на данных линиях будет влиять на финансовый результат в целом:

$$\overline{EX}_j = f(X_{ijk}; t_{ijk}^{xy}); \quad (8)$$

где $\overline{EX}_j$ – условно постоянные приведенные затраты по типу судна в сутки эксплуатации.

Из всего перечня заявленных рейсов необходимо определить возможные назначения, т.е. количество назначений на каждый конкретный рейс не должно превышать одного назначения. Другими словами судно может быть назначено только на 1 рейс, но назначение все же должно обязательно состояться:

$$\sum_{i \in I} B_{ijk}^y \cdot X_{ijk} = 1, \quad k = \overline{1, K}; \quad (9)$$

где B_{ijk}^y – признак возможного назначения на рейс.

Принцип освоения рейсов определим, как освоение минимально необходимого объема перевозки на каждом конкретном назначении по каждому подходящему судну:

$$\sum_{i \in I} Q_{min_{ijk}} \cdot X_{ijk} = Q_{min_{jk}}, \quad k = \overline{1, K}. \quad (10)$$

В дальнейшем загрузку будем определять индивидуально, исходя из допустимого дедефта на лимитирующем участке. Соответственно конечная загрузка станет базой для расчета получаемого фрахта при определении функции цели в каждом конкретном случае назначений.

Следует отметить, что все переменные должны быть бинарными:

1 – если назначение состоялось;

0 – если назначение не состоялось.

$$X_{ijk} \in \{0, 1\}; Y_{ijkc} \in \{0, 1\}; Y_{ijkn} \in \{0, 1\}. \quad (11)$$

Отдельно выделим, что необходимо обеспечить прибытие в заявленные фрахтователем временные окна, в которые судно ожидается для погрузки:

$$\begin{aligned} D_k^{lay} < D_k^{fan} < D_{ijk}^{LP} &\Rightarrow B_{ijk}^{L/C} = 0; \\ D_{ijk}^{LP} < D_k^{lay} < D_k^{fan} &\Rightarrow B_{ijk}^{L/C} = 1; \\ D_k^{lay} < D_{ijk}^{LP} < D_k^{fan} &\Rightarrow B_{ijk}^{L/C} = 2; \end{aligned} \quad (12)$$

где D_k^{lay} – момент времени начала временного окна, сут;

D_k^{fan} – момент времени закрытия временного окна, сут;

D_{ijk}^{LP} – момент времени прибытия судна в порт (в порт погрузки), сут;

$B_{ijk}^{L/C}$ – индекс попадания судна во временное окно.

В случае прибытия в порт погрузки ранее заявленного временного окна, индекс попадания судна в временное окно приравнивается 1, в случае прибытия между датами временного окна – 2, в случае опоздания – 0.

Таким образом, индекс попадания судна во временное окно должен быть больше или равен единице:

$$B_{ijk}^{L/C} \geq 1. \quad (13)$$

Причем, если индекс попадания судна во временное окно равен единице, то ожидание в порту погрузки является риском судовладельца и удлиняет продолжительность рейса, тем самым снижая финансовый результат рейса и негативно влияя на эффективность назначения.

$$\text{Если } B_{ijk}^{L/C} = 1, \quad \text{то } t_{ijk}^{wl/c} = \frac{D_k^{lay} - D_{ijk}^{LP}}{24}; \quad (14)$$

где $t_{ijk}^{wl/c}$ – продолжительность ожидания судном начала временного окна.

Нормативный расход на перспективный рейс определяется как функция от составляющих продолжительности рейса и норм расхода топлива:

$$F_{ijk}^N = f(t_{ijk}^{voy}; R_{ijk}); \quad (15)$$

где R_{ijk} – норма расхода топлива, тонн/сут.

Далее, исходя из физических запасов топлива на борту и предпочтительных запасов топлива на конец рейса, определяем количество топлива, подлежащее бункеровке:

$$Fv_{ijk} = f(R_{ij}^B; R_{ij}^D; F_{ijk}^N; Y_{ijk}; Y_{ikn}); \quad (16)$$

где R_{ij}^B – запасы бункера на момент окончания рейса, тонн; R_{ij}^D – запасы бункера на момент начала рейса, тонн.

Запасы бункера на момент прибытия в пункт погрузки определяются как функция от прогнозного времени перехода и норматива расхода топлива, необходимого для перехода:

$$R_{ijk}^{DLP} = f(t_{ijk}^{voy}; Fv_{ijk}^{DLP}; Y_{ijk}; Y_{ikn}); \quad (17)$$

где признак D_{ijk}^{LP} – это момент времени прибытия в порт погрузки.

Далее, разница запасов между моментом начала рейса и моментом прибытия под погрузку сравнивается с необходимым аварийным запасом, который должен быть на борту в любом случае.

Отметим, что все перечисленные формулы, в которых фигурирует обозначение " t_{ijk}^{voy} " являются простыми, но довольно громоздкими и потому здесь не приводятся.

В представленной выше постановке задача выбора назначений приобретает комплексный характер и становится более приближенной к реальным условиям управления работой флота в крупных судоходных компаниях. Данная модель реализована на базе табличного процессора Microsoft Excel в виде комплексной имитационной модели, которая позволяет перебирать и оценивать варианты решения в диалоговом режиме. При этом следует отметить, что найти оптимальный вариант решения простым перебором значений не представляется возможным, т.к. количество переменных поставленной задачи превышает значение 300 из чего следует, что количество вариантов для перебора бинарной задачи более чем 2^{300} .

Адекватность модели проверена на базе расчетов экономики рейсов судов судоходной компании ООО «В.Ф. Танкер». Модель с достаточной степенью точности оценивает эффективность использования судна на том или ином рейсе с детальной разбивкой на управляемые параметры рейса, через которые есть возможность вносить коррективы с целью более эффективного использования флота в процессе управления и контроля за выполнением рейса.

Список литературы:

- [1]. Захаров, В.Н. Научные основы оперативного управления работой флота: автореф. ... док. техн. наук: 05.22.19 / Захаров Василий Николаевич. – М., 1983. – 50 с.
- [2]. Захаров, В.Н. Ситуационное моделирование и методология декадного планирования работы флота / В.Н. Захаров // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1980. – Вып. 173, ч. 1. – С. 3–48.
- [3]. Платов А.Ю. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота в современных условиях : монография / Платов А.Ю. – Н.Новгород : Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009. – 155 с.

- [4]. Платов А.Ю. Эффективность оптимизирующих методов при оперативном планировании работы флота / Платов А.Ю., Платов Ю.И. // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 37. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013. – 109 с.
- [5]. Платов А.Ю. Использование имитационного моделирования в системах поддержки принятия решений на речном транспорте / Платов А.Ю. // Речной транспорт (XXI век). – 2008. – № 6. – С. 80–82.
- [6]. Платов, Ю.И. Один из вариантов математической модели регулирования работы флота / Ю.И. Платов // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1982. – Вып. 190. – С. 18–27.
- [7]. Платов, Ю.И. Алгоритм выбора назначений судам при оперативном регулировании работы флота / Ю.И. Платов // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1983. – Вып. 195. – С. 3–10.
- [8]. Платов, Ю.И. Оперативное управление работой речного нефтеналивного флота: автореф. док. техн. наук: 05.22.19 / Ю.И. Платов. – Н.Новгород, 1998. – 48 с.
- [9]. Ширяев, Е.В. Автоматизированные системы управления на водном транспорте / Е.В. Ширяев. – М.: Изд-во «Альтаир» МГАВТ, 2006. – 271 с.
- [10]. Ширяев, Е.В. К вопросу разработки алгоритма расчёта декадного плана работы флота / Е.В. Ширяев // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1967. – Вып. 84. – С. 22–32.
- [11]. Ширяев, Е.В. К проблеме автоматизации оперативного управления работой флота / Е.В. Ширяев // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1970. – Вып. 117. – С. 3–13.

THE MODEL OF SHIP'S DESTINATIONS SELECTION UNDER OPERATIVE REGULATION FOR TANKER FLEET

V.J. Koryev

Keywords: making decisions regarding ship destinations, operative regulation, optimization model, selection of destinations, operative management of fleet work.

The article is devoted to the development of an optimization model of selecting ship destinations for tanker fleet. The article provides formulas and dependencies used in the model (that are the result of the voyage expenses factor analysis) and managerial technologies of transportation commercial aspects.

Статья поступила в редакцию 11.11.2016 г.

УДК 338.49

Т.Х. Курбанов, к.э.н., докторант ФГКВБОУ ВО «ВАМТО»
199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ЛОГИСТИКИ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ В ВОЕННОЙ СФЕРЕ (НА ПРИМЕРЕ РАЗВИТИЯ СКЛАДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ)

Ключевые слова: военные потребители, военно-экономическая складская логистика, интеграция, логистика, склад, эволюция.

В статье рассматриваются этапы развития теории логистики, приводится периодизация становления концепции управления системами снабжения организаций от простейших форм и методов управления предприятием к современным способам логистического обеспечения, учитывающих новейшие теоретические разработки. Максимальный акцент при этом сделан на использование методов, средств и технологий логистики в интересах военной организации государства.

Ключевые показатели надежности и эффективности обеспечения Вооружённых сил всеми необходимыми материальными средствами находятся в прямой зависимости от степени использования современных методов и технологий логистики. Постоянно меняющиеся условия, являющиеся в военно-экономической сфере зачастую непредсказуемыми, требуют от специалистов разработки нетривиальных и обоснованных решений, позволяющих внести необходимые корректировки в работу военной логистической системы. Наибольший интерес вызывает складская логистика военной организации. Это связано с целым комплексом существующих проблем, обусловленных её функционированием [1].

Складская военно-экономическая логистика является частным случаем складской логистики и её теоретико-методологическую базу составляет общая теория логистики. В связи с этим представляется целесообразным рассмотрение поэтапного формирования теории и практики общей логистики (табл. 1, рис. 1) [2–5].

Первый этап (до 1950 г.) характеризуется разрозненностью логистических функций (видов деятельности). В логистическом подходе не было существенной потребности (спрос значительно превышал предложение). Не существовало и возможности её применения (состояние инфраструктуры и развитие технологий). Какие-либо интеграционные идеи на данном этапе отсутствовали. В это время в роли основной концепции управления выступает менеджмент. Внешняя среда предприятия характеризовалась как стабильная (по шкале И. Ансоффа нестабильность не превышала 1 балла), то есть перспективы развития были предсказуемы по аналогии с прошлым опытом, реакция организации превышает скорость изменений условий. Этот этап относят также к эпохе массового производства, в течение которого основной задачей предприятий было усовершенствование механизма производства. Выпуск однотипной продукции крупными партиями позволял значительно снизить себестоимость производства. Другие сферы хозяйствования оставались без внимания со стороны специалистов в связи с тем, что требовали больших усилий, давая меньший эффект. Лишь насыщение рынка, начавшееся в 1930 г., актуализировало задачи по поиску путей снижения суммарных производственно-распределительных затрат за счёт эффективной организации товародвижения.

Второй этап (1950–2000 гг.) характеризуется поиском новых путей снижения затрат и повышения конкурентоспособности организации. На данном этапе происходит частичная интеграция логистических функций, а в качестве концепции управления на смену менеджменту приходит маркетинг. Повышенные расходы на дистрибуцию (за счёт снижения производственных затрат), присущие начальному периоду данного этапа, становятся проблемой, требующей скорейшего разрешения. Для стратегического планирования повсеместно начинает применяться SWOT-анализ, подразумевающий выявление сильных и слабых сторон организации, а также определение возможностей и вероятностных угроз. Происходит постепенная апробация логистических концепций. Практический опыт применения логистики в военной сфере, полученный в течение данного периода времени, также оказал существенное положительное влияние на развитие общей теории логистики. Чёткая организация взаимодействия оборонно-промышленного комплекса (ОПК), транспортной и снабжающей систем позволила организовать устойчивое снабжение военных потребителей необходимыми материальными ценностями.

На третьем этапе (начиная с 2000 г.) потребность в полной интеграции логистических процессов перерастает в необходимость [6]. Данный этап характерен интеграцией всех логистических процессов в единую логистическую цепь. Неэффективные логистические расходы снижены до минимума.

Таблица 1

Поэтапное формирование складской военной логистики

Этап развития общей теории и практики логистики	Описание этапа	Модель функционирования военной складской логистики
Первый этап – этап низкого уровня интеграции логистических функций	Наблюдается разобщённость логистических функций. Складу, как элементу материало-проводящей (логистической) системы, придаётся несущественное значение. Для хранения зачастую используются подсобные помещения, обеспечивающие минимальные условия для хранения запасов	В интересах военной организации используются как приспособленные здания, так и специально построенные склады для хранения запасов, требующих строгого соблюдения правил хранения (оружие и боеприпасы, продовольствие и др.). В 50-х гг. XX века создается новая система стационарных объектов хранения запасов, отвечающая потребностям армии в течение 30–40 лет [7]
Второй этап – этап среднего уровня интеграции логистических функций	Постепенная интеграция логистических функций подразумевающая совместное планирование деятельности всех участников логистической материало-проводящей цепи. Транспорт и склад работают по единому графику, по единой технологии, на единый результат, что даёт существенный экономический эффект	Армейские складские комплексы в течение данного периода подверглись серьезному физическому и моральному износу. Проводится поиск путей, направленных на совершенствование системы стационарных объектов хранения. В качестве варианта рассматривается вопрос передачи логистических функций коммерческим организациям. Некоторые обеспечивающие функции передаются на аутсорсинг
Третий этап – этап высокого уровня интеграции логистических функций	Современные коммуникационные технологии позволяют обеспечивать быстрое продвижения логистических потоков с минимальными затратами	Характеризуется реформированием системы стационарных объектов хранения. Используется положительный опыт коммерческих складов (бенчмаркинг). Рассматривается вопрос возможности государственно-частного партнерства в области содержания армейских запасов [8, 9]

Источник: разработано автором.

Внешняя среда характеризуется как нестабильная (по шкале И. Ансоффа от 1 до 5 нестабильность оценивается в 5 баллов). Изменения происходят внезапно, предугадать развитие событий крайне сложно. Однако при условии своевременного и адекватного реагирования на поведение внешней среды, высокая динамика признается скорее положительным, чем отрицательным фактором развития организации. Влияние внешних факторов обуславливает потребность непрерывного совершенствования организации.

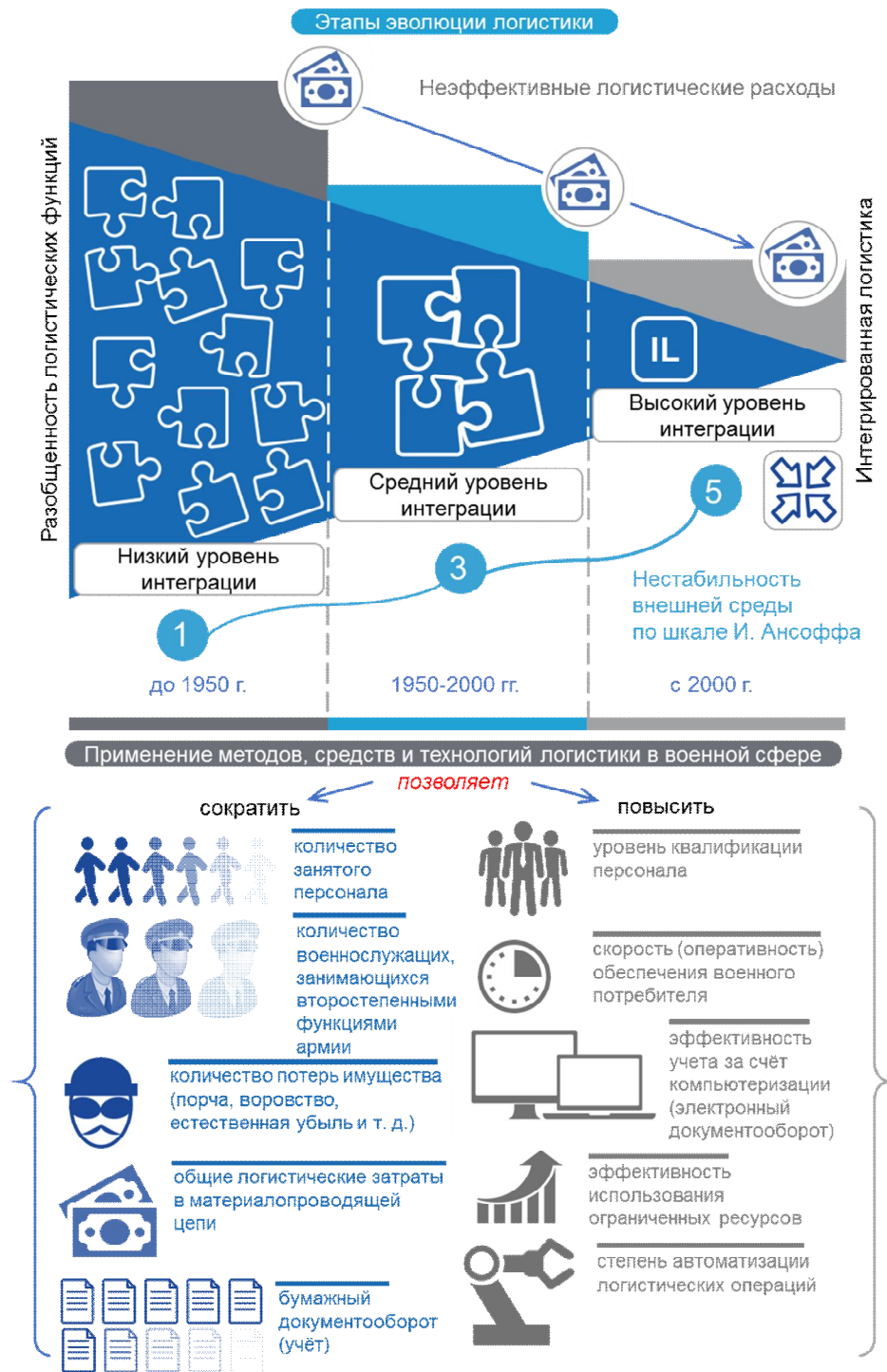


Рис. 1. Взаимосвязь этапов эволюции логистики и развития логистики в военной сфере

Источник: разработано автором с использованием результатов исследований А.В. Бабенкова [10], В. В. Дыбской [11], данных собственных исследований [12].

При рассмотрении периодизации (исторического развития) теории и практики логистики особое место занимает определение основных факторов (табл. 2), оказавших непосредственное влияние на развитие теории и практики логистики.

Таблица 2

Классификация факторов развития логистики

Группа	Фактор	Содержание	Результат воздействия
Глобализация экономики [13]	Развитие системы рыночных отношений	Многие крупные организации начинают вести бизнес как на территории всей страны, так и за её пределами	Логистика позволяет соответствующим специалистам правильно организовать процессы доставки, хранения и сбыта. Территориальный фактор удалённости потребителей и производителей хоть и играет огромную роль [14], но теперь становится разрешимой проблемой
	Унификация правил и норм внешнеэкономической деятельности, стандартизация параметров технических средств	Унификация и стандартизация упростила взаимодействие участников мировых рынков торговли. Облегчены таможенные процедуры. Предоставляются транспортные коридоры. Создаются международные распределительные центры, внедряются новые технологии организации перевозок и обработки информации	Данные меры оказали благоприятное влияние на развитие логистики, во многом упростив деятельность участников логистической цепи
	Развитие международной конкуренции и торговли	Конкуренция послужила толчком специалистам уделять большее внимание процессу дистрибуции и организации взаимодействия с поставщиками. Крупных капиталовложений не требовалось, однако наблюдалась высокая эффективность инвестиций денежных средств в сферу распределения	Повышение расходов на дистрибуцию привело к тому, что эффективность организации стала зависеть не столько от величины капитальных вложений, сколько от эффективной организации логистики
Научно-технический прогресс (НТП)	НТП в области создания гибких производственных систем	Автоматизированное (роботизированное) производство, пришедшее на смену традиционным конвейерам, позволяющим организацию эффективного производства лишь крупными партиями, позволило создать гибкие производственные системы с возможностью гибкого выпуска малых партий товара [15]. Стала возможной перенастройка оборудования в случае такой необходимости, отпала необходимость в больших складских емкостях, однако требования к выполнению сроков перевозок ужесточились	Данный фактор позволил сосредоточиться на решении проблемы организации логистического процесса

Группа	Фактор	Содержание	Результат воздействия
	НТП в области средств связи и информации	Компьютеризация логистических процессов: созданы и внедрены в массовое использование компьютеры и специальные программные продукты	Внедрение компьютеров и специального программного обеспечения значительно улучшило логистическую систему, предоставив практически неограниченные возможности в планировании деятельности и управлении логистическими процессами
Отношение потребителей к качеству	Повышение требований к качеству продукции и сопутствующих услуг	Связано с ужесточившейся конкуренцией на рынке и появляющимися возможностями	Постоянное улучшение качества товара и сопутствующих услуг
	Повышение требований к качеству процессов распределения	Своевременность и скорость доставки товара при возникновении потребности играют важную роль при выборе варианта	Развитие теории оптимального размещения складов, оптимальных размеров поставок и т. д.
Развитие теории и практики применения логистики	Разработка теории систем и теории компромиссов	Теория систем позволила рассматривать проблему движения товаров как комплексную, а теория компромиссов позволила выбирать решения, сокращающие общие суммарные издержки или повышающие суммарную прибыль	Обе теории позволили рассматривать системно логистический цикл товара. При этом оценка выбранного решения производится комплексно. В случае ущерба для одного или нескольких участников они идут на компромисс ради общей цели
	Практический опыт применения логистических подходов в военной сфере	Слаженная работа производства, транспорта и склада позволила обеспечить военных потребителей во время военных действий	Повышение эффективности работы логистической системы экономического сектора за счёт применения военного опыта
Нестабильность внешней среды	Мировой энергетический кризис	Значительное повышение цен на энергоресурсы вынудило специалистов заняться поиском новых методов повышения экономичности. Традиционный подход, подразумевающий лишь рациональную организацию транспорта без взаимосвязи с деятельностью складского хозяйства перестал удовлетворять в условиях кризиса	Согласованность действий всех участников логистического процесса позволила достичь наибольшей степени решения данной задачи
Рост экономической мощи стран и развитие логистической инфраструктуры	Рост экономической мощи стран	Экономическое благосостояние благоприятно сказывается на уровне потребления	Появляются более широкие возможности по организации товародвижения
	Развитие логистической инфраструктуры	Более совершенная инфраструктура позволяет организовать более совершенную логистику	Железнодорожные и водные пути, автомобильные дороги, логистические комплексы и другие специализированные сооружения интегрируются в технологический комплекс,

Группа	Фактор	Содержание	Результат воздействия
			обеспечивающий движение товаров и оказание сопутствующих логистических услуг [16, 17]

Источник: разработано автором.

Таким образом, совокупность факторов развития логистики существенно повысила и роль её применения современными организациями. Ни одно современное предприятие в настоящее время не может обойтись без использования в своей деятельности принципов и инструментов управления логистики. Однако применение логистики в различных отраслях экономики требует дифференцированного подхода. Вместе с тем для всех предприятий немаловажное значение имеет складская логистика, которая помогает найти современные решения в организации складского хозяйства и в управлении в нём логистическими процессами.

Основными задачами складской логистики являются (рис. 2): формирование складской сети (этап макропроектирования, на котором происходит выбор стратегии складирования запасов на складах, определяется рациональное количество и размещение складов), разработка складского хозяйства (этап микропроектирования, на котором происходит создание склада и всей необходимой вспомогательной инфраструктуры, в процессе чего выбирается рациональный вид склада, необходимая мощность склада с учётом дальнейших перспектив, происходит выбор оптимальной системы складирования) и управление логистическими процессами на складе (рациональная грузопереработка путём координации действий со смежными службами) [18].



Рис. 2. Основные задачи складской логистики

Источник: разработано автором.

Особенностью функционирования военной организации государства как в мирное, так и в военное время является высокая степень автономности действий. Это достигается наличием соответствующего количества запасов на всех участках цепочки

снабжения в количестве, необходимом для решения поставленных задач. Следовательно, если и существуют крупные предприятия, которые способны организовать цепь поставок без участия склада, то военная организация к ним не относится.

Научно обоснованное планирование системы складской логистики в интересах военной организации позволит специалистам принять оптимальное решение основываясь на основе критериев выбора оптимального варианта построения логистической системы (табл. 3). Следует отметить, что при наличии более одного критерия выбора для каждого критерия необходимо определить вес (важность), а само принятие решения происходит путем сверстки частных критериев (различные процедуры сверстки описаны в работе [19]).

Таблица 3

Классификация критериев выбора оптимального логистического решения

Критерий	Описание	Условия достижения
Минимальная стоимость	Выполнение логистических операций с минимально возможными издержками при прочих равных условиях	Эффективное планирование (любое отклонение от плана является причиной реальных дополнительных расходов);
Максимальное качество	Удовлетворение военного потребителя через качество товара и сопутствующего сервиса. Способность организации устойчивого снабжения материальными ценностями и многие другие качественные показатели	применение современных технологий; сокращение доли ручного труда, автоматизация (роботизация) производственных процессов; максимально возможное безопасное уменьшение объемов хранимых запасов;
Максимальная скорость	Минимально возможное время от получения заказа до его полного исполнения	постоянное повышение квалификации персонала и др.

Источник: разработано автором на основе собственных исследований и исследований В.В. Бородина [20].

С учетом изложенного, можно совершенно справедливо утверждать, что в современных условиях военно-экономическая складская логистика позволяет решить комплекс задач [21]:

- обеспечение приёма, хранения и выдачи материальных ценностей;
- выравнивание колебаний производственных процессов;
- обеспечение ритмичности в организации совместной работы и взаимодействия различных участников логистической цепи;
- снижение потребности в персонале, технике, складских площадях, запасах и т. д. за счёт рационального построения складского хозяйства;
- сглаживание колебаний между поставками материальных ценностей военным потребителям;
- накопление запасов материальных средств, предназначенных для военных потребителей и организация их распределения в соответствии с потребностями;
- рациональное использование складского хозяйства, обслуживающего интересы военной организации;
- разумное использование транспорта (исключение случаев простоев, недозагруженности и использование неэффективных видов перевозок и средств транспортирования).

Применение методов, средств и технологий логистики на практике в военной сфере при организации складской сети позволяет [22, 23]:

- значительно снизить общие затраты, возникающие в материалопроводящей цепи;

- сократить количество военнослужащих, занимающихся второстепенными функциями;
- минимизировать количество потерь имущества (по причинам порчи, воровства, естественной убыли и др.);
- повысить эффективность работы за счёт перехода от бумажного к электронному документообороту;
- более эффективно использовать имеющиеся ограниченные ресурсы;
- существенно улучшить показатели скорости (оперативности) и надёжности обеспечения.

Таким образом, накопленные знания и опыт в области логистики, при должном научно-методическом сопровождении позволят значительно повысить эффективность работы логистической системы, действующей в интересах военной организации государства.

Выводы:

1) описаны особенности функционирования военно-складской инфраструктуры на разных этапах развития логистики. Показано, что складская военная логистика формируется под влиянием развития теории и практики общей логистики. На современном этапе развития складской военной логистики рассматривается вопрос передачи второстепенных функций по содержанию запасов в интересах военной организации коммерческим организациям на основе государственно-частного партнёрства;

2) выявлена совокупность факторов развития военно-складской логистики, которые позволяют утверждать, что значимость складской логистики для обеспечения эффективности функционирования военной организации непрерывно растет. Это, в свою очередь, ставит вопрос о поиске, разработке и совершенствовании инструментов военно-складской логистики. Одним из источников таких инструментов (как технологических, так и организационных) может быть гражданская логистика, опыт которой может осваиваться военной организацией при помощи бенчмаркинга;

3) предложена классификация критериев принятия оптимального логистического решения в сфере складской инфраструктуры и сформулированы рекомендации по обеспечению требуемых значений этих критериев. Подразумевается, что система складской логистики военной организации должна быть выстроена таким образом, что обеспечение военных потребителей будет осуществляться с максимальной скоростью и качественно по наиболее выгодному варианту.

Список литературы:

- [1] Плотников В.А. Методологические основы логистики // Вестник Московского института государственного управления и права. – 2015. – № 11. – С. 115–117.
- [2] Александрова О.А. Егоров Ю.Н. Эволюция и тенденции развития Российской логистики // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Социально-экономические науки. – 2014. – № 52. – С. 39–41.
- [3] Военная логистика: история, методология, современное состояние и перспективы развития: Коллективная монография / Под ред. Курбанова А.Х. – СПб.: ООО «Копи-Р Групп», 2014. – 284 с.
- [4] Ковалёв Г.А. К вопросу развития методологических основ логистики // Science Time. – 2014. – № 6. С. 82–87.
- [5] Рыкалина О.В. Теоретико-методологические основы логистики инноваций // Логистика. – 2011. – № 1 (54). – С. 39–41.
- [6] Дмитриев А.В. Методологические основы управления логистикой транспортно-складских центров // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2012. – № 6. – С. 76–81.
- [7] Воронков А.Н. Инновации в военно-экономической логистике: Монография. – Н. Новгород: Гладкова О.В., 2009. – 202 с.
- [8] Серба В.Я., Курбанов А.Х., Клюкин Е.В. Специфика применения бенчмаркинга в военной организации // Наука Красноярья. – 2016. – № 3 (36). – С. 183–204.

- [9] Крекотнев Р.Н., Курбанов А.Х., Пахомов В.И. Риски государственно-частного партнёрства при реализации проектов строительства объектов военной инфраструктуры // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2. – С. 256–266.
- [10] Бабенков А.В. Методологические аспекты экономической эффективности логистических процессов в системе материально-технического обеспечения // Вооружение и экономика. – 2015. – № 3 (32). – С. 90–97.
- [11] Дыбская В.В. Логистический подход к управлению складами // Прикладная логистика. – 2007. – № 8. – С. 50–52.
- [12] Курбанов Т.Х. Трансформация складских логистических систем (на примере Вооружённых сил) // Наука Красноярья. – Красноярск: Научно-инновационный Центр. – 2016 – № 2 (25). – С. 226–244.
- [13] Федотенков Д.Г. Основные факторы развития логистики в условиях глобализации экономики // Актуальные вопросы экономических наук. – 2014. – № 40. – С. 74–81.
- [14] Бугорский В.Н. Особенности использования преимуществ электронной коммерции // Интернет-маркетинг. – М.: Издательский дом «Гребеншиков» – 2013. – № 4. – С. 242–247.
- [15] Котляров И.Д. Автоматизация и самообслуживание в сфере услуг: попытка анализа // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2016. – № 4.
- [16] Кочерягина Н.В., Рыжова О.А. Теоретические аспекты развития интегрированных цепей поставок в сфере торговли // Известия Саратовского университета. Новая серия: Экономика. Управление. Право. – 2015. – Т. 15. № 1. – С. 42–49.
- [17] Негомедзянов Ю.А., Негомедзянов Г.Ю. Логистическая концепция управления интегрированными производственно-транспортными процессами в корпоративных структурах // Транспортное дело России. – 2012. – № 5. – С. 187–189.
- [18] Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / Пер. с англ. под общ. ред. Лукинского В.С. – СПб.: Питер, 2005. – 316 с.
- [19] Котляров И.Д. Алгоритм отбора аутсорсеров по критерию способности обеспечить целевые значения показателей, описывающих передаваемый процесс // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2012. – № 10. – С. 50–54.
- [20] Бородин В.В. Модель базовых категорий складской логистики. Теоретические основы исследования складских систем промышленных предприятий // Российское предпринимательство. – 2009. – № 11–2. – С. 78–85.
- [21] Ворушилин Л.В., Курбанов А.Х., Мамаев Е.В. Логистизация хозяйственной деятельности как способ повышения эффективности систем материально-технического обеспечения (на примере военной организации государства) // Экономика и предпринимательство. – № 12 (ч. 2) (53-2). – 2014. – С. 478–483.
- [22] Горьков П.А. Ворушилин Л.В., Курбанов А.Х. Методика комплексной оценки объектов логистической инфраструктуры региона в интересах военной организации государства // Логистика № 10. – 2014. – С. 65–70.
- [23] Кузнецов Е.А. Курбанов А.Х., Тришункин В.В. Проблемы внедрения концепции логистизации в системах материально-технического обеспечения и пути их решения // Управленческое консультирование. – № 6 (54). – 2013. – С. 72–79.

FACTOR ANALYSIS OF LOGISTICS EVOLUTION WITH CONSIDERATION OF ITS APPLICATION SPECIFICITY IN THE MILITARY SPHERE (ON THE EXAMPLE OF THE WAREHOUSE INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT)

T. Kh. Kurbanov

Key words: military consumers military and economic warehouse logistics, integration, logistics, warehouse, evolution.

The article analyzes the stages of logistics theory development and the periodization of the concept of management systems development, logistics organizations, from the simplest of forms and methods of enterprise management to modern methods of logistics, taking into account the latest theoretical developments. Maximum emphasis is placed on the use of methods, tools and technologies of logistics in the interests of the state military organization.

Статья поступила в редакцию 02.06.2016 г.

УДК 656.62.003:339.543.4

Ю.И. Платов, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

М.В. Никулина, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603600, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ СУДОВ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНОГО ФЛОТА

Ключевые слова: дноуглубительный флот, критерий выбора, проект, новое судно, цена, договорные землечерпательные работы.

Поставлены проблемы замены судов дноуглубительного флота и оценки эффективности строительства и модернизации этих судов, приобретаемых и эксплуатируемых за счет бюджетных средств; предложен один из подходов для оценки и отбора судов дноуглубительного флота с учетом выполнения ими платных дноуглубительных работ; назван критерий выбора проекта нового дноуглубительного судна в вариантах со льготами на прибыль и налог на имущество и без льгот; предложена методика определения цены договорных (платных) землечерпательных работ без учета и с учетом льгот.

В настоящее время общеизвестной является проблема замены флота внутреннего водного транспорта, характеристики которого не обеспечивают его жизнедеятельности в перспективе. Эта проблема характерна не только для транспортных судов, но и для судов дноуглубительного флота (земснарядов, землесосов).

В работе [1] отмечается, что физический износ (большинство земснарядов построено в период с 1974 по 1990 гг.), отсутствие запасных частей, постоянный рост цен на топливо и другие причины привели к сокращению количества дноуглубительных земснарядов в стране к началу XXI века с 210 до 168 единиц. К 2015 году из 168 оставшихся судов 151 земснаряд выработал нормативный срок службы. При этом строительство новых судов дноуглубительного флота за все годы реформ практически не велось.

В настоящее время разработана Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы Российской Федерации (2010–2020 годы)» (подпрограмма «Внутренний водный транспорт») [2], в которой, в том числе, предусмотрено осуществление комплекса мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, модернизации береговых производственных объектов и сооружений, обновлению обслуживающего флота. Финансирование мероприятий Программы предусматривается осуществлять за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников. В связи с этим возникает проблема оценки эффективности строительства и модернизации судов дноуглубительного флота, приобретаемых и эксплуатируемых за счет бюджетных средств. Для оценки этой эффективности в настоящее время не существует методических разработок, в отличие от транспортных судов, финансирование которых осуществляется за счет собственных средств судоходных компаний, и имеется достаточный комплекс методических рекомендаций для оценки эффективности этих судов [3–5].

Проблема оценки эффективности дноуглубительных судов возникает потому, что дноуглубительные работы на судоходных участках водных путей осуществляются за счет бюджетных средств, при этом администрациям внутренних водных путей разрешено проводить платные дноуглубительные работы по заказам других не транспортных предприятий (строительных, подходы к причалам предприятий, добыча нерудных и строительных материалов и так далее). Поэтому методические разработки по оценке эффективности транспортных судов [4, 5] для судов дноуглубительного флота

не применимы. Кроме того, стоимость постройки и эксплуатации современных дноуглубительных судов повлияет и на стоимость платных работ, цену которых необходимо обосновывать исходя из рыночных условий.

Теоретически эффективность дноуглубительных работ необходимо искать в обеспечении определенного уровня глубин на внутренних водных путях и соответствующего дополнительного уровня провозной способности флота и доходов от перевозок грузов. Однако такую проблему можно решать только в узком плане и только для конкретной корреспонденции грузопотоков, состава флота, участков водных путей и для этого все рекомендации, изложенные в [3–5], применимы. Практически решение такой задачи в узком плане если и возможно, то только, по нашему мнению, в рамках отдельной научно-исследовательской темы или диссертационной работы и только для конкретного бассейна. Однако для оценки и отбора наиболее эффективных судов дноуглубительного флота необходимы универсальные подходы, возможно, и более простые, которые и излагаются в данной статье.

Самым простым подходом является использование критерия минимума удельных приведенных затрат (суммы себестоимости и удельных годовых капвложений) для определения сравнительной эффективности и выбора инвестиционных проектов, широко применявшееся в советской экономике [6]. При этом коэффициент приведения или нормативный коэффициент эффективности капвложений упрощенно трактовался как величина, обратная нормативному сроку окупаемости, который задавался для каждой отрасли и отдельных объектов плановыми органами и был намного меньше нормативного срока эксплуатации объекта (примерно в два раза) [6]. С позиций сегодняшней экономики, формула (1) для расчета удельных приведенных затрат [7] представляет собой не что иное, как определение стоимости единицы продукции с учетом возврата капиталовложений для условий, когда налоги и доходы не имели никакого значения (в смысле эффективности), а ценность денег также не учитывалась. Этот критерий был универсальным и наиболее подходящим для экономики, в которой доходы не имели существенного значения и не учитывались при обосновании тех или иных проектов или мероприятий. Для оценки и отбора дноуглубительных судов, которые не являются в принципе коммерческими (если не учитывать платные работы), этот критерий является, по нашему мнению, наиболее подходящим, но с учетом корректировок на современные условия экономики.

Эти корректировки отражают учет налогов на прибыль и имущество (если они есть и не льготируются) путем исключения двойного счета амортизационных исчислений и, самое основное, – учета потерь ценности денежных ресурсов во времени, то есть, дисконтирования. Такое выражение (формула (2)) нами приведено в работе [7] – «...Эта формула выведена из равенства доходов и суммы эксплуатационных расходов, налогов и отчислений на воспроизводство основных фондов (амортизации)...» [7] с учетом обесценивания амортизации на протяжении жизненного цикла эксплуатации судна. При этом нормативный коэффициент приведения несет уже другую смысловую нагрузку по отношению к плановой экономике. Для случая дноуглубительных судов он является минимальной величиной, то есть, не учитывает накопление или прибыль [7].

С учётом изложенного, критерий выбора проекта нового дноуглубительного судна (земснаряда, землесоса) будет выглядеть следующим образом:

$$Z_{min} = \frac{E_{min} K_c k_n + H_{им} + R_z}{V} \rightarrow min, \quad (1)$$

где Z_{min} – удельные приведенные затраты, руб./куб. м;

E_{min} – коэффициент эффективности (коэффициент приведения), обеспечивающий только возврат первоначальных инвестиций в пределах жизненного цикла судна, доли ед.;

K_c – строительная стоимость нового судна, руб.;

k_n – коэффициент налоговой нагрузки: $k_n = 1/(1 - H_{np})$, доли ед.;

H_{np} – налог на прибыль, доли ед.;

R_3 – годовая величина всех эксплуатационных расходов, руб.;

V – навигационный объем землечерпательных работ, выполненный судном конкретного проекта (количество извлекаемого грунта за навигационный период), куб. м [8];

$$E_{\min} = \frac{d}{1 - (1 + d)^{-T_n}} - a_n, \quad (2)$$

где d – дисконтная (доходная) ставка, доли ед. Может определяться разными методами, исходя из целей обоснования [3, 5–7] (применительно к дноуглубительным судам за основу можно принять величину рентабельности основных фондов для транспортных судов или среднюю доходность по отрасли внутреннего водного транспорта);

T_n – нормативный срок эксплуатации дноуглубительного судна (срок его полезного использования), лет ($T_n = 30$ лет) [9];

a_n – норма амортизации, доли ед. [9];

$$a_n = \frac{1}{T_n} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$V = 24 Q_{\text{тех}} k_{np} t_3 k_{вр}, \quad (4)$$

где $Q_{\text{тех}}$ – техническая производительность дноуглубительного судна, куб.м/час;

k_{np} – коэффициент использования технической производительности, доли ед. (по землесосам $k_{np} = 0,7-1,0$, по многочерпаковым земснарядам $k_{np} = 0,65-0,85$);

t_3 – эксплуатационный период, сут;

$k_{вр}$ – коэффициент использования дноуглубительного судна по времени, доли ед. ($k_{вр} = 0,65-0,75$).

Эксплуатационный период для земснаряда (землесоса) – это валовая продолжительность всех его работ, которая исчисляется с момента выхода земснаряда из затона до момента постановки его на отстой (общий навигационный период). Он складывается из времени:

- работы по извлечению и удалению грунта – рабочее время;
- выполнения производственных операций, непосредственно связанных с процессом извлечения и удаления грунта, требующего остановки земснаряда, – производственные остановки;
- буксировки из затона на первую работу, с одной работы на другую и с последней работы в затон.

Коэффициент использования земснаряда по времени определяется отношением времени работы земснаряда к общему навигационному периоду.

При регистрации новых судов в Российском международном реестре судов для бюджетных предприятий по этим судам устанавливаются льготы на прибыль и налог на имущество [10], следовательно, формула (1) примет вид:

$$Z_{\min} = \frac{E_{\min} K_c + R'_3}{V} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где R'_3 – годовая величина всех эксплуатационных расходов с учетом льгот: страховые взносы в пенсионный фонд, медицинское страхование предприятий отрасли и другие, руб.

Строительная стоимость новых современных судов дноуглубительного флота является весьма высокой (сравнимой, а в некоторых случаях даже большей стоимости транспортных судов) и потому обязательно должна учитываться в качестве инвестиционной составляющей при определении цены договорных (платных) землечерпательных работ. Эта цена также может определяться в двух вариантах: без льготирования ($\Pi_{\text{дог}}$) и с льготированием ($\Pi_{\text{дог}}^{\text{лг}}$). На основе формулы (5) [7], с учетом особенностей землечерпательных работ, цена будет определяться по следующим выражениям:

$$\Pi_{\text{дог}} = \frac{(E_{\text{ном}} K_{\text{с}} k_{\text{н}} + H_{\text{им}} + R_{\text{з}}) k_{\text{з}}}{V k_{\text{в}}}, \quad (6)$$

$$\Pi_{\text{дог}}^{\text{лг}} = \frac{(E_{\text{ном}} K_{\text{с}} + R_{\text{з}}') k_{\text{з}}}{V k_{\text{в}}}, \quad (7)$$

$$E_{\text{ном}} = E_{\text{мин}} + d', \quad (8)$$

где $E_{\text{ном}}$ – коэффициент эффективности (коэффициент приведения), обеспечивающий не только возврат первоначальных инвестиций в пределах жизненного цикла судна, но и среднегодовую прибыль, доли ед.;

d' – ставка накопления или норма прибыльности, доли ед. Она является субъективной величиной и может быть равной дисконтной ставке, больше или меньше её и диктуется договорными условиями;

$k_{\text{з}}$ – коэффициент занятости снаряда на платных работах, доли ед.;

$k_{\text{в}}$ – доля объема грунта, извлеченного на платных работах, доли ед.

Расчеты по цене договорных землечерпательных работ, выполненные по приведенной выше методике на реальных данных, показали сопоставимость цены с существующей сегодня на этом рынке в Волжско-Камском бассейне.

И в качестве заключения. По нашему мнению, определение показателей экономической эффективности судов дноуглубительного флота представляет особый интерес. Имея стоимость договорных работ, можно определить все необходимые показатели эффективности этих судов по существующим методикам [3–5]. Для этого необходимо искусственно принять выполнение в течение всей навигации только платных работ либо отнести часть стоимости судна на платные работы.

Список литературы:

- [1] Бажан, П.И., Попов Н.Ф., Яковлев С.Г. Современное состояние речного дноуглубительного флота России и перспективы его развития / П.И. Бажан, Н.Ф. Попов, С.Г. Яковлев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Выпуск № 1, том 8. – 2006.
- [2] Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» (утв. постановлением Правительства РФ от 5 декабря 2001 г. N 848) Подпрограмма "Внутренний водный транспорт" с изменениями и дополнениями от: 31 мая 2006 г., 9 июля 2007 г., 10 апреля, 20 мая 2008 г., 17 марта 2009 г., 22 апреля, 12 октября, 21 декабря 2010 г., 18 апреля, 5 мая, 3 ноября, 30 декабря 2011 г., 27 сентября, 26 ноября, 10, 27 декабря 2012 г., 15 мая, 10 июня, 2 ноября 2013 г., 15 мая, 27, 30 сентября, 16, 27 декабря 2014 г., 28 апреля, 2 июня, 18 июня, 6 октября 2015 г. – Интернет ресурсы: Система ГАРАНТ.
- [3] Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (утвержденных Госстроем, Министерством экономики, Министерством финансов и Госкомпромом РФ № 7-12/47 от 31 марта 1994 г.).

- [4] Платов Ю.И., Никулина М.В. Основные подходы к обоснованию стратегических планов обновления транспортного флота // Тр. ВГАВТ, вып. 287. – Н.Новгород. – 1999.
- [5] Платов, Ю.И. Оценка транспортного бизнеса: Учебно-методическое пособие / Ю.И. Платов, М.В. Никулина. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – 65 с.
- [6] Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса и утверждённых Госком СССР по науке и технике и президиума Академии наук СССР от 3 марта 1988 г. № 60 / 52.
- [7] Платов Ю.И. Определение стоимости фрахтования судов // Вестник ВГАВТ. – № 41. – Н. Новгород, 2014. – С. 326–331.
- [8] Новиков, А.В. Экономика отрасли: метод. указания / А.В. Новиков, Н.В. Пузанова, Е.С. Лыкова. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2007. – 51 с.
- [9] Статья 258 НК РФ. Амортизационные группы (подгруппы). Особенности включения амортизируемого имущества в состав амортизационных групп (подгрупп). О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы. Приложение к Постановлению Правительства РФ от 01 января 2002 г. № 1. – г. Москва. Интернет ресурс: <http://www.nalkod.ru/statia258>.
- [10] Российский международный реестр судов. – Интернет-ресурсы: http://www.consultant.ru/law/podborki/rossijskij_mezhdunarodnyj_reestr_sudov/, <http://regmorsud.ru/component/k2/item/361.html>

ONE OF THE ASSESSMENT OPTIONS OF NEW VESSELS EFFECTIVENESS IN DREDGING FLEET

Y.I. Platov, M.V. Nikulina

Keywords: dredging fleet, selection criteria, project, new vessel, price, contractual dredging

The article raises the problem of dredging fleet vessels replacement and of the evaluation effectiveness of vessels construction and modernization, acquired and exploited at the expense of budget funds. We suggest an approach for the evaluation and selection of dredging fleet ships, taking into account the performance of commercial dredging; the selection criteria of a new dredging vessel project in variants with benefits on income and property tax or without benefits; the technique to determine the price of the contractual (commercial) dredging with and without benefits

Статья поступила в редакцию 06.07.2016 г.

УДК 662.76:629.122

Ю.Н. Уртминцев, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Д.Е. Гусев, доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.В. Горохова, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

ГАЗИФИКАЦИЯ МАЛОГО ПАССАЖИРСКОГО ФЛОТА КАК ПЕРВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ ГАЗОМОТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ключевые слова: природный газ, альтернативное топливо, газомоторное топливо, газомоторный транспорт, переоборудование судов, суда на газовом топливе, газозаправочная инфраструктура, газобункеровочные станции.

В статье рассмотрены перспективы внедрения природного газа в воднотранспортную отрасль в качестве моторного топлива. Описаны предпосылки, трудности и задачи, требующие решения.

Природный газ на сегодняшний день является одним из самых перспективных альтернативных видов топлива на транспорте. Прямым доказательством этому служит стремительный рост газомоторного рынка по всему миру. Статистические данные, представленные на портале NGVJournal, ярко отражают высокий уровень применения природного газа в сегменте автотранспорта (табл. 1) [1].

Таблица 1

Количество газомоторного автотранспорта и газозаправочных станций в мире

Некоторые страны мира	Количество газомоторного автотранспорта (в тыс.)			Количество газозаправочных станций		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Иран	3 300	3 500	4 068	1 922	2 074	2 268
Пакистан	2 790	2 790	3 700	2 997	2 997	2 997
Аргентина	2 244	2 359,7	2 487	1 916	1 932	1 939
Бразилия	1 744	1 769,6	1 781	1 793	1 805	1 805
Китай	1 577	3 000	3 994	5 080	5 730	6 502
Италия	846,5	823	885	959	1 022	1 060
Германия	96,35	96,35	98,17	915	915	921
Россия	86,01	90	90,05	253	252	253
Болгария	61,3	61,6	61,32	103	106	110
Швеция	44,3	44,32	46,7	195	203	213
Франция	13,54	13,54	13,55	149	344	311
Всего в мире	17 730	19 910	22 404	24 036	25 292	26 670

Сфера развития газомоторного рынка расширяется и затрагивает все новые отрасли. Нарбатывается опыт применения газа не только в сфере автотранспорта, но и в сегментах специальной и сельскохозяйственной техники, железнодорожном и водном транспорте.

Использование газомоторного топлива на водном транспорте является актуальной организационно-технической задачей и одним из перспективных направлений совершенствования флота с целью повышения его энергоэффективности, снижения экс-

плутационных расходов и уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду [2].

Тем не менее, судовладельцы, несмотря на очевидные преимущества применения газового топлива, не спешат с установкой газового оборудования на судах. Для этого есть ряд причин, которые требуют комплексного рассмотрения и решения (рис. 1). В настоящее время у большинства судоходных компаний отсутствует опыт эксплуатации судов на газовом топливе. На уровне государства – отсутствие контролирующих органов, осуществляющих надзор в сфере безопасности работы таких судов, и нормативно-правовой базы не позволяет судостроителям промышленно выпускать такие суда, что в свою очередь препятствует началу процесса газификации. Ввиду отсутствия спроса на природный газ, в качестве моторного топлива, на речном флоте нет развитой заправочной сети, позволяющей безопасно и эффективно использовать газовое топливо на речных судах [3], и наоборот, ввиду отсутствия необходимой инфраструктуры нет спроса на газомоторное топливо. Таким образом, получается замкнутый круг нерешенных задач, которые тормозят успешный старт и работу газомоторной отрасли в сфере водного транспорта. Залог успешного и быстротечного устранения всех «узких» мест – скоординированность действий государства и всех заинтересованных лиц, подкрепленная совместными проектами.



Рис. 1. Трудности при внедрении газомоторного топлива в водотранспортную отрасль

Чтобы запустить процесс внедрения газомоторного топлива в водотранспортную отрасль уже сейчас, возможно применение ранее отработанных технологий на других видах транспорта. Такие технологии можно позаимствовать из автомобильной сферы, где уже с 1936 года на государственном уровне было принято решение о начале газификации автотранспорта. При этом применение автомобильных систем сужает возможный перечень судов, которые оказываются в группе подходящих для начала переоборудования. В первую очередь, это суда с автомобильными двигателями, либо двигателями, близкими к автомобильным. Подобные двигатели устанавливаются на катера и суда на воздушной подушке (СВП), а также на грузовые суда в качестве дизель-генераторов. Таким образом, речь идет о газификации, прежде всего, малого флота.

Применение на судах газовых баллонов автомобильного образца представляется наиболее рациональным. При таком варианте потребуется минимальное дооборудование двигателей и переоборудование судов для размещения газовых баллонов, трубопроводов и дополнительных систем безопасности. Также есть вариант внедрения газомоторного топлива на малые буксирные и разьездные суда. На них применяются

устаревшие дизельные двигатели 3Д6 и 3Д12, которые могут быть заменены редукторными газовыми двигателями ЯМЗ 530 GN аналогичной мощности.

Вопрос снабжения топливом требует отдельного рассмотрения. Так как транспортировка баллонов в заправленном состоянии запрещена правилами по эксплуатации, то остается только вариант заправки баллонов непосредственно на судах по аналогии с автомобилями, оснащенными газобаллонным оборудованием. Таким образом, для бункеровки можно применять автомобильные газозаправочные комплексные решения с наработанным опытом использования. Из информации, представленной в таблице 1, видно, что количество газозаправочных станций в России не велико и на одну из них не приходится по 356 газобаллонных транспортных средств. При этом ни одна из них не подходит для обеспечения топливом судна непосредственно на воде по причине своего местонахождения. Пункты заправки должны располагаться на берегу максимально удобно для подхода и маневра судов [4].

Недостатком такой схемы является то, что при приеме большого количества топлива бункеровка будет занимать значительную продолжительность времени (несколько часов). Это связано с малыми сечениями заправочных трубопроводов автомобильной газовой аппаратуры.

Найти время, необходимое для бункеровки газовым топливом судна, можно по следующему выражению:

$$t_{\text{бунк}} = t_{\text{под}} + t_{\text{тех/техл}}^1 + \frac{Q_T}{T_{\text{грк}}} + t_{\text{тех/техл}}^2 + t_{\text{отх}}, \text{ ч}, \quad (1)$$

где $t_{\text{под}}$, $t_{\text{отх}}$ – соответственно время на подход и отход судна, ч;

$t_{\text{тех/техл}}^1$, $t_{\text{тех/техл}}^2$ – время на технические и технологические операции до и после заправки, ч;

Q_T – количество бункеруемого топлива, л;

$T_{\text{грк}}$ – максимальная производительность газовой раздаточной колонки, л/мин (кг/мин – для сжатого газа).

В качестве примера можно рассмотреть газовые раздаточные колонки для сжиженного газа типа FAS-120 (FAS-220, FAS-230) немецкой компании FASFlussiggasAnlagenGmbH. Их максимальная производительность составляет 50 л/мин. Количество бункеруемого топлива примем равным 920 литрам, при условии размещения на судне четырех стандартных газовых баллонов максимальной вместимостью 230 литров. Если общее суммарное время на все технические и технологические операции, включая время на подход и отход судна, составляет в среднем 30 минут, то весь процесс заправки займет примерно 50 минут. Из этого следует, что данные системы будут эффективны на линиях, где в связи с особенностями работы имеется возможность осуществлять бункеровку газом более одного часа и автономность плавания должна обеспечиваться до следующей бункеровки.

Таким образом, тщательной проработки требует вопрос рационального размещения заправочных (газобункеровочных) станций вдоль основных маршрутов следования судов с учетом оптимизации запаса топлива, продолжительности рейсов и продолжительности операций, связанных с бункеровкой. Предварительно требуется провести технико-экономическое обоснование и выбор линий, применение газового топлива на которых может принести положительный экономический и экологический эффект.

Также выходом из ситуации, связанной с длительностью бункеровки, может стать специализированная заправочная аппаратура с увеличенной производительностью или заправка одновременно нескольких баллонов на судне.

Решение проблемы в дальнейшем связано с процессом разработки и апробации применения различных типов оборудования на грузовых судах. Поиск наиболее подходящего с точки зрения технико-экономических критериев решения должен сопро-

вождаться процессом стандартизации и разработки типовых конструкций, позволяющих снизить расходы на проектирование, упростить дальнейший ремонт и ускорить внедрение.

Выбор местоположения и конструктивных особенностей станций, прогноз и планирование спроса на газомоторное топливо требуют методической проработки для конкретного региона с использованием методов экономико-математического и имитационного моделирования. Также потребуются новые методы организации и обеспечения безопасности перевозок.

На начальном этапе газификации величина и неравномерность спроса в значительной степени будет влиять на интенсивность развития газозаправочной инфраструктуры. Самый существенный фактор, способствующий этому, – сезонность. Водоизмещающие суда в межнавигационный период не будут бункероваться топливом, а следовательно, произойдет снижение величины спроса на газобункеровочных станциях. Вариант газификации судов на воздушной подушке позволит уменьшить влияние сезонных факторов спроса на топливо, а также проводить бункеровку непосредственно на берегу в прибрежной зоне без специально построенной причальной стенки, что, в свою очередь, существенно повлияет на капитальные вложения. Также компенсировать фактор сезонности можно путем использования газозаправочных станций двойного назначения, совмеща заправку автомобилей и судов. Для этого необходимо производить строительство в непосредственной близости от крупных автодорог, чтобы обеспечить доступ на объект автомобильному транспорту [4].

На рис. 2 представлен один из вариантов компоновочного решения заправочного комплекса, расположенного в прибрежной зоне, способного заправлять СВП и автомобили.

Также хотелось бы отметить, что заявленная область исследования находится в границах интересов государства. Она соответствует государственной программе Российской Федерации «Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения», в рамках которой предусмотрено поэтапное замещение судов речного флота, работающих на традиционных видах топлива, судами, работающими на газомоторном топливе [5].



Рис. 2. Компоновочное решение размещения мобильной прибрежной газозаправочной станции двойного назначения

Очевидно, что темпы и масштаб перехода транспорта на использование газомоторного топлива в разных регионах могут быть разными с учетом географического расположения и производственно-экономических особенностей регионов. Они во многом зависят от научно-технического и производственного задела в машино- и су-

достроении, от структуры и состояния парка транспортных средств, от удаленности от газопроводов и заводов по сжижению газа, от наличия газозаправочной и сервисной инфраструктуры, от финансовых возможностей регионального бюджета и др.

Целесообразно для каждого региона иметь свою подпрограмму перехода транспорта на использование газомоторного топлива с учетом местных условий.

В общем случае, постепенный переход речного транспорта на использование газомоторного топлива может быть осуществлен в два этапа.

На начальном этапе для успешного старта и дальнейшей эффективной работы проекта по газификации флота требуется тщательная научная проработка следующих задач:

- разработка правовой базы эксплуатации флота на газомоторном топливе на федеральном и краевом уровне;
- адаптация правил эксплуатации газового оборудования для речного транспорта;
- создание надзорных организаций, осуществляющих мониторинг использования газового оборудования на речном флоте;
- технико-экономическое обоснование типов судов и линий, на которых эксплуатация газового флота будет эффективна;
- разработка технических условий по переоборудованию судов;
- технико-экономическое обоснование местоположения газобункеровочных станций;
- создание надзорных организаций, осуществляющих мониторинг использования газового оборудования на речном флоте;
- строительство газобункеровочных станций двойного назначения (автомобильно-речных);
- переоборудование малых судов речного флота;
- создание экономико-математических и имитационных моделей для исследования условий эффективного применения газомоторных технологий на флоте.

После получения, накопления и обобщения опыта применения газотопливных технологий на малых пассажирских судах на сжиженном газе создается технологическая и инфраструктурная база для перехода к внедрению газовых технологий на грузовой и вспомогательный водоизмещающий флот. Данное мероприятие связано с переоборудованием флота, применением газовых двигателей и размещением емкостей для топлива на самих судах.

В рамках этого требуют рассмотрения и решения следующие задачи второго этапа:

- экономическое обоснование типов судов и условий работы для внедрения газомоторных технологий;
- обоснование потребности региона в газомоторном топливе для снабжения флота;
- техническое обоснование и стандартизация газового оборудования для судов;
- развертывание или поиск производства, удовлетворяющего потребность во всех типах газового оборудования;
- расширение сети газобункеровочных станций, увеличение их мощности и номенклатуры предлагаемых газов;
- переоборудование части грузовых и вспомогательных судов под использование газового топлива в главных двигателях;
- разработка механизмов государственного стимулирования использования природного газа в качестве газомоторного топлива.

Таким образом, газификация малого флота и создание инфраструктуры заложит прочную основу дальнейшего развития рынка газомоторного топлива на водном транспорте. Это в перспективе может привести к модернизации главных двигателей грузовых судов. Организация разветвленной сети газозаправочных станций также, в свою очередь, даст мощный толчок к развитию малого судоходства в целом. Она позволит расширить границы продвижения газомоторных технологий и создаст воз-

возможность их использования на туристических, скоростных, внутригородских и пригородных маршрутах.

Главный фактор успешного, эффективного и скорейшего развития газомоторного топлива в сегменте водного транспорта – это комплексный подход и скоординированность действий всех заинтересованных сторон – судовладельцев, судо- и машиностроителей, организаций в сфере снабжения и поставок газомоторного топлива, государственных и муниципальных органов власти при обязательном участии научных и проектных организаций.

Список литературы:

- [1] Интернет-источник: www.ngvjournal.com
[2] Безюков О.К., Жуков В.А. Экономические аспекты перевода флота на газомоторное топливо // Актуальные проблемы экономики и управления на водном транспорте: материалы науч.-практ. конференции. – Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2014 г. – Стр. 31–34.
[3] Гусев Д.Е., Горохова В.В. Постановка задачи рационального размещения газозаправочных станций для обеспечения топливом судов, работающих на газовом топливе // Вестник ВГАВТ. – № 41. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ». – 2014. – С. 316–320.
[4] Горохова В.В. Организационные особенности использования газового топлива на малых пассажирских судах // Научно-практич. конф. «Великие реки». – Н. Новгород, 2015.
[5] Государственная программа Российской Федерации «Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения».

**GASIFICATION OF SMALL PASSENGER FLEET AS
THE FIRST STAGE OF THE GAS TECHNOLOGIES APPLICATION
ON THE WATER TRANSPORT**

Y.N. Urtmintsev, D.E. Gusev, V.V. Gorokhova

Key words: natural gas, alternative fuel, gas fuel, gas transport, refit of vessels, vessels working on gas fuel, gas infrastructure, gasbunkering stations.

The article considers the prospects for the introduction of natural gas as a motor fuel in the water transport industry. The authors describe preconditions, difficulties and challenges which need solutions.

Статья поступила в редакцию 08.07.2016 г.

УДК 656.624.3

В.Н. Шабров, секретарь Общества АО «Судоходная компания

«Волжское пароходство», аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

А.Д. Альпидовский, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ОПТИМИЗАЦИИ ДОСТАВКИ ПАРТИИ АВТОМОБИЛЕЙ
«ОТ ДВЕРИ ДО ДВЕРИ»**

Ключевые слова: экономико-математическая модель, доставка автомобилей речным транспортом

В статье кратко проанализированы перевозки автомобилей по рекам Европейской части СССР. Определены основные преимущества перевозки автомобилей водным транспортом и построена экономико-математическая модель оптимизации доставки партий автомобилей от завода-изготовителя до потребителей различными видами транспорта, включая водный.

В 80-е годы XX века по рекам Европейской части СССР перевозилось значительное количество автомобилей с заводов – изготовителей в Тольятти, Нижнем Новгороде, Ульяновске, Москве. Для перевозки крупных партий автомобилей были построены специализированные баржи проекта Р-110, приспособлены катамараны Р-19, использовались и серийные сухогрузные суда типа «Большая Волга». Мелкие партии и единичные отправки автомобилей осуществлялись на палубах или люковых крышках грузовых судов в специальных складных контейнерах или без тары, но с оснащением судов приспособлениями для крепления автомобилей [1].

Автомобили оказались для речников выгодным, высокотарифицированным грузом, поэтому для их перевозки парохозяйства создавали соответствующую инфраструктуру в портах (причалы, пандусы, охраняемые площадки); были разработаны технические условия и правила перевозки партий автомобилей, тарифные нормы, правила безопасности и другие документы [2].

В 90-е годы по известным причинам перевозки партий автомобилей речным транспортом практически прекратились, специализированные суда сначала были поставлены на холодный отстой, а позже списаны, портовая инфраструктура разрушилась.

В последнее десятилетие отечественный автопром «встал на ноги», появились новые совместные с иностранными фирмами заводы-производители автомобилей в С.-Петербурге (Всеволожке), Москве, Набережных Челнах и других городах, расположенных на берегах судоходных рек или вблизи от них. На транспорт пошел мощный поток партий автомобилей. Железнодорожники и автомобилисты быстро сориентировались и построили специализированные вагоны и автоприцепы для перевозки автомобилей. Речники же пока остаются в стороне от этих перевозок, хотя параллельно водным путям по перегруженным до предела автомагистралям нескончаемым потоком идут фуры с автомобилями.

На данном этапе развития информационных технологий и систем автоматизации управления, актуальной видится задача построения единой системы управления транспортом. Современные методы представления и хранения информации позволяют решать многие задачи, связанные с планированием, навигацией и управления на водном транспорте [3].

В августе 2016г. в Волгограде под председательством Президента РФ В.В.Путина состоялось заседание Государственного Совета с повесткой дня – развитие внутренних водных путей страны. Госсовет отметил преимущества внутреннего водного транспорта по сравнению с железнодорожным и автомобильным по экономическим и экологическим критериям и потребовал от Минтранса и других заинтересованных ведомств максимально переключить на речной транспорт грузопотоки, идущие параллельно судоходным рекам [4].

По нашим оценкам через порты Волжско – Камского, Московского и Северо – Западного бассейнов из близлежащих автозаводов может быть направлено до 220 тысяч автомобилей в навигацию. При загрузке в речной автомобилевоз 200 автомашин, судопоток автомобилевозов составит 5 отправок в сутки. Это весьма существенный объем работы, хорошие доходы для речников и снижение экологической нагрузки на окружающую среду у наземных видов транспорта [5].

В настоящей статье мы предлагаем экономико -математическую модель оптимизации доставки партий автомобилей от завода – изготовителя до потребителей различными видами транспорта, включая водный.

Обозначение модели:

A – множество пунктов отправления (заводов-изготовителей), $a \in A$;

B – множество пунктов назначения (оптовых баз), $b \in B$;

I_{ab} – множество транспортно-технологических схем доставки от a -го пункта отправления (заданного завода изготовителя) до b -го пункта назначения (заданной оптовой базы), $i \in I_{ab}$;

J_{ab} – множество способов и средств от заданного завода – изготовителя (a -го пункта отправления) до заданной оптовой базы (b -го пункта назначения), $j \in J_{ab}$;

D_i – множество вариантов сочетаний транспортных средств на i -ой транспортно – логистической схеме доставки партии автомобилей, $d \in D_i$;

F – множество транспортных средств, рассматриваемых в принятых транспортно – логистических схемах, $f \in F$;

M – множество типов перевозимых автомобилей, $m \in M$;

G_m^n – количество автомобилей m -го типа в предъявляемой к перевозке партии, единиц;

V_m – масса автомобиля m -го типа, тонн;

C_{imjdf} – суммарная стоимость перевозки одного автомобиля m -го типа по i -ой транспортно – логистической схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования, при d -ом сочетании транспортных средств доставки f -го типа, руб/ед.;

X_{imjdf} – неизвестное количество автомобилей m -го типа в заданной партии доставляемых по i -ой транспортно – логистической схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования, при d -ом сочетании транспортных средств доставки f -го типа, ед.;

E_{imjdf} – норма времени полной грузовой обработки (на погрузку, выгрузку, перевалку) автомобилей m -го типа по i -ой схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования, при d -ом сочетании транспортных средств доставки f -го типа, ед/час.;

T_{imjdf} – затраты времени непосредственно на перевозку заданной партии автомобилей m -го типа по i -ой схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования, при d -ом сочетании транспортных средств доставки f -го типа, час.;

$T_m^{\text{грвл}}$ – время, отведенное грузовладельцем на доставку заданной партии автомобилей m -го типа, час.;

$\Pi_{ijdf}^{\text{гу}}$ – пропускная способность транспортных узлов (на операции погрузки, выгрузки, перевалки) при доставке заданной партии автомобилей по i -ой схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования, при d -ом сочетании транспортных средств доставки f -го типа, ед/час.;

$\Pi_{ijdf}^{\text{сп}}$ – провозная способность транспортных средств доставки f -го типа при их d -ом сочетании по i -ой схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования, ед.-км/час;

L_{ijdf} – расстояние перевозки по i -ой схеме доставки с применением j -го способа и средства транспортирования при d -ом сочетании транспортных средств, км.;

Φ_f – количество имеющихся в наличии транспортных средств доставки f -го типа, ед.

Функция цели ЭММ (критерий – минимум затрат на доставку)

$$\sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^D \sum_{f=1}^F C_{imjdf} X_{imjdf} \rightarrow \min \quad (1)$$

Ограничения ЭММ:

1. По количеству автомобилей m -го типа в заданной партии, ед.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^D \sum_{f=1}^F X_{imjdf} = G_m^n \quad (2)$$

для всех типов m от 1 до M ; $\forall m = \overline{1, M}$

2. По времени доставки заданной партии автомобилей m -го типа, час.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^D \sum_{f=1}^F \frac{X_{imjdf}}{E_{imjdf}} + T_{imjdf} \leq T_m^{срвл} \quad (3)$$

для всех типов m от 1 до M ; $\forall m = \overline{1, M}$

3. По наличию транспортных средств f -го типа, ед.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^D \sum_{m=1}^M X_{imjdf} \leq \Phi_f \quad (3)$$

для всех f от 1 до F ; $\forall f = \overline{1, F}$

4. По пропускной способности транспортных узлов, ед/час.

$$\sum_{m=1}^M \frac{X_{imjdf}}{T_m^{срвл}} \leq \Pi_{ijdf}^{TV} \quad (4)$$

$\forall i = \overline{1, I}; \forall j = \overline{1, J}; \forall d = \overline{1, D}; \forall f = \overline{1, F}$

5. По провозной способности транспортных средств, ед.-км/час.

$$\sum_{m=1}^M \frac{X_{imjdf} * L_{ijd}}{T_{imjdf}} \leq \Pi_{ijdf}^{СП} \quad (5)$$

$\forall i = \overline{1, I}; \forall j = \overline{1, J}; \forall d = \overline{1, D}; \forall f = \overline{1, F}$

6. Неотрицательность и целочисленность переменных:

$X_{imjdf} \geq 0$, число натурального ряда;

$\forall i = \overline{1, I}; \forall m = \overline{1, M}; \forall j = \overline{1, J}; \forall d = \overline{1, D}; \forall f = \overline{1, F}$

На основе разработанной авторами и представленной ЭММ, а также действующих на различных видах тарифах и сборах на перевозку и перегрузку (перевалку) автомобилей, выполнены расчеты времени и стоимости доставки судовой партии автомобилей по обусловленным пяти транспортно-логистическим схемам «от двери до двери».

Полученные результаты расчетов позволяют построить графики зависимости сроков доставки партий автомобилей (в часах) от расстояний перевозки (км) по всем транспортно-логистическим схемам «от двери до двери» (рис. 1).

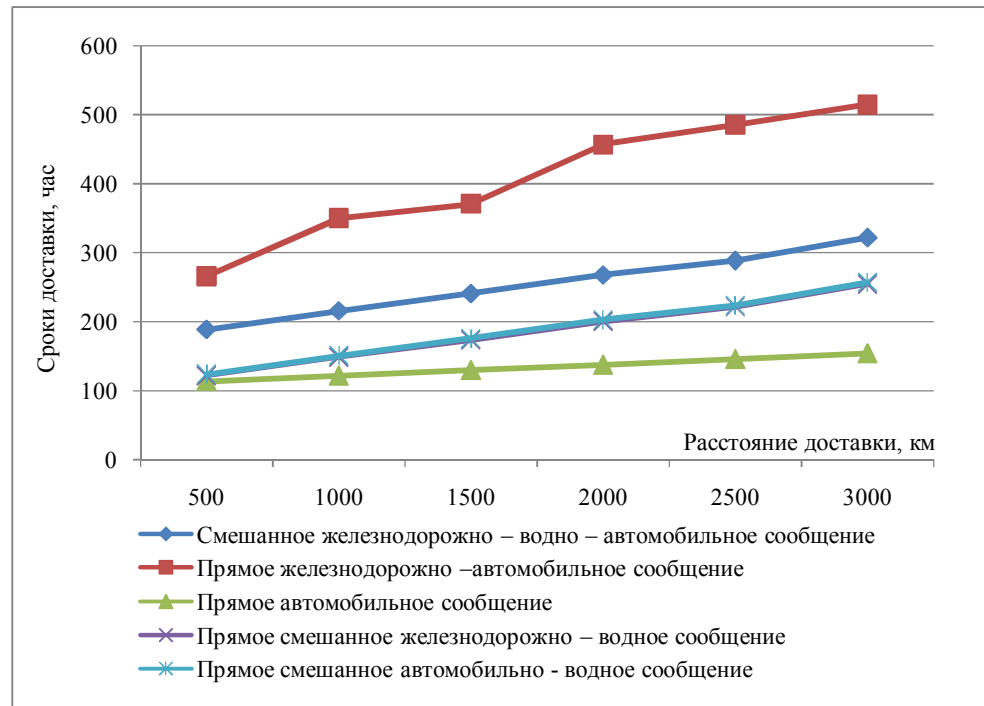


Рис. 1. Сроки доставки партии автомобилей
по транспортно-логистической схеме «от двери до двери»

Стоимость автомобилей по обусловленным транспортно-логистическим схемам апробируется в зависимости от судовой партии, стоимость доставки судовой партии автомобилей после расчета (руб./т) представлена в таблице 1, а в руб./ткм в таблице 2.

Таблица 1

**Стоимость доставки судовой партии автомобилей
в зависимости от расстояний (руб/т)**

Виды транспортно-логистических схем	Расстояние перевозки, км	Стоимость доставки, руб/т
I. Смешанное железнодорожно – водно – автомобильное сообщение	500	10088
	1000	12980
	1500	17148
	2000	20505
	2500	24324
	3000	26292
II. Прямое железнодорожно-автомобильное сообщение	500	10730
	1000	16230
	1500	17855
	2000	18980
	2500	20080
	3000	20980
III. Прямое автомобильное сообщение	500	4800
	1000	9600

Виды транспортно-логистических схем	Расстояние перевозки, км	Стоимость доставки, руб/т
	1500	12960
	2000	17280
	2500	20400
	3000	24510
IV. Прямое смешанное железнодорожно-водное сообщение	500	9608
	1000	12500
	1500	16668
	2000	20025
	2500	23844
	3000	25812
V. Прямое водно-автомобильное сообщение	500	5688
	1000	8580
	1500	12748
	2000	16105
	2500	19924
	3000	21892

Таблица 2

Стоимость доставки судовой партии автомобилей в зависимости от массы и расстояния доставки (руб/ткм)

Виды транспортно-логистических схем	Расстояние перевозки, км	Стоимость доставки, руб/ткм
I. Смешанное железнодорожно – водно – автомобильное сообщение	500	20,17
	1000	12,98
	1500	11,43
	2000	10,25
	2500	9,73
	3000	8,76
II. Прямое железнодорожно-автомобильное сообщение	500	21,46
	1000	16,23
	1500	11,90
	2000	9,49
	2500	8,03
	3000	7,0
III. Прямое автомобильное сообщение	500	9,6
	1000	9,6
	1500	8,64
	2000	8,64
	2500	8,16
	3000	8,17
IV. Прямое смешанное железнодорожно-водное сообщение	500	19,22
	1000	12,5
	1500	11,11

Виды транспортно-логистических схем	Расстояние перевозки, км	Стоимость доставки, руб/ткм
V. Прямое автомобильно-водное сообщение	2000	10,01
	2500	9,54
	3000	8,6
	500	11,38
	1000	8,58
	1500	8,5
	2000	8,05
	2500	7,97
	3000	7,3

На основании результатов расчета по ЭММ получены функциональные зависимости стоимости доставки автомобилей от массы судовой партии и расстояний перевозок, что приведено в таблицах 2 и 3, проиллюстрировано на рисунках 2. и 3.

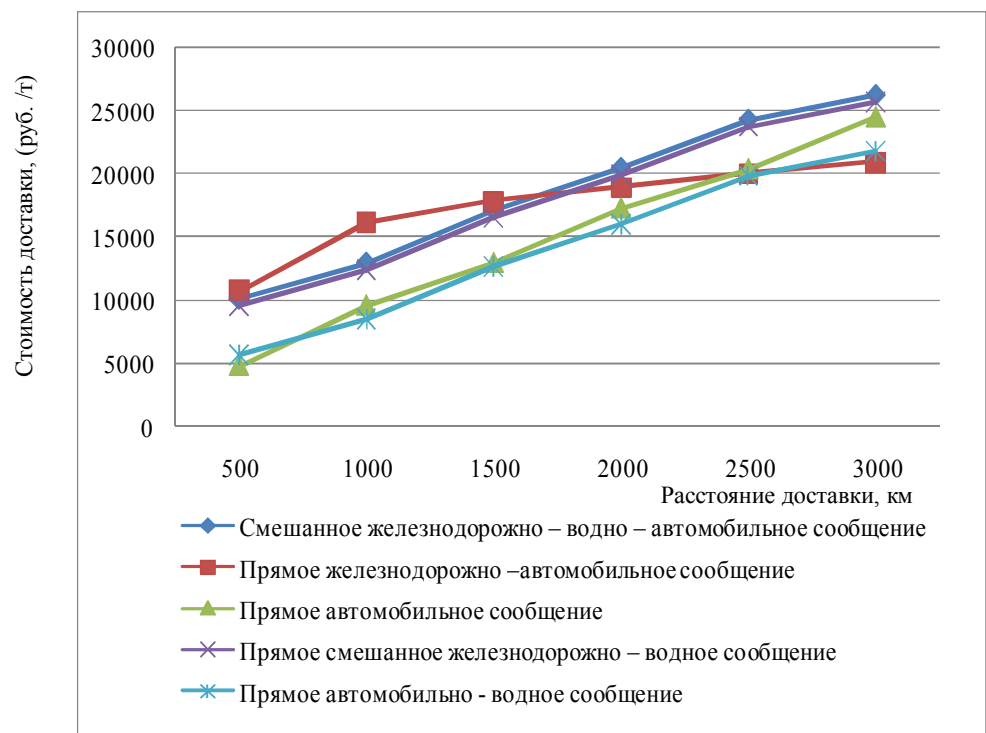


Рис. 2. Стоимость доставки партии автомобилей в зависимости от расстояний и массы партии в обусловленных транспортно-логистических схемах «от двери до двери» (руб/т)

Нами проведена апробация модели на перевозках автомобилей из речных пунктов отправления на расстояние от 500 до 3000 км. По критерию «время доставки» преимущество имеет вариант «прямое автомобильное сообщение», а по экономическому критерию самой выгодной доставкой судовой партии автомобилей в количестве 322 единиц среди рассматриваемых транспортно – логистических схем на расстоянии от 500 до 3000 км является перевозка их с использованием автомобильного и водного, или автомобильного совместно с водными видами транспорта. Прямое автомобильно

– водное сообщение обеспечивает доставку партии автомобилей от завода – изготовителя в речной порт отправления и далее водным транспортом до порта назначения, и автомобильным транспортом до получателя. Стоимость доставки партии автомобилей по данной схеме на расстоянии до 500 км составит порядка 11.38 руб./ткм, а из предлагаемых вариантов на это же расстояние дешевле только обойдется прямое автомобильное сообщение – 9.6 руб./ткм. При расстояниях от 500 до 2500 км при расчете по цене доставки за ткм бесспорно выигрывает транспортно – логистическая схема «автомобильно – водное сообщение». При перевозках судовой партии автомобилей на расстояние до 3000 км предпочтительно использовать транспортно – логистические схемы «прямое железнодорожно-автомобильное сообщение» и «прямое автомобильно – водное сообщение», т.к. стоимость доставки будет наименьшей и составит в пределах 7 – 7,3 руб./ткм.

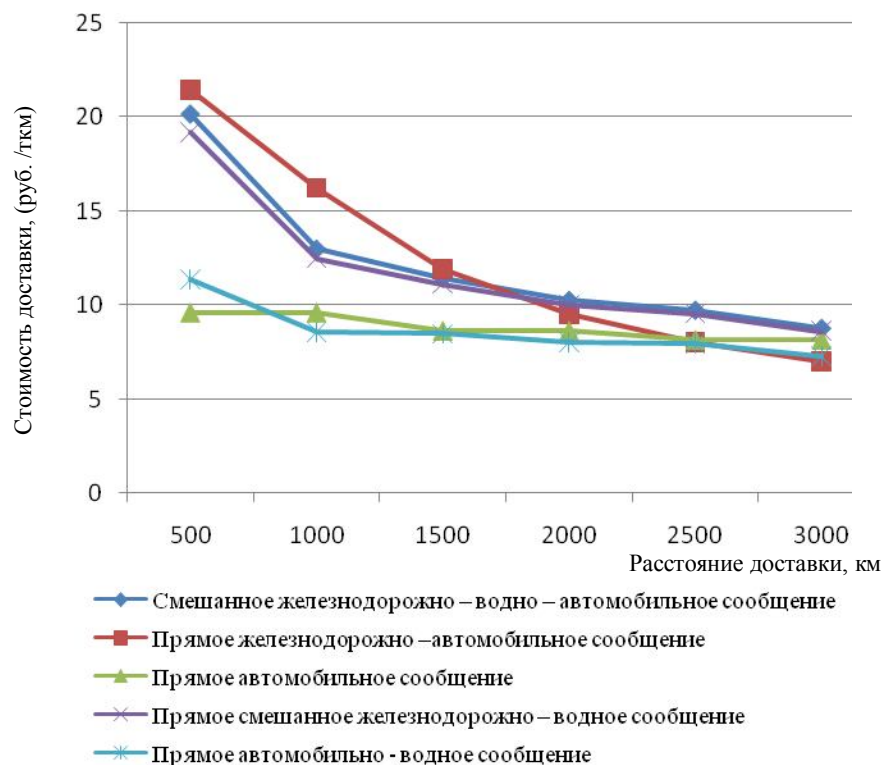


Рис. 3. Стоимость доставки партии автомобилей в зависимости от расстояний и массы партии в обусловленных схемах (руб./ткм)

В представленных расчетах не учтен вред, приносимый автотранспортом окружающей среде, дорожной инфраструктуре, уровень аварийности и энергоэффективности.

На госсовете отмечалось [1], что с 2014 года на ремонт и содержание федеральных дорог выделяется 100 – процентное финансирование по нормативам, но эффективность этих вложений будет достигнута только в том случае, если удастся прекратить проезд сверхнормативных по весу транспортных средств. Согласно статистике Росавтодора, в 2015 году за сутки через каждый из работающих в тестовом режиме 22 автоматизированных контрольных пунктов проезжало более 300 нарушителей правил перевозки тяжеловесных грузов. В год число таких фактов достигает более 1 млн случаев. Ведомством ежемесячно фиксируется от 100 до 200 тыс. нарушений весогабаритных нормативов у фур. За 2015 год на федеральных трассах от тяжеловесных грузовиков пострадали 20 мостов, восстановление каждого из этих объектов займет 1,5 – 2 года.

Безопасность. Уровень безопасности на внутренних водных путях (в денежной оценке) ниже, чем на автотранспорте в 14 раз, на железной дороге – в 2 раза.

Энергоэффективность. При перевозке одного и того же количества груза по внутренним водным путям самоходным судном грузоподъемностью 5600 тонн затрачивается в 4,3 раза меньше энергии, чем при железнодорожной перевозке, и в 33,9 раза меньше, чем при использовании грузового автотранспорта, а при использовании барже-буксирного состава грузоподъемностью 10500 тонн – в 6,7 раза меньше энергии, чем при перевозках по железной дороге, и в 52,9 раза меньше, чем при перевозке автотранспортом.

Экологичность. Удельные показатели по выбросам углекислого газа на внутреннем водном транспорте составляют лишь 5 процентов выбросов на автомобильном и 20 процентов на железнодорожном транспорте. Общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями в России, превышает цифру в 20 млн тонн. Автомобильный транспорт является основным загрязнителем воздуха в крупных городах (до 80 процентов общих выбросов), его доля в общих выбросах по стране составляет 40 процентов.

Поэтому, даже при выигрыше времени доставки партии автомобилей, и примерно равных расходах на перевозку автомобильным транспортом, предпочтение стоит отдавать транспортно – логистическим схемам с большим участием речного транспорта, ввиду явных стратегических преимуществ внутреннего водного транспорта.

Список литературы:

- [1] Шабров В.Н. Опыт эксплуатации судов для перевозки автомобилей на внутреннем водном транспорте Российской Федерации / В.Н. Шабров, А.И. Телегин, А.О. Ничипорук // Экономические проблемы управления транспортно – логистическими комплексами: сборник статей участников Десятых юбилейных Прохоровских чтений - Н.Новгород: Типография «Автор», 2014. – С. 90 – 92.
- [2] Веселов Ю.Б. Исследование способов доставки легковых автомобилей речным транспортом : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22 / Ю.Б. Веселов; Горький; науч. рук. А.П. Казаков; Горький. – Горький : Тип. ГИИВТАа, 1974. – 23с.-
- [3] Альпидовский А.Д. Современные тенденции развития информационных систем на транспорте. Труды 14-го научно – промышленного форума «Великие реки - 2012». Материалы научно – методической конференции профессорско-преподавательского состава ВГАВТ «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 2. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012.
- [4] Государственный совет Российской Федерации. Доклад «О развитии внутренних водных путей Российской Федерации». – 2016г. – С.132-141.
- [5] Шабров В.Н. Состояние и перспективы производства автомобильной техники в России и возможности её перевозки с использованием речного транспорта / В.Н. Шабров, А.И. Телегин, А.О. Ничипорук // Научный журнал Вестник ВГАВТ №43. – 2015. – С.258 – 265.

ECONOMIC – MATHEMATICAL MODEL OF THE CONSIGNMENT OF CARS DELIVERY OPTIMIZATION «FROM DOOR TO DOOR»

V.N. Shabrov, A.D. Alpidovskiy

Key words: economic - mathematical model, cars delivery by river ships

The article briefly analyzes the cars transportation by river vessels in the European part of the USSR. The authors have determined main advantages of cars waterway transportation and have demonstrated economic - mathematical model of the consignment of cars delivery optimization from the manufacturer to consumers by various means of transport, including river ships.

Статья поступила в редакцию 21.09.2016 г.

Раздел VII

**Эксплуатация водного транспорта,
судовождение
и безопасность судоходства**



Section VII

***Operation of water transport, navigation
and safety of navigation***

УДК 656.62

Ю.В. Гусева, аспирантка ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

А.Ю. Платов, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «НГАСУ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

МЕТОДЫ СБОРА ДИСЛОКАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ФЛОТА

Ключевые слова: дислокация, информационная система, оперативное планирование.

В статье рассмотрены существующие методы сбора дислокации. Показано, что автоматизация сбора дислокации не даёт качественного улучшения процессов управления работой флота. Совершенствование этих процессов может быть получено только при автоматизации оперативного планирования и регулирования работой флота на базе информационной системы управления работой флота. Определены основные требования к подсистеме сбора дислокации в рамках информационной системы управления. Предложена конкретная программная архитектура подсистемы сбора дислокации и определена стоимость её разработки.

Одним из необходимых условий автоматизации задач планирования работы флота является обеспечение соответствующих информационных систем (ИС) оперативной информацией, важнейшей составляющей которой является дислокация флота. Неудачи многих проектов по автоматизации планирования работы флота были обусловлены, в том числе и невозможностью автоматизированного сбора данных о дислокации [1].

В настоящее время имеются все технические возможности по сбору данных дислокации. Однако практически приемлемая подсистема сбора таких данных, как будет показано ниже, в общем случае не может быть реализована с помощью какого-либо универсального решения или технологии.

Используемые в настоящее время методы сбора дислокации могут быть различными даже для судовых компаний, входящих в один холдинг. Примером могут служить компании, входящие в состав холдинга UCL HOLDING, который представляет собой международную транспортную группу предприятий, оказывающих услуги по перевозке грузов железнодорожным и водным транспортом, логистике, судостроению и круизной деятельности, а также перевалке грузов в портах [2]. В судоходный дивизион UCL HOLDING входят следующие судоходные компании: ООО «В.Ф. Танкер», ОАО «СК «Волжское пароходство», ОАО «Северо-Западное пароходство».

Процедура сбора дислокации в ООО «В.Ф. Танкер» реализуется в трёх разных формах. Согласно первой форме данные о дислокации передаются капитанами судов в 00 часов 00 минут в текстовой форме. Если доступен мобильный Интернет, то данные передаются через электронную почту, и затем они вручную вносятся диспетчером в базу системы «1С: Предприятие». Если Интернет недоступен, то передача осуществляется в виде телеграмм через систему ИНМАРСАТ, текст которых затем автоматически распознаётся программой «1С: Предприятие».

Вторая форма – это передача диспетчеру и менеджеру по флоту сообщений от агента при поступлении к нему судов (например, для оформления или передачи документов). Эти данные передаются по электронной почте в произвольной форме.

В третьей форме используются автоматизированная идентификационные системы (АИС), установленные на судах компании. Эти данные используются оперативно и нигде не хранятся.

В ОАО «СК «Волжское пароходство» сбор дислокации осуществляется с использованием ИС F/3, в составе которой имеется подсистема «Дислокация флота». Функции подсистемы следующие [3]:

- прием и обработка оперативных радиogramм с судов;
- контроль и оперативная корректировка информации о текущем местоположении судна и технических характеристиках рейса;
- регистрация грузоперевозок и рейсов, формирование отчетных документов, отображающих ход транспортного процесса.

На рис. 1 представлено рабочее окно этой подсистемы.

Рис. 1. Пример основного окна «Дислокация» подсистемы «Дислокация флота» в ИС F/3

Сведения о дислокации поступают от капитанов судов либо от несущих вахту членов командного состава экипажа судна, которые обязаны посылать сообщения о местонахождении во время несения капитанской вахты. Сообщения передаются с помощью спутникового канала связи ИНМАРСАТ и имеют определённый формат. Пример такого сообщения представлен на рис. 2.

```
subject:VD-80
VD-80
1/200804 2/KARAKULINO 3/38,5 7/220818 BEREZNIKI 8/O2-2 O1-1 A/NIZHNEKAVSKIY SHL-2, BUNRER-1
KS A.SINEL'NIKOV
```

Рис. 2. Пример сообщения по дислокации в ИС F/3

Сообщения имеет возможность отслеживать диспетчер. Полностью корректное сообщение автоматически разносится в ИС F/3 в соответствующую форму. В случае некорректности каких-либо данных диспетчер может эти данные откорректировать.

В силу того, что сообщение о местонахождении судна посылается только один раз в сутки, то единовременной картины дислокации флота нет.

В ОАО «Северо-Западное пароходство» так же, как и в ОАО «СК «Волжское пароходство», при сборе дислокации используется система F/3, однако, отличие этого использования состоит в использовании так называемого «Судового модуля», с помощью которого капитаны судов в полуавтоматическом режиме передают радиотелеграммы через канал спутниковой связи ИНМАРСАТ. Данные с АИС также используются в оперативном режиме, то есть с помощью АИС можно узнать, где судно находится в конкретный момент времени, и не более того.

Кроме внутрифирменных способов получения дислокации можно пользоваться также общедоступными средствами. К ним относятся, во-первых, открытые или платные сервисы в сети Интернет. Примером бесплатного сервиса является сайт Marine Traffic, с помощью которого мониторинг местоположения морских судов реализуется в реальном режиме времени на базе АИС, устанавливаемых на все суда согласно Конвенции SOLAS [4]. В качестве другого открытого источника данных о дислокации могут стать сайты бассейновых управлений [5]. Примером платного сервиса может служить система мониторинга «Виктория», которая реализуется на базе системы ИНМАРСАТ [6].

Как можно видеть, полностью автоматизированного способа сбора дислокации не реализовано. Вследствие этого в каждый момент времени, отличный от момента передачи данных, судовая компания располагает только приблизительной прогнозной дислокацией.

Автоматизация сбора дислокации возможна, например, на базе АИС. Между тем едва ли можно утверждать, что технологически самый совершенный сбор дислокации на базе АИС вытеснит в будущем другие способы сбора дислокации.

Во-первых, и это главное, применение системы ИНМАРСАТ, которая будет использоваться АИС на большом удалении от берега, остаётся дорогим. Автоматизированная передача координат судна через короткие промежутки времени для морских судов бессмысленна, а для всех судов – сравнительно дорогая.

Во-вторых, потребности в информации конкретных судоходных компаний могут превышать возможности, предоставляемые серийно выпускаемыми АИС. Ясно, что дислокация – это не все необходимые данные, и потому целесообразно их передачу совмещать с передачей дислокации. В настоящее время АИС могут кроме координат передавать ряд других данных: осадку судна, прогнозное время прибытия, курс, данные о грузе и т.д. Но не исключено, что в целях управления потребуется передавать какой-то дополнительный набор данных, не поддерживаемый серийными приборами.

В-третьих, малые судоходные компании могут иметь потребности как в наборе данных, так и в их частоте сбора намного меньшие, чем получаемые с помощью АИС.

Эти соображения позволяют предположить, что несмотря на удешевление технологий в ближайшем будущем судовые компании будут ориентироваться на использование разных способов сбора дислокации.

С организационной точки зрения можно различить два способа передачи дислокации:

- 1) неавтоматизированный, при котором капитаны судов регулярно или нерегулярно передают информацию диспетчеру;
- 2) автоматизированный, при котором данные регулярно передаются специальной судовой коммуникационной системой.

Также можно видеть два способа приёма дислокации:

- 1) неавтоматизированный, при котором диспетчер читает телеграммы или осуществляет визуальный контроль дислокации с помощью геоинформационной программы, подобной [4].
- 2) автоматизированный, при котором данные попадают напрямую в базу данных.

Для этого в судоходной компании используются учётные системы типа 1С или F/3. С технической точки зрения могут использоваться следующие способы передачи данных.

- 1) Передача через систему ИНМАРСАТ.
- 2) Радиопередача через УКВ.
- 3) Звуковое сообщение по мобильному телефону.
- 4) Передача через мобильный Интернет.
- 5) Определение координат мобильного телефона по базовым станциям GSM.

Использование системы ИНМАРСАТ гарантирует, что с судна точно будет отправлено сообщение, которое затем будет получено адресатом. Также судно гарантировано получит такое сообщение. Сообщение может передаваться с судна на берег и в обратном направлении. Кроме того, использование этого канала связи регламентировано Правилами Российского Речного Регистра. Кроме того, ИНМАРСАТ не имеет ограничений по местоположению судна.

Стоимость такой связи зависит от тарифа, используемого судоходной компанией. По опыту эксплуатации можно оценить затраты на ИНМАРСАТ порядка 10 тыс. рублей на судно за навигацию.

Радиопередача на УКВ, на которую ориентированы АИС, возможна в ограниченных пределах – там, где имеется сеть УКВ-передатчиков в прямой видимости. Как можно видеть из [4], это все прибрежные моря и – потенциально – все реки. Следует заметить, что сервис [4] предоставляет программный интерфейс, с помощью которого возможно автоматизированное получение дислокации, а также иной информации, доступной через АИС. Стоимость такой услуги в 2016 г. – более 17 тыс. руб. за одно судно за навигацию при интервале запроса в 1 час.

Остальные три способа передачи – не специализированные и в силу этого они будут самыми дешёвыми. Последний способ пригоден только для передачи координат.

По нашему мнению для тех процедур принятия решений по оперативному управлению, которые используются в настоящее время в СК, неавтоматизированный сбор дислокации достаточен в большинстве случаев. Повышение точности и объёма данных по дислокации за счёт автоматизации сбора дислокации не изменит принципиально качество решений по оперативному управлению, пока последнее само осуществляется менеджерами или диспетчерами в неавтоматизированном режиме.

Главная проблема неавтоматизированного сбора – приблизительность дислокации – имеет значение только при условии оперативного планирования работы флота на базе уточнённых методов моделирования работы флота, которые в силу объёма вычислений могут проводиться только с помощью специальных компьютерных программ.

Таким образом, мы имеем в настоящее время ситуацию, прямо противоположную той, которая складывалась до середины 2000-х годов: возможности коммуникационных технологий превышают возможности их использования в рамках имеющихся методов оперативного управления и, следовательно, не дают от своего использования той отдачи, которая может быть теоретически достигнута.

Полноценное использование современного технологического потенциала требует внедрения в работу судоходных компаний систем поддержки принятия решений в дополнение к тем учётным системам (типа 1С или F/3), которые уже применяются на практике. Дальнейшее внедрение более развитых коммуникационных технологий без совершенствования процессов управления работой флота может быть обусловлено или оправдано только удешевлением этих технологий или же особыми требованиями государства или международных организаций.

Примерами систем поддержки принятия решения, для которых сбор дислокации должен быть и непрерывным, и автоматическим, могут быть системы оптимального нормирования или непрерывного оперативного планирования, применение которых может давать ощутимый экономический эффект [7].

Однако даже для таких систем неавтоматизированный способ передачи дислокации должен применяться наряду с неавтоматизированным. Он потребует для фиксации моментов начала-завершения операций, учёт которых имеет значение для опе-

ративного планирования: прибытия или отправления судов, ввода судов в эксплуатацию, вывода на плановый ремонт и т.д. Эти важные моменты никаким образом не фиксируются в рамках системы автоматической идентификации.

Для автоматизации приёма дислокации данных должен использоваться текстовый протокол передачи, при котором возможна автоматическая обработка поступившей информации. Это обеспечит автоматизированный приём дислокации. Заметим, что производители АИС уже используют специальный протокол NMEA.

Для реализации автоматизированного планирования на базе непрерывного сбора дислокации имеет принципиальное значение ещё один вопрос. Дело в том, что географические координаты бесполезны для задач автоматизированного планирования работы флота. Для таких задач внутренние водные пути представляются в виде ориентированного графа, морские и озёрные маршруты – в виде матрицы расстояний. Поэтому необходима реализация алгоритмов перевода географических координат в графовые и наоборот.

Рассмотрим возможную архитектуру подсистемы сбора и обработки дислокации в составе ИС управления работой флота. Всего потребуется три программных модуля типа клиент-сервер и один разделяемый модуль.

В составе такой подсистемы, во-первых, предусматривается модуль, с сервером для автоматического (полуавтоматического) сбора дислокации. Техническая его реализация будет зависеть от метода получения данных. Если ориентироваться на сбор данных со станций GSM, то сервер будет работать через SMS-модем. В полуавтоматическом режиме капитан судна будет использовать программу для смартфона (например, GPSToSMS для Android), которая будет передавать координаты по SMS. Полностью автоматический режим требует создания специального программного обеспечения для вычисления географических координат через триангуляцию по базовым станциям.

Во-вторых, необходим программный модуль, с помощью которого географические координаты будут переводиться в графовые. Именно графовые будут сохраняться в базе данных ИС для дальнейшего использования в алгоритмах прогнозирования, анализа и планирования работы флота. Это модуль реализуется как разделяемый объект.

Для перевода географических координат некоторой заданной точки в графовые должна быть создана база данных с географическими координатами отрезков линейных маршрутов. По этой базе будет осуществляться поиск ближайшего отрезка к заданной точке. Поскольку в оперативной памяти эта база будет храниться в отсортированном виде (критерий сортировки – удаление от северного полюса), то можно будет использовать эффективный бинарный поиск с асимптотической сложностью $O(\log N)$.

Третий модуль будет отвечать за визуализацию дислокации. Наиболее простой путь реализации этого модуля состоит в использовании открытых карт, доступных через интернет-сервисы. Таким сервисом является, например Яндекс. Карты. В этом случае модуль визуализации реализуется в виде Web-сервера, пересылающего по запросу географические координаты всех судов судовой компании, а также некоторые данные о судах, и Web-клиента на языке JavaScript, который посылает упомянутые запросы серверу и с помощью программного интерфейса Яндекс. Карты специальными маркерами отображает местоположение судов.

Задача четвертого модуля состоит в сборе данных о судах, передаваемых неавтоматизированным способом. Обычно это сообщения агентов или капитанов о начале (окончании) транспортных операций. Модуль также состоит из клиента, который реализуется на судовом компьютере или смартфоне и позволяет посредством простой экранной формы передать некую информацию, и Web-сервера, получающего переданную информацию и сохраняющего её в базе данных ИС.

Объём кода перечисленного программного обеспечения можно оценить сверху 20 тыс. строк кода на языке C. Согласно [8] это соответствует примерно одному челове-

ко-месяцу разработки. То есть стоимость разработки подсистемы сбора дислокации составит около 200 тыс. руб. В эту сумму не входит стоимость оборудования: GSM-модем, сервер и при необходимости смартфоны. Также не учитывается стоимость базы данных по водным путям, которая будет использована при преобразованиях географических координат.

Таким образом, можно утверждать, что система сбора дислокации для решения задач управления работой флота технически полностью реализуема и доступна даже для средних судоходных компаний.

Список литературы:

- [1] Платов А.Ю., Платов Ю.И. Проблемы внедрения аналитических информационных технологий на речном транспорте / А.Ю. Платов, Ю.И. Платов // Наука и техника транспорта. – 2010. – № 3 – С. 43–45.
- [2] Universal Cargo Logistics Holding [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uclholding.ru>.
- [3] Громов С.В. Применение корпоративной информационной системы в судоходном дивизионе UCL HOLDING / Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 35. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013. – 342с.
- [4] Карта в реальном времени – AIS – движение судов и позиции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinetraffic.com/ru/>.
- [5] ФБУ «Администрация «Волго-Балт». Дислокация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.volgo-balt.ru/page/20>
- [6] Виктория: спутниковый мониторинг судов в реальном времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://victoria.lrit.ru/index_rus/index.html.
- [7] Платов А.Ю. Методология оперативного планирования работы речного грузового флота в рыночных условиях / Речной транспорт (XXI век). – М., 2010. – № 1. – С. 77–79.
- [8] Макконнел, С. Сколько стоит программный проект / С. Макконнел. – СПб.: Питер, 2007. – 297 с.

**METHODS OF COLLECTING DISLOCATION
FOR INFORMATION SYSTEM
IN FLEET OPERATION MANAGEMENT**

J.V. Guseva, A.J. Platov

Key words: dislocation, information system, operational planning

The article describes the current methods of collecting dislocation. It is shown that the automation of the collecting of fleet tracking does not give the qualitative improvement of management processes of fleet working. Improvement of these processes can be obtained only in the automation of operational planning and management of the fleet working on the basis of the information system of the fleet operation management. The basic requirements for the subsystem of collecting dislocation are determined within the information management system. The authors offer a specific software architecture of collecting dislocation subsystem and the price of its development is determined.

Статья поступила в редакцию 30.06.2016 г.

УДК 656.62.052.4:629.12.03

В.И. Тихонов, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»**Ю.В. Бажанкин**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ И МОМЕНТОВ НА КОРПУСЕ И ДРК МАНЕВРИРУЮЩЕГО СУДНА

Ключевые слова: математическая модель, управление судном, гидродинамика судна.

В статье представлена уточненная методика определения гидродинамических усилий и моментов, действующих на корпус и ДРК маневрирующего на малых скоростях судна.

1. Введение

В настоящее время очень востребованы адекватные математические модели управляемого движения судна, которые используются в тренажерных системах и системах автоматизированного управления судном. Для обеспечения адекватности модели необходимо точное определение гидродинамических усилий и соответствующих моментов, действующих на корпус и ДРК судна.

В настоящей работе представлена уточненная методика определения гидродинамических усилий и моментов, действующих на корпус и ДРК маневрирующего на малых скоростях судна.

2. Продольные усилия

Относительная поступь винтов λ подсчитывается следующим образом:

$$\lambda = \frac{v_x (1 - \psi)}{n D_v} \quad (1)$$

Здесь

ψ – коэффициент попутного потока в месте расположения ДРК;

n – частота вращения винта;

D_v – диаметр винта.

Коэффициенты полезной тяги находятся по эмпирическим формулам, полученным на основе кривых действия винтов в свободной воде [1]:

$$K_e = A_e - B_e \lambda_1 - C_e \lambda_1^2, \quad (2)$$

где A_e, B_e, C_e – коэффициенты регрессии.

Продольные составляющие усилий, развиваемых движительно-рулевым комплексом определяются по выражению [2]:

$$X_r = K_\delta \rho n^2 D_v^4 (1 - \sin^2(K_\delta \delta_r)). \quad (3)$$

Здесь

K_δ – коэффициент, характеризующий отношение площади диска винта, которая пе-

рекрывается рулём, ко всей площади диска;
 δ_r – угол перекладки руля.

$$K_{\delta} = A_{K_{\delta}} - B_{K_{\delta}} |\delta_r| - C_{K_{\delta}} \delta_r^2, \quad (4)$$

где $A_{K_{\delta}}, B_{K_{\delta}}, C_{K_{\delta}}$ – коэффициенты регрессии.

При работе i -го винта на задний ход $\lambda_i = 0$ и

$$X_{i_i}^{3x} = -0,7 K_{e_i} \rho n_i^2 D_{\text{в}}^4. \quad (5)$$

Продольная составляющая гидродинамической силы на корпусе (сопротивление воды продольному движению судна) находится по известной формуле:

$$X_{\Gamma} = 0,5 C_{\text{хГ}} \rho L T v_x^2. \quad (6)$$

Суммарное продольное усилие, действующее на судно, подсчитывается следующим образом:

$$X = X_r - X_{\Gamma}. \quad (7)$$

3. Поперечные усилия

3.1. Гидродинамические усилия

Необходимо отметить, что при малых скоростях движения при подсчёте значений Y_{Γ} и M_{Γ} составляющими волновой природы, а также дополнительными усилиями, обусловленными креном судна, можно пренебречь. Следовательно, циркуляционные поперечные усилия, действующие на корпус судна, могут быть подсчитаны по выражению [3]:

$$Y_{\text{цир}} = -0,5 \rho L T (A_1 v_x v_y + A_2 \omega L v_x), \quad (8)$$

а отрывные поперечные усилия (с учетом усилий вязкостной природы) – следующим образом:

$$Y_{\text{отр}} = -0,5 \rho L T \left[\left(A_3 + A_{3v} \right) |v_y| v_y - \left(A_4 + A_{4v} \right) |\omega| L v_y - \left(A_5 + A_{5v} \right) |\omega| \omega L^2 \right]. \quad (9)$$

Значения величин A_i в формулах (8) и (9) подсчитываются по выражениям:

$$A_1 = 2(\bar{l}_{\text{н}} \sin \bar{q}_{\text{н}y} \cos \bar{q}_{\text{н}y} - \bar{l}_{\text{к}} \sin \bar{q}_{\text{к}y} \cos \bar{q}_{\text{к}y});$$

$$A_2 = (0,25 \sigma_{\text{н}}^2 - \bar{l}_{\text{цн}}^2) \sin \bar{q}_{\text{н}y} \cos \bar{q}_{\text{н}y} + (0,25 \sigma_{\text{к}}^2 - \bar{l}_{\text{цк}}^2) \sin \bar{q}_{\text{к}y} \cos \bar{q}_{\text{к}y};$$

$$A_3 = \bar{l}_{\text{н}} A_{\gamma_{\text{н}}} \sin^2 \bar{q}_{\text{н}y} + \bar{l}_{\text{к}} A_{\gamma_{\text{к}}} \sin^2 \bar{q}_{\text{к}y} + \bar{l}_{\text{ц}} A_{\gamma_{\text{ц}}};$$

$$A_{3v} = C_{v_y} \frac{\delta B}{T};$$

$$A_4 = (0,25 \sigma_{\text{н}}^2 - \bar{l}_{\text{цн}}^2) A_{\gamma_{\text{н}}} \sin^2 \bar{q}_{\text{н}y} - (0,25 \sigma_{\text{к}}^2 - \bar{l}_{\text{цк}}^2) A_{\gamma_{\text{к}}} \sin^2 \bar{q}_{\text{к}y} + (\bar{l}_{\text{цн}}^2 - \bar{l}_{\text{цк}}^2) A_{\gamma_{\text{ц}}};$$

$$A_{4v} = C_{v_y} \frac{B}{T} \left[\delta_{\text{н}} (0,25 \sigma_{\text{н}}^2 - \bar{l}_{\text{цн}}^2) - \delta_{\text{к}} (0,25 \sigma_{\text{к}}^2 - \bar{l}_{\text{цк}}^2) + \delta_{\text{ц}} (\bar{l}_{\text{цн}}^2 - \bar{l}_{\text{цк}}^2) \right];$$

$$A_5 = \frac{1}{3} \left[\left(0,125\sigma_n^3 - \bar{l}_{цн}^3 \right) A_{\gamma_n} \sin^2 \bar{q}_{ny} + \right. \\ \left. + \left(0,125\sigma_k^3 - \bar{l}_{цк}^3 \right) A_{\gamma_k} \sin^2 \bar{q}_{ky} + \left(\bar{l}_{цн}^3 + \bar{l}_{цк}^3 \right) A_{\gamma_{ц}} \right]; \\ A_{5_{\gamma}} = C_{\gamma} \frac{B}{3T} \left[\delta_n \left(0,125\sigma_n^3 - \bar{l}_{цн}^3 \right) + \delta_k \left(0,125\sigma_k^3 - \bar{l}_{цк}^3 \right) + \delta_{ц} \left(\bar{l}_{цн}^3 + \bar{l}_{цк}^3 \right) \right].$$

Суммарное поперечное гидродинамическое усилие, действующее на корпус судна,

$$Y_{\Gamma} = Y_{\text{шир}} + Y_{\text{отр}}. \quad (10)$$

3.2. Поперечные усилия, развиваемые движительно-рулевым комплексом и подруливающим устройством

Поперечная сила, обусловленная реакцией отклоненной струи, определяется по выражению:

$$Y_p = -K_e \rho n^2 D_b^4 K_{\delta} \sin \delta_r \cos \delta_r. \quad (11)$$

Скорость подтекания воды к винту находится по формуле:

$$v_p = v_x (1 - \psi), \quad (12)$$

а коэффициент упора винта определяется по эмпирическому выражению, полученному на основе кривых действия винтов в свободной воде [1]:

$$K_p = A_p - B_p \lambda - C_p \lambda^2, \quad (13)$$

где A_e, B_e, C_e – коэффициенты регрессии.

Упор винта подсчитывается следующим образом:

$$P = K_p \rho n^2 D^4. \quad (14)$$

Осевая (аксиальная) вызванная скорость воды в струе винта

$$\omega_a = \sqrt{v_p^2 + \frac{8P}{\rho \pi D_b^2}} - v_p. \quad (15)$$

Суммарная скорость натекания воды на рулевой орган находится по выражению:

$$v_e = \sqrt{(v_p + \omega_a)^2 + (v_y + \omega l_r)^2}, \quad (16)$$

а угол натекания –

$$\beta_e = K_{\beta} \beta_r = K_{\beta} \arcsin \frac{v_y + \omega l_r}{\sqrt{v_p^2 + (v_y + \omega l_r)^2}}, \quad (17)$$

где β_r – угол дрейфа в районе расположения ДРК;

K_{β} – коэффициент, учитывающий влияние работающего винта на величину β_r .

$$K_{\beta} = 1 - 3,1146 \frac{\omega_a}{v_p + \omega_a} + 3,1030 \left(\frac{\omega_a}{v_p + \omega_a} \right)^2. \quad (18)$$

Относительное удлинение пера руля подсчитывается следующим образом:

$$\lambda_r = D_B^2 / S_r. \quad (19)$$

Здесь S_p – площадь руля.

Коэффициент подъемной силы руля определяется по формуле [4]:

$$\mu_r = 2\pi / \left(1 + 2,2 / \lambda_r^{2/3}\right). \quad (20)$$

Циркуляционная, отрывная и стабилизирующая составляющие поперечной силы на руле подсчитываются следующим образом:

$$Y_r^{\text{цир}} = -\mu_r \frac{\rho}{2} S_r \cos \delta_r v_e^2 \sin(\delta_r + \beta_e) \cos(\delta_r + \beta_e); \quad (21)$$

$$Y_r^{\text{отр}} = -c_r^{\text{отр}} \frac{\rho}{2} S_r \cos \delta_r v_e^2 \cdot \left| \sin(\delta_r + \beta_e) \right| \cdot \sin(\delta_r + \beta_e); \quad (22)$$

$$Y_r^{\text{ст}} = -k_{\text{ст}} \rho \frac{\pi D_B^2}{4} \left(v_p + \frac{\omega_a}{2} \right) (v_y + \omega l_r). \quad (23)$$

Суммарное значение поперечной силы, развиваемой движительно-рулевым комплексом, находится по выражению:

$$\sum Y_r = \sum Y_p + \sum Y_r^{\text{цир}} + \sum Y_r^{\text{отр}} + \sum Y_r^{\text{ст}}. \quad (24)$$

Поперечное усилие, развиваемое подруливающим устройством, определяется следующим образом:

$$Y_{\text{ПУ}} = K_{e_{\text{ПУ}}} \rho n_{\text{ПУ}}^2 D_{\text{вПУ}}^4. \quad (25)$$

Суммарное поперечное усилие, действующее на судно, подсчитывается по выражению:

$$Y = Y_{\Gamma} + \sum Y_{r_i} + Y_{\text{ПУ}}. \quad (26)$$

4. Моменты действующих на судно сил

Момент циркуляционных поперечных усилий определяется по выражению:

$$M_{\text{цир}} = -0,5 \rho L^2 T (B_1 v_x v_y + B_2 \omega L v_x). \quad (27)$$

Момент отрывных поперечных усилий (с учетом усилий вязкостной природы) находится следующим образом:

$$M_{\text{отр}} = -0,5 \rho L^2 T \left[(B_3 + B_{3V}) |v_y| v_y - (B_4 + B_{4V}) |\omega| L v_y - (B_5 + B_{5V}) |\omega| \omega L^2 \right], \quad (28)$$

а значения величин B_i , в формулах (27) и (28) – по выражениям:

$$B_1 = A_2;$$

$$B_2 = \frac{2}{3} \left[\left(0,125 \sigma_n^3 - \bar{l}_{\text{цн}}^3 \right) \sin \bar{q}_{ny} \cos \bar{q}_{ny} - \left(0,125 \sigma_k^3 - \bar{l}_{\text{цк}}^3 \right) \sin \bar{q}_{ky} \cos \bar{q}_{ky} \right];$$

$$B_3 = 0,5 A_4; \quad B_{3V} = 0,5 A_{4V}; \quad B_4 = 2 A_5; \quad B_{4V} = 2 A_{5V};$$

$$B_5 = \frac{1}{4} \left[\left(0,0625\sigma_n^4 - \bar{l}_{cn}^4 \right) A_{\gamma_n} \sin^2 \bar{q}_{ny} + \left(\bar{l}_{cn}^4 - \bar{l}_{ck}^4 \right) A_{\gamma_c} - \left(0,0625\sigma_k^4 - \bar{l}_{ck}^4 \right) A_{\gamma_k} \sin^2 \bar{q}_{ky} \right];$$

$$B_{5\gamma} = C_{V_\gamma} \frac{B}{4T} \left[\delta_n \left(0,0625\sigma_n^4 - \bar{l}_{cn}^4 \right) - \delta_k \left(0,0625\sigma_k^4 - \bar{l}_{ck}^4 \right) + \delta_c \left(\bar{l}_{cn}^4 - \bar{l}_{ck}^4 \right) \right].$$

Суммарный момент поперечных гидродинамических сил, действующих на корпус судна,

$$M_\Gamma = M_{\text{шп}} + M_{\text{отр}}. \quad (29)$$

Момент, развиваемый подруливающим устройством

$$M_{\text{пу}} = Y_{\text{пу}} \cdot l_{\text{пу}}. \quad (30)$$

Момент, возникающий вследствие работы движителей «враздрай», определяется по формуле:

$$M_{\text{дв}} = \left(X_{r_2} - X_{r_i}^{\text{зх}} \right) \frac{d_{B_i}}{2}. \quad (31)$$

Суммарный момент действующих на судно сил

$$M_z = M_\Gamma + l_r \sum Y_{r_i} + M_{\text{пу}} + M_{\text{дв}}. \quad (32)$$

Заключение

В рамках работы, выполняемой ОАО «Научно-производственное объединение автоматизации имени академика Н.А. Семихатова» по созданию системы автоматизированной швартовки были проведены натурные испытания при выполнении подхода судна к причалу под управлением опытного судоводителя. В ходе испытаний были записаны с высокой точностью параметры движения судна и работы ДРК и ПУ с частотой 4 Гц.

После этого с использованием полученных телеметрических данных был выполнен расчет траектории движения судна по представленной выше уточненной математической модели. Удовлетворительная сходимость натурной и смоделированной траекторий движения судна позволила сделать вывод о корректности уточненной методики определения гидродинамических усилий и моментов, действующих на корпус и ДРК маневрирующего на малых скоростях судна.

Список литературы:

- [1] Басин А.М. Руководство по расчёту и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания / А.М. Басин, Е.И. Степанюк. – Л.: Транспорт, 1981. – 352 с.
- [2] Бажанкин Ю.В. Анализ взаимодействия гребного винта с рулевым органом судна / Ю.В. Бажанкин // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 29. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – С. 11–15.
- [3] Тихонов В.И. Основы теории динамической системы судно – жидкость / В.И. Тихонов. – Н. Новгород: ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2007. – 262 с.
- [4] Ходкость и управляемость судов: учебник для вузов / В.Ф. Бавин [и др.]; под ред. В.Г. Павленко. – М.: Транспорт, 1991. – 397 с.

IMPROVED METHOD FOR DETERMINATION OF HYDRODYNAMIC FORSES AFFECTING THE HULL, PROPULSION AND STEERING SYSTEM OF MANOEUVRING SHIP

V.I. Tikhonov, Y.V. Bazhankin

Key words: *mathematical model, ship handling, hydrodynamics of the vessel.*

The article presents a specified method for determination of the hydrodynamic forces and factors affecting the hull and the propulsion and steering system of maneuvering at slow speed vessel.

Статья поступила в редакцию 23.06.2016 г.

УДК 656.62.052.4:626.1

П.Н. Токарев, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

РАСЧЕТ СКОРОСТНЫХ И ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДНА НА МЕЛКОВОДЬЕ И В КАНАЛЕ

Ключевые слова: *судно, мелководье, канал, коэффициент стесненности, отношение осадки к глубине, падение скорости, путь, время разгона, выбег, активное торможение, методика расчета.*

Приведены исследования влияния ограниченного по габаритам фарватера на скоростные и инерционные характеристики судна. На основе анализа результатов исследований, выполненных ранее разными авторами, разработана простая методика расчета скорости движения судна, пути и времени разгона, выбега и активного торможения на мелководье и в канале.

В практике судовождения вопрос обеспечения безопасного плавания судна на мелководье и в канале часто сводится к определению места остановки судна и момента начала снижения скорости движения. Для этого, прежде всего, необходимо хорошо знать скоростные и инерционные качества своего судна в данных условиях плавания. Условия движения на мелководье и в канале существенно отличаются от условий движения на глубокой неограниченной акватории, поэтому скоростные и инерционные характеристики судов и составов значительно изменяются. Методы определения инерционных качеств судов предложены в работах В.Г. Павленко [1], Н.Ф. Соларева [2] и других авторов [3]. Применительно к условиям движения в канале – П.С. Воробьевым [4] и К.П. Степановым [5]. При определении инерционных характеристик судов в качестве исходной посылки принимаются уравнения движения судна и уравнения работы главных двигателей, т.е. рассматривается единый комплекс «корпус – движители – двигатели». Однако, используя гипотезу квазистационарности, предполагающую, что система «двигатель – движитель» может рассматриваться по отношению к системе, описывающей движение судна как безынерционная, вследствие пренебрежимо малого по сравнению с массой судна момента инерции двигательного комплекса, уравнения, описывающие работу главных двигателей, не рассматриваются [1, 3, 4]. Применяя для определения силы сопротивления воды движению судна в канале $R(v)$ формулу, предложенную Л.И. Фомкинским [5], при расчете инерционных характеристик судна на мелководье и в канале может быть использовано уравнение

$$m(1 + k_{11}) \frac{dv}{dt} = \pm z_b T_E - R(v), \quad (1)$$

где k_{11} – коэффициент присоединенной массы жидкости;

z_B – количество винтов;

T_E – полезная тяга движителя;

$R(v)$ – сила сопротивления воды движению судна на мелководье и в канале со скоростью v .

Величина $R(v)$ в этом случае определяется по выражению:

$$R(v) = k c_{10} \frac{\rho}{2} L T v^2, \quad (2)$$

где c_{10} – коэффициент сопротивления движению судна на глубокой воде;

ρ – массовая плотность воды;

L, T – длина, осадка судна;

k – коэффициент, учитывающий изменение сопротивления воды движению судна на мелководье и в канале, определяемый по формуле [5]:

$$k = 1 + 5 \left(\frac{T}{H} \right)^2 Fr_n^2 \left(\frac{1}{1 - n_k} \right)^2, \quad (3)$$

где H – глубина пути;

Fr_n – число Фруда по глубине;

n_k – коэффициент стеснения канала корпусом судна.

Упор движителей в режиме реверса принимается постоянным и равным силе упора при работе на швартовах задним ходом [3]. Довольно простые выражения, удобные для аналитического расчета инерционных характеристик судов на мелководье и в канале, можно получить, если предположить [6], что одинаковое значение величины сопротивления воды движению судна на глубокой воде и при движении на мелководье и в канале достигается при различных скоростях, то есть

$$kv^2 = v_\infty^2, \quad (4)$$

где v_∞ – скорость судна на глубокой воде при том же режиме работы движителей.

Учитывая формулу (3) и введя обозначение $\bar{v} = v / v_\infty$ из выражения (4), можно получить:

$$\bar{v}^2 + F \bar{v}^4 = 1. \quad (5)$$

Здесь F – коэффициент, определяемый по формуле

$$F = 5 \left(\frac{T}{H} \right)^2 \frac{v_\infty^2}{gH} \left(\frac{1}{1 - n_k} \right)^2. \quad (6)$$

где g – ускорение свободного падения.

Решение уравнения (5) находим в следующем виде

$$\bar{v} = \sqrt{\sqrt{\left(\frac{1}{2F} \right)^2 + \frac{1}{F}} - \frac{1}{2F}}. \quad (7)$$

Имея величину падения скорости $\bar{V}$ в конкретных условиях плавания при заданном режиме работы двигателей $\bar{v} = f(n, n_k, T/H)$, можно определить скорость движения. Коэффициент k находим из выражения:

$$k = \frac{1}{\bar{v}^2}. \quad (8)$$

Принимая значение коэффициента k по формуле (8), параметры неустановившегося прямолинейного движения судна можно определить из решения уравнения (1), которое в следующем виде

$$m(1 + k_{11}) \frac{dv}{dt} = \pm z_b T_E - k R_0 \left(\frac{v}{v_0} \right)^2, \quad (9)$$

где R_0 – сопротивление воды движению судна на глубокой воде при скорости v_0 .

Известно, что упор винта при разгоне линейно зависит от скорости [3, 7] и изменяется от значения на швартовах переднего хода до значения, равного силе сопротивления воды движению судна на установившемся режиме. В качестве допущения принимаем, что упор двигателя в период разгона постоянен и равен некоторому среднему значению:

$$z_b T_E = \eta R_0 \bar{n}^2. \quad (10)$$

Тогда уравнение (9) для случая разгона с учетом (10) и некоторых преобразований запишется в виде:

$$\frac{dv}{dt} = \bar{B} - \bar{A} v^2. \quad (11)$$

Здесь $\bar{A}$, $\bar{B}$ – коэффициенты, определяемые по выражениям:

$$\left. \begin{aligned} \bar{A} &= \frac{k c_{10}}{2B\delta(1 + k_{11})}; \\ \bar{B} &= \frac{\eta c_{10} v_0^2 \bar{n}^2}{2B\delta(1 + k_{11})}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где B – ширина судна;

δ – коэффициент полноты водоизмещения судна.

Принимая за конечную величину скорость разгона $v_p = 0,93v_0$, из уравнения (11) выражения для определения времени t_p и пути S_p разгона находим в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{1,7}{\sqrt{k \bar{A}' v_0 \bar{n} \sqrt{\eta}}}; \\ S_p &= \frac{1,04}{k \bar{A}'}, \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$$\text{где } \bar{A}' = c_{10} / 2B\delta(1 + k_{11}). \quad (14)$$

Из выражения (13) видно, что принятое допущение (10) не влияет на величину пути разгона S_p .

Наибольший интерес для судоводителей представляет знание параметров торможения. Уравнение движения судна при торможении запишется так:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m(1+k_{11})} \left[z_{\text{в}} T_{E_{\text{шв}}}^{\text{зх}} + kR_0 \left(\frac{v}{v_0} \right)^2 \right]. \quad (15)$$

Процесс торможения состоит из двух периодов: период остановки винта и активный период торможения [2]. Путь S_T и время t_T торможения определяются по выражениям:

$$\left. \begin{aligned} t_T &= t_{\Pi} + t_A; \\ S_T &= S_{\Pi} + S_A, \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

где t_{Π}, t_A – время пассивного и активного периодов торможения;

S_{Π}, S_A – путь, проходимый судном за время пассивного и активного периодов торможения.

Рекомендации по определению времени пассивного периода торможения даны в работах Н.Ф. Соларева, например в [2]. Путь, проходимый судном за время пассивного периода, определяется из решения уравнения (15) при $T_E = 0$:

$$S_{\Pi} = \frac{1}{k\bar{A}'} \ln |1 + k\bar{A}' v' t_{\Pi}|, \quad (17)$$

где v' – скорость движения судна на мелководье или в канале при заданном режиме работы движителей:

$$v' = v_0 \bar{v} \bar{n}. \quad (18)$$

Скорость судна в конце пассивного периода определяется из выражения:

$$v_{\Pi} = \frac{v'}{1 + k\bar{A}' t_{\Pi}}. \quad (19)$$

Решение уравнения (15) для определения параметров активного периода торможения при начальной скорости движения v_{Π} находим в виде:

$$\left. \begin{aligned} t_A &= \frac{1}{\sqrt{k}\bar{A}' v_0 \sqrt{\bar{T}_{3X}}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{k} v_{\Pi}}{v_0 \sqrt{\bar{T}_{3X}}}; \\ S_A &= \frac{1}{2k\bar{A}'} \ln \left| 1 + \frac{k v_{\Pi}^2}{v_0^2 \bar{T}_{3X}} \right|. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

В выражениях (20) коэффициент $\bar{T}_{3X}$ определяется по формуле:

$$\bar{T}_{3X} = \frac{T_{3X}}{R_0}. \quad (21)$$

Параметры движения судна по инерции в первом периоде определяются по выражениям (17) – (19). После остановки винтов судно тормозится под действием силы сопротивления воды движению корпуса судна и силой сопротивления винтов:

$$R'_0 = R_0 + p_v v_0^2, \quad (22)$$

где p_v – коэффициент сопротивления винтов.

По данным И.Я. Миниовича коэффициент p_v определяется по выражению[7]:

$$p_v = 0,1 D_v^2 \Theta_v (1 - \psi)^2. \quad (23)$$

Время t_v и путь S_v , проходимый судном при выбеге при значении конечной скорости $v_v = 0,1 v_{II}$, определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} t_v &= \frac{9,0}{k \bar{A}' v_0}; \\ S_v &= \frac{2,3}{k \bar{A}'} \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

В формулах (24) величина $\bar{A}'$ определяется по выражению:

$$\bar{A}' = \frac{c_{10} + \bar{p}_v}{2B\delta(1 + k_{11})}, \quad (25)$$

где $\bar{p}_v = p_v / LT$.

Проверка приемлемости выражений, полученных в настоящем параграфе, выполнена по результатам исследований других авторов [4, 5]. Анализ результатов сравнения показывает, что расхождения с данными, полученными в работах [4, 5], не превышают 5–7%.

На рис. 1 представлены графические зависимости расчета времени t_T и пути S_T торможения теплохода типа «Волгонепфь» в канале им. Москвы ($H = 5,5$ м, $n_k = 0,164$) в зависимости от начальной скорости движения. Там же нанесены данные, заимствованные из работы [5]. Расхождение по времени составляет 3,4%, по пути торможения 3,2%.

Расчет скорости движения теплохода проекта 1577 в грузу в зависимости от режима работы двигателей и путевых условий приведен на рис. 2.

Относительная простота и приемлемая точность расчетов скорости движения и инерционных характеристик судов и составов позволяет рекомендовать предложенную методику для практического использования.

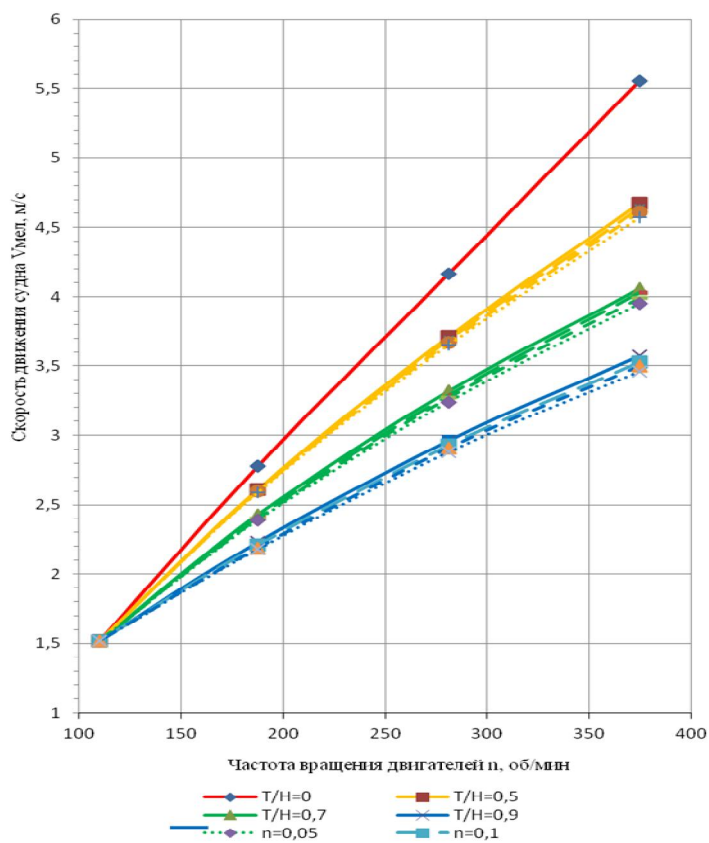


Рис. 1. Зависимость скорости движения судна от коэффициента стесненности, отношения T/H и режима работы движителей

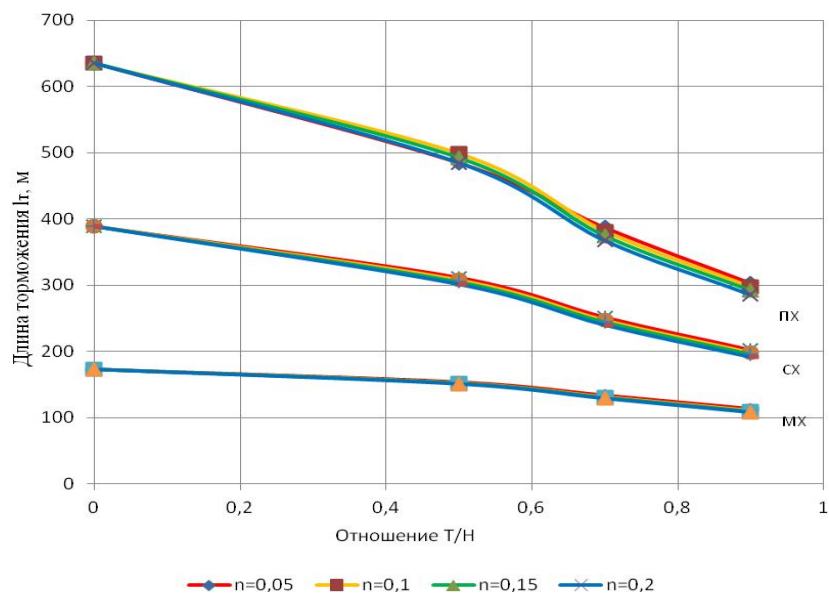


Рис. 2. График зависимости пути активного торможения от габаритов пути и режима движения

Список литературы:

- [1] Павленко В.Г. Маневренные качества судов и составов. – М.: Транспорт, 1989. – 184 с.
- [2] Соларев Н.Ф. Безопасность маневрирования речных судов и составов. – М.: Транспорт, 1980. – 215 с.
- [3] Справочник по теории корабля. Т. 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители / Под ред. Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 768 с.
- [4] Воробьев П.С. Анализ и метод определения инерционных характеристик судов в условиях ограниченного фарватера: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Горький: Горьков. ин-т инж. водн. трансп. (ГИИВТ), 1968. – 23 с.
- [5] Степанов К.П. Исследование инерционных характеристик судов при движении в каналах: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Л.: Ленингр. высшее инж. – морск. уч-ще (ЛВМУ), 1977. – 22 с.
- [6] Басин А.М. Гидродинамика судов на мелководье [Текст] / А.М. Басин, И.О. Веледницкий, А.Г. Ляховицкий. – Л.: Судостроение, 1976. – 320 с.
- [7] Рыжов Л.М., Соларев Н.Ф. Маневренность речных судов и составов. Ч. II. – Горький: Волго-Вятское книжное изд-во, 1965. – 123 с.

**THE CALCULATION OF THE SPEED
AND INERTIAL CHARACTERISTICS OF THE VESSEL
AT SHALLOW WATER AND IN CHANNEL**

P.N. Tokarev

Keywords: ship, shallow water, channel, constraint factor, the ratio of draft to depth, speed falling, route, acceleration time, run out, active slowdown, method of calculation

The article presents the research of influence of the limited fairway on the speed and inertial characteristics of the vessel. Basing on the previous analysis of the results of studies carried out by different authors, simple method of calculating the rate of movement of the vessel, the route and the acceleration time, run out, active slowdown at shallow water and in the channel was developed.

Статья поступила в редакцию 22.06.2016 г.

Раздел VIII

Эксплуатация судового энергетического оборудования



Section VIII

Operation of ship power equipment

УДК 629.12.001.2: 656.66.

В.И. Самулев, к.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Ю.П. Мухин, судовой электромеханик «Балтик Групп Интернэйшенел»

В.К. Калачёв, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

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

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ СХЕМ ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПАРОМА ПРОЕКТА 1809 (ТИП «САХАЛИН»)

Ключевые слова: сравнение, гребная электрическая установка, гребной электродвигатель, фрезерование льда, имитационная модель, высшие гармонические составляющие, калькуляция, график годовых расходов.

В работе произведено определение, сравнение, проработка четырёх вариантов схем электродвижения, взятых с едиными параметрами типовой гребной электрической установки (далее ГЭУ). Данными параметрами являются мощность, момент, скорость вращения гребного электродвигателя (далее ГЭД). В качестве типовой схемы была взята схема гребной электрической установки морского парома проекта 1809 (тип Сахалин).

Для сравнения технических характеристик исходного варианта с предлагаемыми вариантами используются данные ледовых испытаний ГЭУ парома [1] и данные испытаний моделей схем ГЭУ в пакете Матлаб Симулинк (Лицензия № 271828).

В процессе моделирования производилось максимальное сближение всех вышеуказанных характеристик к единым параметрам. Оценка и сравнение производились на основании графиков тока и напряжения.

Варианты, которые даются для сравнения, по мнению авторов статьи следующие:

- Вариант № 1 – Сохранение существующей установки проекта 1809;
- Вариант № 2 – Установка на переменном токе с использованием конвертора ШИМ (широтно-импульсная модуляция) в цепи главного тока;
- Вариант № 3 и 4 – Установка двойного рода тока с использованием индуктивно-ёмкостного преобразователя (ИЕП) и неуправляемого выпрямителя (НВ) в цепи главного тока (различие между вариантами № 3 и № 4 заключается в ГЭД постоянного тока новой модели) [2].

Рисунок 1 изображает схему управления носового контура ГЭУ парома.

На рисунке 2 показаны графики ледовых испытаний парома при условии частичного фрезерования, полного фрезерования и заклинивания гребного винта.

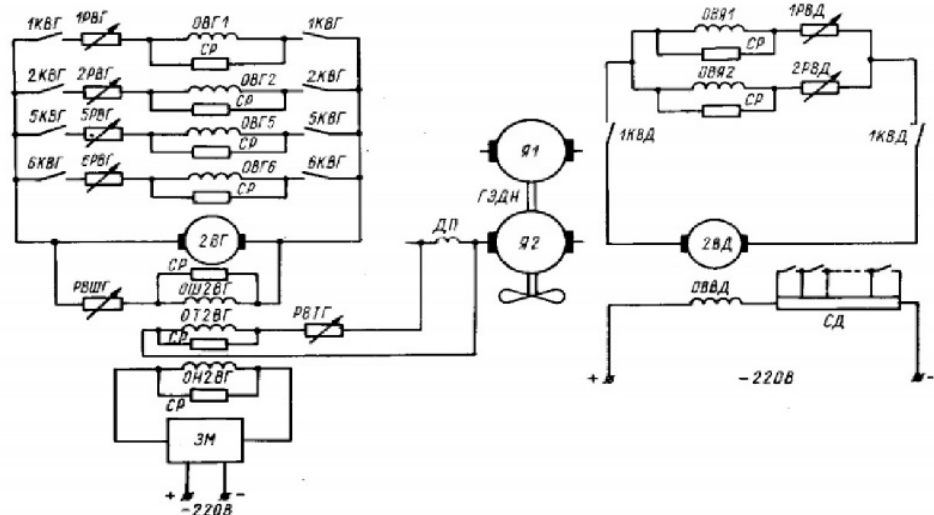


Рис. 1. Схема управления носового контура ГЭУ парама

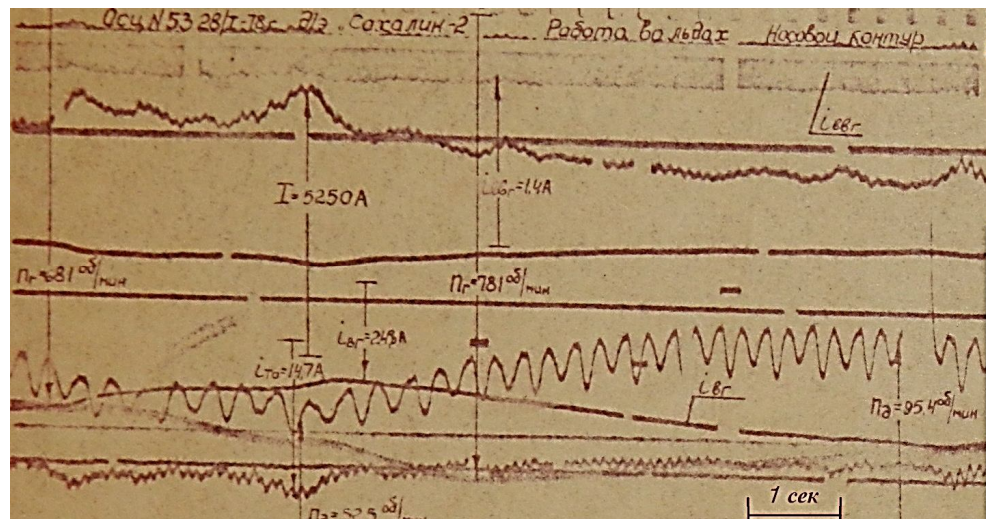


Рис. 2. Графики ледовых испытаний носового контура ГЭУ парама «Сахалин»
(Бросок тока 5250 А провал частоты 52,5 об/мин)

Представляется возможным сравнить данные графики с графиками испытаний моделей вариантов модернизации № 2, 3(4).

На рис. 3 показана схема имитационной модели варианта № 2 модернизации парама с использованием ШИМ-конвертора в цепи главного тока [3].

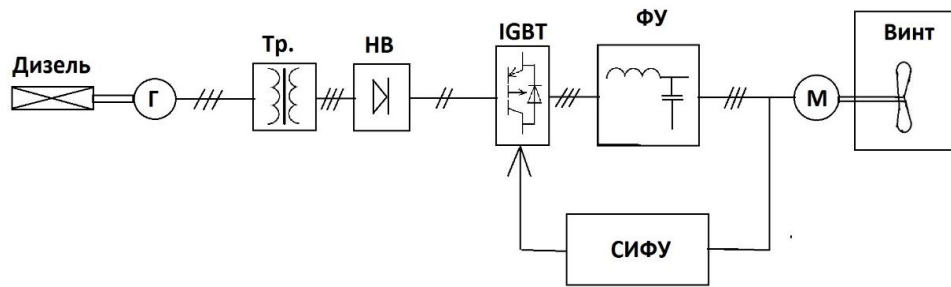


Рис. 3. Схема имитационной модели варианта модернизации паромасилового двигателя с использованием ШИМ-конвертора в главной цепи

После сборки блоков имитационной модели в Матлаб Симулинк, согласно литературе [4, 5] спроектирован новый двигатель на необходимую мощность, данные которого прописываются в окне параметров модели асинхронного гребного электродвигателя.

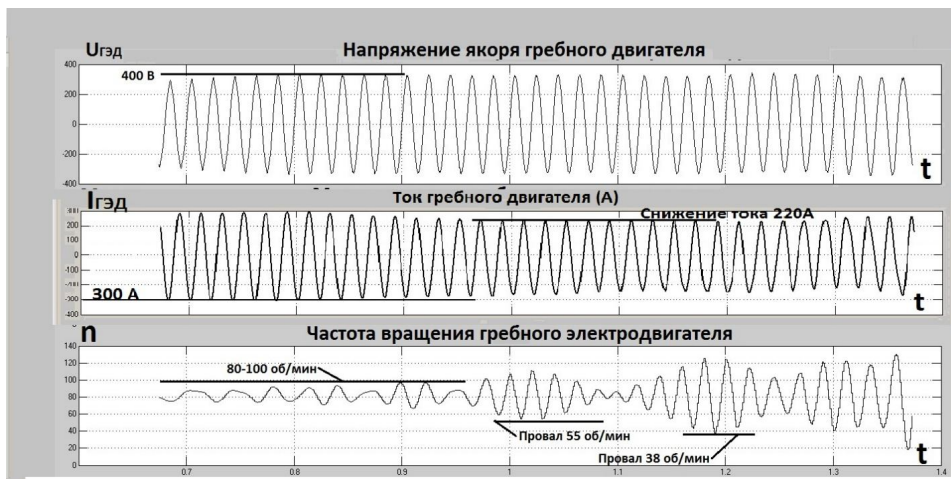


Рис. 4. График напряжения, тока якоря и скорости вращения ГЭД при ледовых испытаниях имитационной модели варианта модернизации № 2 (ГЭУ на переменном токе с использованием конвертора ШИМ-конвертора в цепи главного тока) (Нужен дополнительно график тока)

В результате моделирования удалось добиться снижения тока ГЭД с 300 А до 220 А. Провал частоты при этом составил свыше 70 об/мин. Это стало возможным при точной настройке регулятора напряжения ШИМ-конвертора. При этом расчёт высших гармонических составляющих напряжения показал, что при фрезеровании льда действие оказывают 5, 7, 11, 13 гармоники напряжения кроме основной. Расчёт гармонических составляющих производился в программе Mathcad (версия 2015) на основании графика напряжения ГЭД [6] в программе Matlab (версия 2014). При этом блок THD (total harmonic distortion) в Матлаб симулинк показал уровень 80% на общей осциллограмме ГЭД.

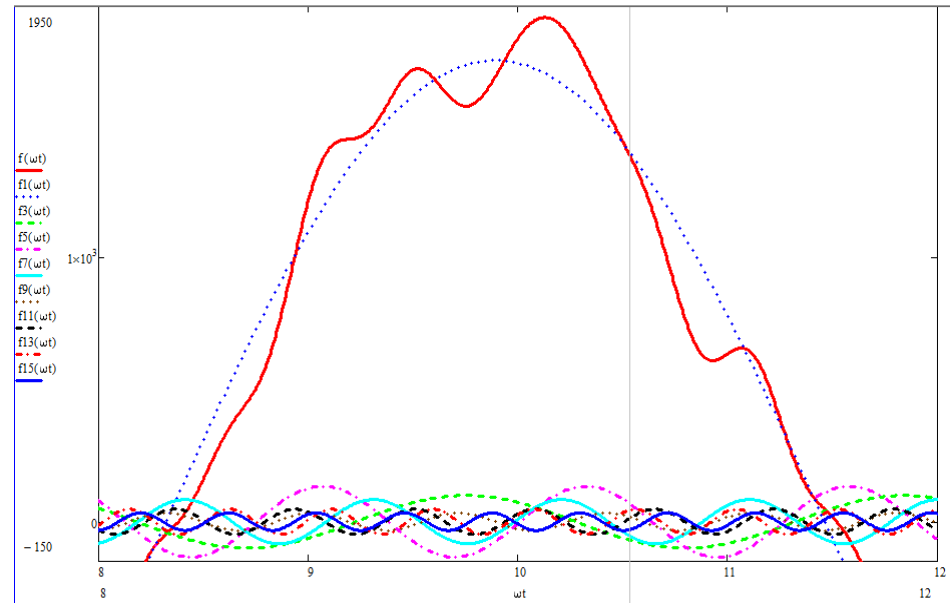


Рис. 5. График, иллюстрирующий действие высших гармонических составляющих напряжения при условии фрезерования льда на ГЭД переменного тока

В варианте № 3 (4) используется индуктивно-ёмкостный преобразователь (далее ИЕП) (Самулеев-Мухин), который, так же как и предыдущий вариант, снижает броски тока при фрезеровании или заклинивании. Это явление возникает в результате появления последовательного резонанса в настроенном колебательном контуре. Для снижения отрицательного воздействия высших гармонических используется фильтрующее устройство в цепи постоянного тока.

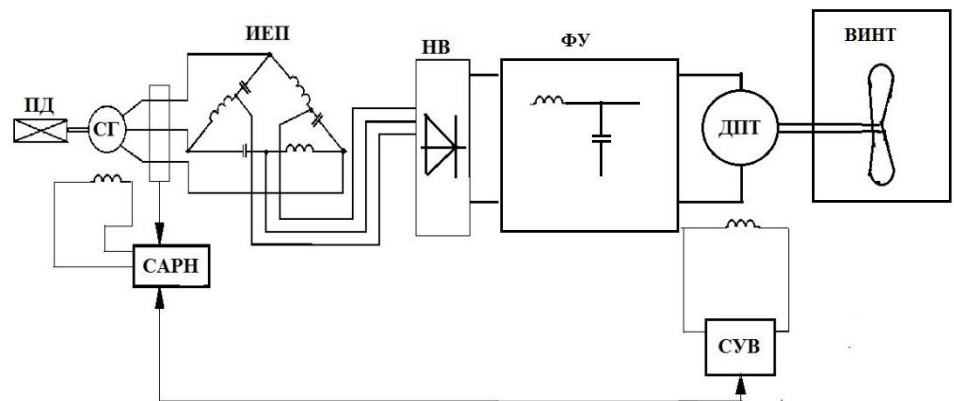


Рис. 6. Имитационная модель варианта № 3(4) ГЭУ двойного рода тока

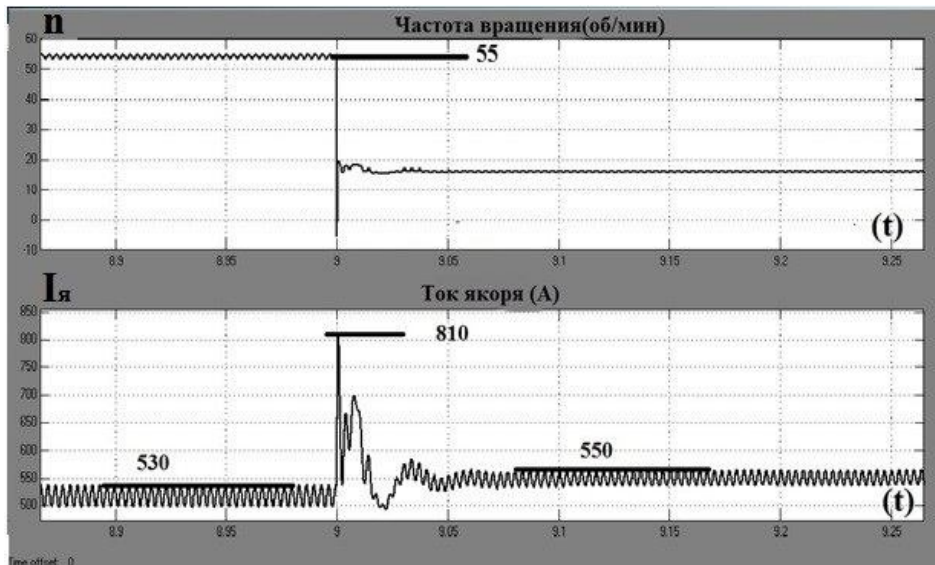


Рис. 7. График ледового испытания модели варианта модернизации № 3 и 4
(Установка двойного рода тока с использованием ИЕП
и НВ в цепи главного тока)

В данном варианте расчёт гармонических составляющих велся в двух участках схемы – между генератором и ИЕП, и между ИЕП и неуправляемым выпрямителем.

Расчёт показал, что действие оказывают на первом участке (рис. 8) 5-я, 7-я, 11-я, 13-я гармоники, так же как и при ГЭУ переменного тока с ШИМ-контроллером. На втором же участке замера (рис. 9), на неуправляемый выпрямитель проходят только 5-я и 7-я гармоники, кроме основной. При этом блок THD (total harmonic distortion) в Матлаб Симулинк показал уровень 40% на общей осциллограмме.

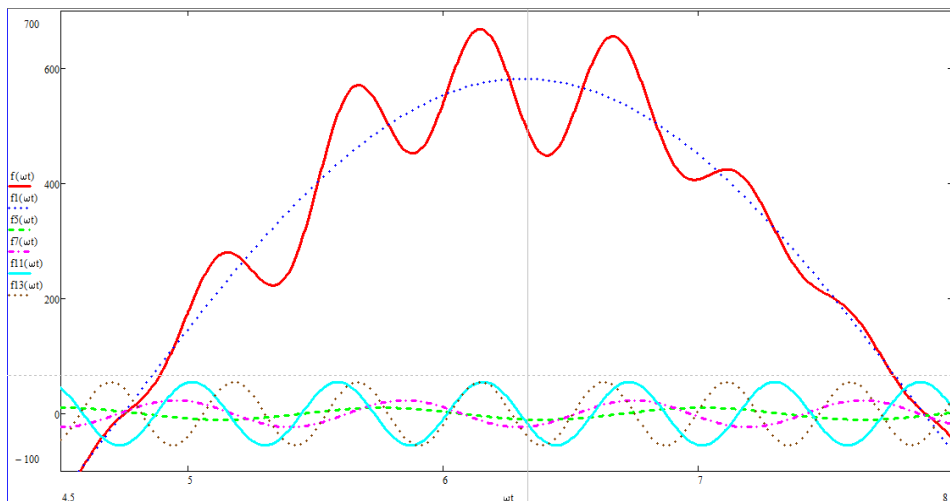


Рис. 8. Графики расчёта высших гармонических составляющих
для первого участка замера в схеме варианта № 3(4)

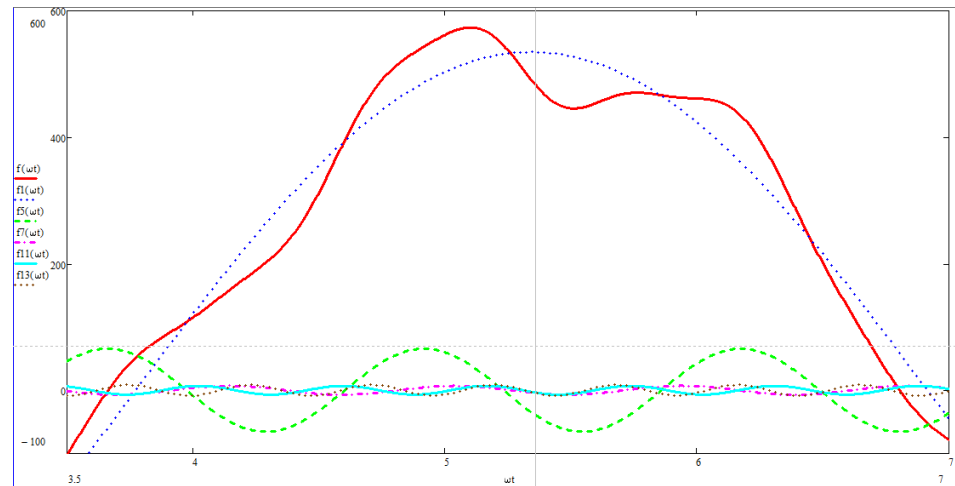


Рис. 9. Графики расчета высших гармонических составляющих для второго участка замера в схеме варианта № 3(4)

Для сравнения экономических показателей всех трёх вариантов модернизации с существующим были приняты следующие допущения.

Учёт модернизации производился только для электрооборудования кроме цен на топливо и масло. Цены на топливо взяты у организаций, производящих бункеровку вышеуказанного парома в городе Холмск (Сахалинская область). Цены на масло взяты у организаций, поставляющих масло в городе Владивосток (перевозка судами Сахалинского морского пароходства не учитывается).

Цены на оборудование взяты у организаций, производящих проектирование, разработку, производство, поставку и монтаж электрооборудования в городах Санкт-Петербург, Владивосток, Корсаков, имеющие все необходимые лицензии и опыт монтажа данного оборудования на судах.

На основании цен на оборудование, топливо, смазку, зарплаты экипажа, цены на перевозку груза, вагонов, автотранспорта, пассажиров, военной техники, были составлены графики годовых расходов и модернизационных статей по всем четырём вариантам [7]. Также выполнены расчёты срока окупаемости с учётом дисконтирования для 1 года и семи лет по вариантам модернизации не включая исходного варианта.

На основании таблиц и расчётов составлены Графики годовых расходов и калькуляции модернизационных статей (графики на рис. 10 и рис. 11).

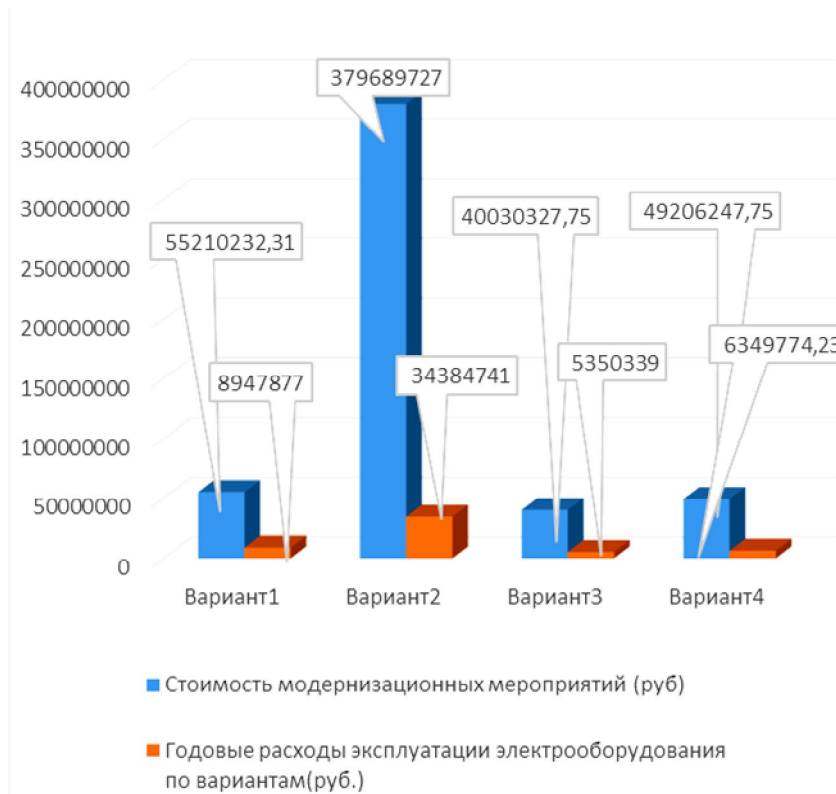


Рис. 10. Затраты на модернизацию по вариантам

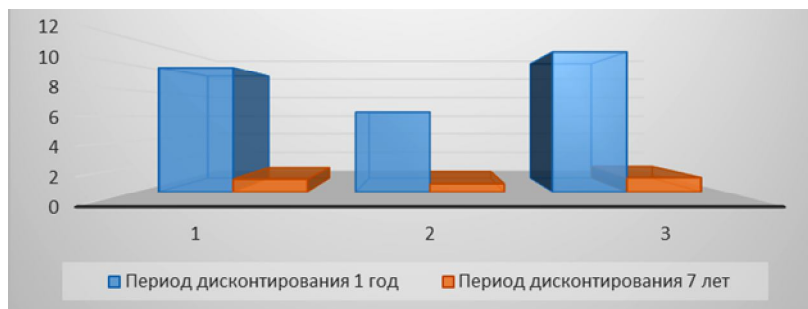


Рис. 11. Зависимость срока окупаемости от периода дисконтирования по вариантам модернизации

Анализируя данные таблиц и графиков можно сделать следующие выводы:

1) при точном регулировании регулятора напряжения инвертора ШИМ ГЭУ переменного тока возможно добиться снижения бросков тока главной цепи, что очень важно для безаварийной работы; Наличие IGBT транзисторов позволяет получить преобразователь на такую мощность, а соответственно и ГЭУ такого типа может рассматриваться как вариант модернизации;

2) схема двойного рода тока по сравнению со схемой переменного тока имеет более лучшие показатели по качеству электрической энергии. Также она не имеет схем защиты тока главной цепи, что удешевляет её конструкцию;

3) основываясь на принципе постоянного улучшения схемных решений можно сделать вывод, что ГЭУ двойного рода тока имеет более перспективное будущее;

- 4) при сохранении прежней схемы ГЭУ (вариант № 1) затраты годовые будут только увеличиваться при снижении их окупаемости;
- 5) вариант модернизации № 2 имеет очень большие затраты на установку и регулировку всех агрегатов, поэтому невыгоден;
- 6) вариант № 4 обязывает к замене всей установки, что удорожает его ровно на цену гребных электродвигателей при практически таких же технических данных, что и в варианте модернизации № 3;
- 7) вариант модернизации № 3 наиболее предпочтителен в условиях модернизации судов на Дальнем востоке, так как более окупаем технически и экономически.

Список литературы:

- [1] Отчёт по научно-исследовательской работе «Исследование режимов работы и определение мероприятий по повышению эффективности работы гребной электрической установки паромов типа «Сахалин» / ЛВИМУ им. С.О. Макарова. – Ленинград, 1978.
- [2] Самулеев В.И., Мухин Ю.П. Исследование переходных процессов в ГЭУ паромов проекта 1809 (тип «сахалин») с использованием индуктивно-емкостного преобразователя. // Вестник ВГАВТ. – Вып. 45. 2015. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ. – С. 281–288.
- [3] Штумпф Э.П. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника. – СПб: Судостроение, 1993. – 352 с.
- [4] Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; Питер, 2008. – 288 с.
- [5] Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: учебное пособие. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – 320 с.
- [6] Макаров Е.Г. Инженерные расчёты в MATHCAD 15: учебный курс. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
- [7] Эффективность проектных решений: метод. указания для студ. оч. и заоч. обучения специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» / сост. – В.К. Калачев, А.С. Трошин. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014. – 24 с.

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS
OF ELECTRIC PROPULSION SCHEMES VARIATIONS
IN THE MODERNIZATION OF THE FERRY PROJECT
1809 (TYPE «SAKHALIN»)**

V.E. Samuleev, J.P. Mukhin, V.K. Kalatscheov

Keywords: comparison, electric propulsion plant, propeller motor, milling of the ice simulation model, the higher harmonic components, costing, schedule of annual expenditures.

We have made a definition, a comparison study of four propulsion scheme variants, taken from the unified parameters of the electric propulsion model (the power plant). These parameters are power, torque, the electric engine speed of rotation. We have taken the electric propulsion system scheme of the marine ferry project 1809 (type Sakhalin) as a model.

Статья поступила в редакцию 28.03.2016 г.

УДК 62-533.66

А.В. Соловьев, к.т.н., старший преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

УПРАВЛЕНИЕ УТИЛИЗАТОРАМИ ВЫПУСКНЫХ ГАЗОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Ключевые слова: энергетическая эффективность, судовые энергетические установки, вторичные энергоресурсы, системы управления, утилизаторы теплоты, матричная математическая модель, утилизационный котел.

В статье рассмотрены вопросы повышения энергетической эффективности судовых энергетических установок. Исследованы причины недостаточного использования вторичных энергоресурсов на судах. Предложена идеология построения системы управления утилизаторами теплоты выпускных газов. Описана методика составления и использования матричной модели утилизационного котла.

1. Введение

Повышение энергетической эффективности судовых энергетических установок (СЭУ) может быть достигнуто путем применения на судах оборудования различного типа и систем, позволяющих утилизировать вторичную теплоту, то есть теплоту сгоревшего топлива, не использованную при осуществлении рабочего процесса главных и вспомогательных двигателей, автономных котлов, вырабатываемую холодильными машинами и другими объектами СЭУ.

Источниками вторичной теплоты на судах являются выпускные газы двигателей, наддувочный воздух, вода (жидкость) внутреннего контура охлаждения главных и вспомогательных двигателей, холодильных машин систем кондиционирования воздуха и охлаждения трюмов рефрижераторных судов. В комплексных системах утилизации вторичной теплоты могут быть задействованы несколько источников в различных сочетаниях.

Несмотря на то, что систему утилизации теплоты (СУТ) различного типа и сложности внедряют на флоте с 40-х годов прошлого столетия, вопросами совершенствования утилизации теплоты на судах занимались многие специалисты, разработаны концепции применения того или иного оборудования, созданы методы определения оптимального состава утилизационных систем [1–5]; на вновь строящихся судах не всегда применяются СУТ, сочетающие в себе несколько видов утилизационных устройств. Проектанты не уделяют должного внимания данному направлению энергосбережения, поскольку не всегда готовы оценить его преимущества. Например, на серии новых судов пр. № RST54 (комбинированное судно-площадка/танкер), применяются два паровых утилизационных котла, установленных в газовыпускной системе главных двигателей, при этом тепловые потоки выпускных газов вспомогательных двигателей и охлаждающей воды главных и вспомогательных двигателей полностью выбрасываются в окружающую среду. На обстановочных судах пр. № BLV02, построенных на класс М-СПЗ,5(лед 40)А и предназначенных для эксплуатации при температурах наружного воздуха от +40°C до –20°C, в том числе морских районах А1, вообще не применяются СУТ. Аналогичная ситуация на новых судах пр. №SV2407, А217-1 и др. равно как на судах, находящихся в эксплуатации. На повестке дня у проектных организаций и судовладельцев не стоит вопрос оснащения судов СУТ, не говоря уже о комплексных СУТ (КСУТ).

Одной из причин недостаточного использования вторичных энергоресурсов на

судах является отсутствие автоматизированных систем управления КСУТ, которое приводит к снижению экономической эффективности КСУТ и к сложностям интеграции в единую автоматизированную систему управления СЭУ.

Исследованиями [1, 2] установлено, что для отдельных типов судов, например, круизных пассажирских теплоходов с низкими значениями коэффициента ходового времени, применение утилизационных котлов, использующих теплоту выпускных газов ГД, не всегда экономически оправдано. Принимая это обстоятельство во внимание, укажем, что авторами [1, 2] рассматривались отдельные СУТ, не оснащенные автоматизированными системами управления, которые без участия обслуживающего персонала выбирали бы для каждого эксплуатационного режима работы СЭУ наиболее эффективное сочетание элементов КСУТ, то есть управляли включением утилизаторами теплоты выпускных газов (далее на схемах – УК) от ГД или ДГ, либо обеспечивали совместную работу утилизаторов от ГД и ДГ, а также включение на зарядку или разрядку аккумуляторов теплоты и т. д. Применение аккумуляторов теплоты на речных судах сдерживается отчасти необходимостью включать вручную на зарядку или разрядку такие аккумуляторы, что с неизбежностью влечет за собой несвоевременную с позиций эффективности СУТ зарядку или разрядку аккумуляторов теплоты обслуживающим персоналом. В этой связи, разработка принципов и алгоритмов функционирования автоматизированной системы управления КСУТ является важной и актуальной задачей.

2. Идеология построения системы управления утилизаторами теплоты выпускных газов

Одной из задач создания автоматически управляемой КСУТ речных судов, сочетающей в себе СУТ выпускных газов с объединительными заслонками, СУТ охлаждающей воды (жидкости) и аккумулятор теплоты фазовых переходов, является разработка алгоритма управления, позволяющего с высокой точностью определить располагаемый тепловой поток выпускных газов Φ_r каждого работающего двигателя и выбрать наилучшую для данных условий схему включения в работу УК от газодыпускных систем ГД или ДГ. Такой алгоритм позволит получить наибольшую эффективность УК для текущих режимов работы ГД и ДГ. Включение в работу УК осуществляется выбором положения объединительных заслонок газодыпуска (ЗГ) ГД и ДГ.

Актуальность данной задачи подтверждается тем, что эффективность КСУТ в целом зависит от эффективности работы каждого ее элемента. При неточном выборе положения ЗГ снижается эффективность утилизаторов теплоты выпускных газов, а следовательно, степень утилизации теплоты КСУТ.

Блок-схема разработанной системы управления ЗГ представлена на рис. 1, где: $U(t)$ – управляющее воздействие на ЗГ (включение УК в работу от ГД или ДГ, отключение УК);

$\Phi_{ГДк}$ – задание на включение/выключение УК в работу;

$\Phi_{ГД}(t)$ – текущее значение располагаемого теплового потока выпускных газов;

$T_{в.г.1}$ – температура выпускных газов ГД;

$m_{п.с.1}$ – массовый секундный расход продуктов сгорания ГД;

$T_{в.г.2}$ – температура выпускных газов ДГ;

$m_{п.с.2}$ – массовый секундный расход продуктов сгорания ДГ;

t_r – температура выпускных газов на входе в утилизатор теплоты выпускных газов;

t_x – температура выпускных газов на выходе из утилизатора теплоты выпускных газов;

$\Phi_{н.в.}(t)$ – текущее значение теплового потока, воспринимаемого водой в утилизаторе теплоты выпускных газов.

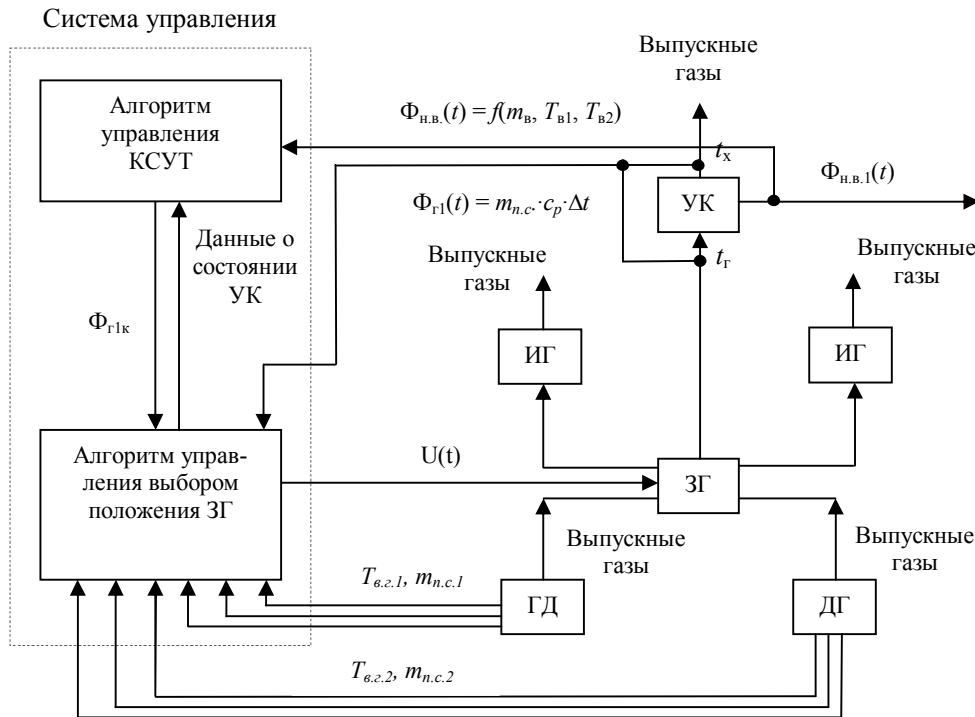


Рис. 1. Блок-схема системы управления ЗГ

На рис. 2 показано распределение временных ресурсов цикла А1 алгоритма управления КСУТ. Здесь А2 – время на анализ состояния КСУТ и принятия решения о включении/выключении УК в работу ($\Phi_{Г1к}$), А3 – время работы алгоритма управления выбором положения ЗГ для получения наибольшего располагаемого теплового потока выпускных газов $\Phi_{Г}$, τ – частота опроса датчиков $T_{в.г.}$, $m_{п.с.}$.

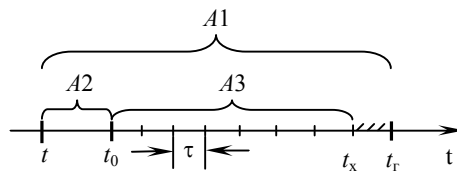


Рис. 2. Распределение временных ресурсов цикла управления КСУТ

Система управления, реализуя алгоритм управления КСУТ выбором положения ЗГ, вырабатывает управляющее воздействие $\Phi_{Г1к}$. Анализируются сигналы $\Phi_{Г1к}$, $T_{в.г.1}$, $m_{п.с.1}$, $T_{в.г.2}$, $m_{п.с.2}$ и принимается решение о подаче управляющего воздействия $U(t)$ на ЗГ для включения УК в работу от ГД или ДГ, отключение УК. Управление ведется одиночным управляющим импульсом неопределенной длительности.

Для реализации данной системы необходимы следующие расчетные зависимости. Тепловой поток $\Phi_{Г}$ определяется по формуле, кВт:

$$\Phi_{Г} = m_{п.с.} \cdot c_{р} \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где $m_{п.с.}$ – массовый секундный расход продуктов сгорания (выпускных газов двигателя), кг/с. Измерение расхода выпускных газов осложняется их сравнительно высокой температурой, поэтому целесообразно рассчитывать этот параметр суммированием массовых секундных расходов топлива $B_{Г}$ и воздуха m_0 ($m_{п.с.} = B_{Г} + m_0$),

кг/с, измерение которых для целей автоматизированных систем управления не представляет затруднений;

c_p – средняя удельная изобарная теплоёмкость продуктов сгорания, кДж/(кг·К). Для целей управления допустимо рассчитывать c_p по формуле:

$$c_p = 1,0532 + 1,598 \cdot 10^{-4} \cdot \bar{t}, \quad (2)$$

$\bar{t}$ – средняя температура газов в утилизационном котле $\bar{t} = (\bar{t}_r + \bar{t}_x)/2$;

Δt – перепад температуры газов в утилизационном котле, °C: $\Delta t = \bar{t}_r - \bar{t}_x$.

3. Методика составления и использования матричной модели УК

Опишем методику построения математической модели управления УК для решения задачи определения наибольшего $\Phi_{r1}(t)$ при различных режимах работы ГД и ДГ (рис. 3). Укажем, что для каждого двигателя (ГД и ДГ), работающего совместно с УК, отдельно должны использоваться зависимости (1) и (2). Режимы работы двигателя определяются с помощью двух датчиков, дающих информацию о температуре выпускных газов и массовом секундном расходе продуктов сгорания.

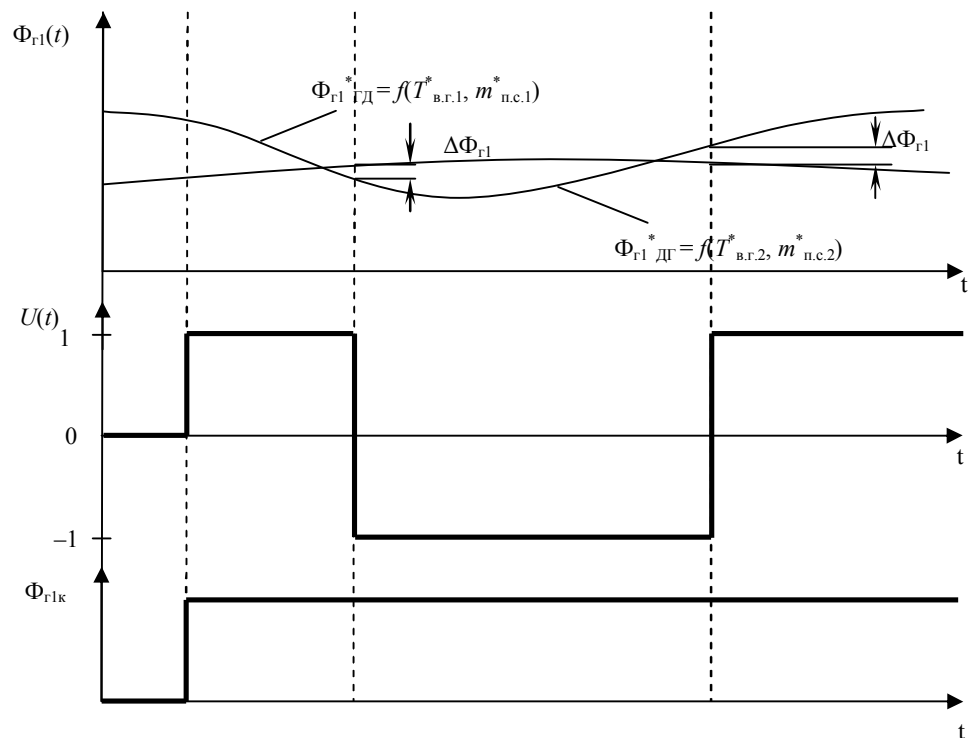


Рис. 3. Ожидаемая динамика управления $\Phi_{r1}(t)$ утилизатором теплоты выпускных газов: $\Phi_{r1}^*_{ГД}$ и $\Phi_{r1}^*_{ДГ}$ – располагаемые тепловые потоки выпускных газов при работе утилизаторов от ГД и ДГ соответственно, полученные из информационных матриц; $\Delta\Phi_{r1}$ – заданная точность

Определение наибольшего $\Phi_{r1}(t)$ осуществляется с помощью математических моделей объекта (УК), представленные в виде информационных матриц его возможных состояний $\Phi_{r1}^*_{ГД} = f(T^*_{в.г.1}, m^*_{п.с.1})$ и $\Phi_{r1}^*_{ДГ} = f(T^*_{в.г.2}, m^*_{п.с.2})$.

Информационные матрицы заполняются по результатам натурных испытаний совместной работы ГД-УК и ДГ-УК. Матрицы хранят информацию о величинах

$\Phi_{ГД}^*(m_1, n_1)$ и $\Phi_{ДГ}^*(m_2, n_2)$ (рис. 4). Индексы m_1, n_1 и m_2, n_2 рассчитываются по формулам:

$$m_1 = \text{int} \left(\frac{T_{в.г.1}(t_i)}{\varepsilon_1} \right); n_1 = \text{int} \left(\frac{m_{п.с.1}(t_i)}{\varepsilon_2} \right);$$

$$m_2 = \text{int} \left(\frac{T_{в.г.2}(t_i)}{\varepsilon_1} \right); n_2 = \text{int} \left(\frac{m_{п.с.2}(t_i)}{\varepsilon_2} \right)$$

Первоначально матрицы $\Phi_{ГД}^* = f(T_{в.г.1}^*, m_{п.с.1}^*)$ и $\Phi_{ДГ}^* = f(T_{в.г.2}^*, m_{п.с.2}^*)$ или $\Phi_{н.в.1}^*_{ГД} = f(m_1, n_1)$ и $\Phi_{н.в.1}^*_{ДГ} = f(m_2, n_2)$ не заполнены. В процессе ручного управления положением объединительных заслонок газовыпуска ГД и ДГ компьютер (микропроцессор) через определенные промежутки времени τ опрашивает датчики $T_{в.г.1}$, $m_{п.с.1}$ или $T_{в.г.2}$, $m_{п.с.2}$ в зависимости от того к какому двигателю подключен УК, а также датчики t_i и t_x , и рассчитывает текущий $\Phi_{ГД}(t)$ по формуле (1).

В момент, когда измеряемые величины $T_{в.г.1}$, $m_{п.с.1}(T_{в.г.2}, m_{п.с.2})$ и рассчитываемый $\Phi_{ГД}(t)$ установились и не изменяются во времени, определяются индексы $m_1, n_1 (m_2, n_2)$ и происходит заполнение соответствующей ячейки матрицы $\Phi_{ГД}^* = f(m_1, n_1)$ ($\Phi_{ДГ}^* = f(m_2, n_2)$). Заполнение матриц происходит для различных режимов работы ГД и ДГ.

$\Phi_{ГД}^*$ кВт		$T_{в.г.1}^*, ^\circ\text{C}$						
			0	ε_1	$2\varepsilon_1$	...	...	600
$m_{п.с.1}, \text{кг/с}$	n	m	1	2	...	...	...	80
	2	80						
	...	...		$\Phi_{ГД}^*$			270	
	...	...						
	$2\varepsilon_2$	...				180		
	ε_2	2		90				
	0	1						

$\Phi_{ДГ}^*$ кВт		$T_{в.г.2}^*, ^\circ\text{C}$						
			0	ε_1	$2\varepsilon_1$	...	...	600
$m_{п.с.2}, \text{кг/с}$	n	m	1	2	...	...	...	80
	2	80						
	...	...		$\Phi_{ДГ}^*$		200		
	...	...			170			
	$2\varepsilon_2$	...						
	ε_2	2		95				
	0	1						

Рис. 4. Математические модели УК, представленные в виде информационных матриц прогнозируемых состояний $\Phi_{ГД}^* = f(T_{в.г.1}^*, m_{п.с.1}^*)$ и $\Phi_{ДГ}^* = f(T_{в.г.2}^*, m_{п.с.2}^*)$

Одной из задач, решаемых автоматической системой управления КСУТ, является задача определения $\Phi_{ГД}$ каждого работающего двигателя для выбора положения объединительных заслонок с целью включения в работу УК от газовыпуска двигателя, имеющего наибольший $\Phi_{ГД}$ для текущего режима работы.

При поступлении управляющего воздействия $\Phi_{ГДк}$ на включение УК в работу компьютер (микропроцессор) через определенные промежутки времени τ (см. рис. 2) опрашивает текущие значения температуры выпускных газов и массового секундного расхода продуктов сгорания ($T_{в.г.1}$, $m_{п.с.1}$ и $T_{в.г.2}$, $m_{п.с.2}$) каждого работающего двигателя (ГД, ДГ) и рассчитывает индексы матрицы $m_1, n_1 (m_2, n_2)$. На следующем шаге алгоритм анализирует информационную матрицу. Для данных $m_1, n_1 (m_2, n_2)$ программа считывает из информационной матрицы прогнозируемых состояний $\Phi_{ГД}^*$ и $\Phi_{ДГ}^*$.

В случае если $\Phi_{ГД}^* \geq \Phi_{ДГ}^*$, то $U = 1$, если $\Phi_{ГД}^* < \Phi_{ДГ}^*$, то $U = -1$.

Если ячейка матрицы для данных m_1, n_1 и (или) m_2, n_2 не заполнена ($\Phi_{ГД}^* = 0$ и (или) $\Phi_{ДГ}^* = 0$), то анализируется окружение (область A) в обеих матрицах (рис. 5).

При анализе первого окружения алгоритм управления проверяет наличие заполненных ячеек матрицы. При осмотре области A алгоритм вычисляет:

$$\bar{\Phi}_{г1гд}^* = \frac{(\sum_{j=n-1}^{n+1} (\sum_{k=m-1}^{m+1} \Phi_{г1гд}^*(j, k)))}{l_1},$$

$$\bar{\Phi}_{г1дг}^* = \frac{(\sum_{j=n-1}^{n+1} (\sum_{k=m-1}^{m+1} \Phi_{г1дг}^*(j, k)))}{l_2},$$

где l_1 и l_2 – количество ячеек с ненулевыми значениями соответственно $\Phi_{г1гд}^*$ и $\Phi_{г1дг}^*$ в области A .

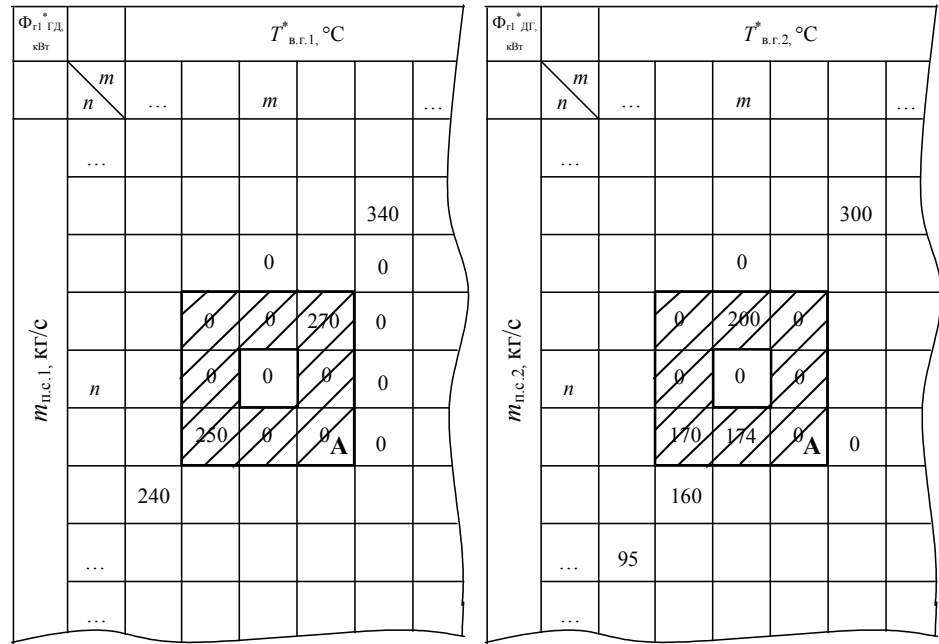


Рис. 5. Анализ первого окружения (область A)

В случае если окружение (область A) хотя бы одной из матриц не содержит информацию о прогнозируемом располагаемом тепловом потоке выпускных газов (матрица в области A не заполнена), то управление положением ЗГ ведется по упрощенному алгоритму:

$$U = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{в.г.1} \geq T_{в.г.2} \\ -1, & \text{если } T_{в.г.1} < T_{в.г.2} \end{cases}$$

с последующим заполнением элементов матрицы. При $U = 1$ заполняются ячейки матрицы $\Phi_{г1гд}^* = f(m_1, n_1)$, а при $U = -1$ ячейки матрицы $\Phi_{г1дг}^* = f(m_2, n_2)$.

При следующем цикле управление положением ЗГ ведется аналогичным образом, но для избегания лишних переключений положения ЗГ алгоритм производит изменение управляющего воздействия $U(t)$ только лишь при превышении одного располагаемого теплового потока выпускных газов $\Phi_{г1}$ над другим на величину $\Delta\Phi_{г1} = 0,05 \cdot \Phi_{г1}$.

Таким образом, алгоритм управления функционирует после первого включения и в процессе работы накапливает информацию об объекте управления.

Для управления аккумуляторами теплоты (АТ) в составе КСУТ предлагается ис-

пользовать простейший пропорциональный алгоритм управления, обеспечивающий при избыточном производстве теплоты зарядку АТ, а при ее недостатке – разрядку АТ. При этом система управления КСУТ оценивает температуру воды $T_{в2}$ на выходе из утилизатора теплоты выпускных газов и при превышении её заданного предела дает управляющее воздействие на открытие соответствующих клапанов для зарядки АТ, причем, чем выше температура, тем больше будет открытие соответствующих клапанов и более интенсивно будет идти зарядка АТ. При снижении температуры ниже заданного уровня осуществляется разрядка АТ. Система управления КСУТ должна контролировать уровень заряда АТ и при его недостаточном уровне отключать АТ из работы. Поскольку при управлении АТ не требуется использование каких-либо расчетных зависимостей, то применение пропорционального алгоритма в данном случае оправдано.

Рассмотренная методика построения матричной модели УК и основанный на ней алгоритм управления позволит повысить эффективность работы УК и АТ, а следовательно, эффективность КСУТ в целом.

Список литературы:

- [1] Абрамов Г.А., Бажан П.И., Валиулин С.Н. Использование вторичных тепловых потоков // Речной транспорт. – 1990. – № 1. – С. 24–25.
- [2] Абрамов Г.А., Бажан П.И. Эффективность различных направлений топливосбережения на судах речного флота // Материалы научно-практической конференции, посвященной 150-летию Волжского пароходства (ВГАВТ), 1994.
- [3] Маслов В.В. Утилизация теплоты судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1990. – 144 с.
- [4] Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов. – М.: Машиностроение, 1989. – 365 с.
- [5] Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.

MANAGING MARINE DIESEL ENGINES EXHAUST GASES WASTE HEAT BASED ON THE MATHEMATICAL MODEL MATRIX

A.V. Soloviev

Key words: energy efficiency, marine power systems, secondary energy resources, control systems, waste heat, matrix, mathematical model, recycling boiler.

The article considers the issues of marine power plants energy efficiency. We have studied the causes of secondary energy resources insufficient use on vessels. We suggest ideology of waste heat recovery control systems building and describe the method of preparation and use of utilization boiler matrix models.

Статья поступила в редакцию 13.10.2016 г.

Раздел VIII

**Актуальные проблемы права
и государства**

Section VIII

Actual problems of law and state

УДК 342.8

О.Ю. Гусева, старший преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

«КОЛЛЕКТИВИСТИЧЕСКАЯ» ТЕОРИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПРАВА В ТРУДАХ ЗАПАДНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРАВОВЕДОВ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧ. XX ВВ.

Ключевые слова: Доктрина коллективизма, всеобщее избирательное право, общественное неравенство, избирательные цензы

Статья посвящена вопросам избирательного права: рассмотрена одна из теорий избирательного права. Проанализированы позиции как российских так и зарубежных авторов.

Среди существовавших теорий избирательного права особое место занимала Коллективистическая теория всеобщего избирательного права, получившая распространение во второй половине XIX-нач. XX вв.

По мнению французского ученого Г.Лебона, доктрина коллективизма была изложена уже в «Государстве» Платона. [1]

В новое время, с точки зрения австрийского философа и экономиста Л.фон Мизеса, [2] возникнув в Англии и Франции в 20–40-е гг. XIX века, концепция испытала сильное влияние чартизма. Чартизм (англ. Chartism) – политическое и социальное движение в Англии с конца 1830-х до конца 1840-х годов, получившее имя от поданной парламенту петиции, называвшейся хартией или народной хартией («People's Charter») [3]. Среди требований чартистов, выраженных в Народной хартии английский пролетариата от 8 мая 1838, были такие как: всеобщее избирательное право для всех совершеннолетних мужчин [4], тайное голосование, равные избирательные округа, отмена имущественного ценза для кандидатов в депутаты парламента и т.д. Среди чартистов была крылатой фраза одного из агитаторов: «Вопрос о всеобщем избирательном праве – есть в конечном счете вопрос ножа и вилки, вопрос о хлебе и сыре». [5]

Идею всеобщего избирательного права поддерживал и очень популярный французский социалист Луи Блан (1811–1882 гг.), полагавший, что основанное на всеобщем избирательном праве государство станет «банкиром бедных». При помощи правительственного кредита рабочие организуют производственные ассоциации в промышленности и в сельском хозяйстве, осуществив тем самым право на труд и ликвидировав эксплуатацию пролетариата [6]

В отличие от доктрины естественного права, в основе которой лежит гипотезе естественной свободы и равенства людей (в силу естественного равенства, никто не может обладать исключительным правом на власть; суверенитет может принадлежать всему народу, следовательно, избирательный ценз противоречит естественному равенству индивидов), социальная доктрина в основу своих теоретических построений берет наблюдаемый в действительности факт общественного неравенства и общественной несвободы.

Развитие промышленности влечет за собой дифференциацию общественных классов, основополагающим элементом которых является материальный интерес. Отсюда возникает конкуренция между классами. В этой борьбе господствующий класс стремится захватить и использовать в своих интересах государственную власть. Орудием ее захвата является классовое избирательное право, устраняющее от участия в выборах не отдельных индивидов по причине их избирательной неспособности, а целые

классы, обреченные на политическое бесправие. Поэтому борьба за всеобщее и равное избирательное право становится борьбой экономически зависимых классов за их политическую самостоятельность. Отстаивание интересов ведется в парламентах, в средствах массовой информации политическими партиями, организованными на классовом начале. Цель этой борьбы – устранение из избирательной системы всех «классовых» цензов, – т.е. цензов, которым удовлетворяют представители только господствующих классов.

Однако, являясь протестом против классового господства меньшинства, эта теория, по утверждению фр. ученого Самнера Мейна, нем. ученого Вильгельма Хазбаха, англ. ученого Вильяма-Эдварда Леки [7] в итоге, приходит к такому же классовому, – но уже господству – большинству.

Иного мнения придерживался российский ученый В.М. Гессен. Анализируя политическую практику США, Франции, Англии конца XIX – нач. XX вв, он пришел к выводу, что всеобщее избирательное право отнюдь не приводит к суверенному господству большинства. Реальное политическое значение всеобщего избирательного права заключается в том, что благодаря ему неимущее и мало-культурное большинство становится определяющим фактором государственной жизни, наряду с имущим и культурным меньшинством. [8]

При существующих условиях всеобщность избирательного права не только не противоречит надклассовому призванию государства, но, напротив, является его необходимым предположением: для реализации справедливых компромиссов необходима всеобщность избирательного права. Отметим, что в подобной постановке всеобщее избирательное право утрачивает присущий ему когда-то в естественно-правовой доктрине абсолютный характер. Оно становится только лишь исторической категорией. При наличии дифференциации общественных классов, социального соперничества между ними, достаточной организованности и культурности рабочего класса – всеобщее избирательное право становится исторически необходимым. Оно невозможно до тех пор, пока эти условия не появятся в действительности.

Список литературы:

- [1] Лебон Г. Психология социализма. Полный и точный пер. с фр. 5-го изд.- С.-Пб: С. Будаевский, 1908. – С.9
- [2] Мизес Л. Социализм. Экономический и социологический анализ. – М.: «Catalaxy», 1994. – Электронный ресурс: <http://finance-credit.biz/ekonomicheskij-analiz/kollektivizm-sotsializm-46244.html> / дата обращения 25.09.2014
- [3] Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза, И.А. Ефрона в 86 томах/ Под. ред. И.Е. Андреевского, К.К. Арсеньева, Ф.Ф. Петрушевского — С.-Пб.: Семеновская Типо-Литография (И.А. Ефрона), 1890–1907. Т. XIV-А. 1895– С. 631–632
- [4] Энциклопедический словарь Ф.А.Брокгауза, И.А.Ефрона в 86 томах/ Под. ред. И.Е.Андреевского, К.К.Арсеньева, Ф.Ф.Петрушевского — С.-Пб.: Семеновская Типо-Литография (И.А. Ефрона), 1890–1907. Т. XXXVIII. 1903. – С. 397–399 .
- [5] Каменецкая К.Р. Народная Хартия английского парламента 1838 г.// Исторический журнал, № 6 – июнь – 1938. – С.15–29
- [6] Завгоровский А.И. Курс семейного права. – Одесса: Типография акционерного Ю-русского печатного дела, 1909. – С.26
- [7] Лейст О. История политических и правовых учений – М.:Зерцало, 2002. – Электронный ресурс: библиотека Гумер http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Pravo/Leist/_18.php/ дата обращения 28. 09.2014
- [8] Блан Л. Организация труда.– М.:Книжный дом «Либроком», УРСС, 2011. – Электронный ресурс: <http://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=119197/> дата обращения 30.09.2014
- [9] Годвин У. Исследование о политической справедливости./перев. с английского С.А. Фейгиной – М.: Издательство АН СССР, 1958. – Электронный ресурс: Librariy: http://www.anarhvrn.ru/info/books/uilyam-godvin_o-sobstvennosti.html – дата обращения 25.08.2016

- [10] Мейн С. Очерки народного представительства. перев. с французского 1887 г. (Essai sur le gouvernement populaire. – электронный ресурс: Сайт «Хронос» – всемирная история в интернете: <http://www.hrono.ru/index.php>/дата обращения 26-30.09.2014.
- [11] Хазбах В. Современная демократия. – Йена: Издательский дом Густава Фишера/перев. с немецкого 1912. – электронный ресурс: Федеральный правовой портал «юридическая Россия» <http://law.edu.ru/book/book.asp?bookID=1399384>/дата обращения 30.09.2014.
- [12] Lecky V. Democracy and liberty. – Indianapolis: Liberty Fund, 1981. – электронный ресурс: <http://oll.libertyfund.org/titles/1560>. – дата обращения 29.09.2014
- [13] Гессен В.М. Основы конституционного права (издание 2-е), гл.4 «Избирательное право». – Петроград: Издание юридического книжного склада «Право», типо-литография товарищества А.Ф. Маркс, 1918 г. – Электронный ресурс: www.edu.garant.ru/ дата обращения 23.09.2014, 30.09.2014

А COLLECTIVIST THEORY OF SUFFRAGE IN THE WORKS OF WESTERN AND NATIVE JURISTS OF THE SECOND HALF OF THE XIXTH AND THE BEGINNING OF THE XXTH CENTURIES

O.Y. Guseva

Key words: *The doctrine of collectivism, universal suffrage, social inequality, electoral qualifications*

The article is devoted to the issues of elective franchise: one of the theories of suffrage is considered. The positions of both Russian and foreign authors are analyzed.

Статья поступила в редакцию 31.08.2016 г.

УДК 343; 656

И.П. Кравец, доцент, кандидат юридических наук,
заведующий кафедрой, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Я.И. Костина, студентка ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

УЧАСТИЕ АДВОКАТА В ОКАЗАНИИ ПРАВОВОЙ ПОМОЩИ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИМ В УГОЛОВНОМ ПРОЦЕССЕ

Ключевые слова: *уголовный процесс. Адвокат. Защитник. Несовершеннолетние. Процессуальная деятельность.*

В статье рассматриваются вопросы необходимости оказания квалифицированной юридической помощи каждому несовершеннолетнему, вне зависимости от того, где он находится и каково его материальное положение, и эту помощь должны оказывать адвокаты, специализирующиеся именно на оказании юридической помощи несовершеннолетним.

Защита в уголовном процессе это совокупность процессуальных действий предпринимаемых в соответствии с уголовно-процессуальным законодательством, и направленная на установление виновности или невиновности подозреваемого или обвиняемого, а также установление обстоятельств смягчающих виновность подозреваемого

го или обвиняемого в совершении преступления[1]. При этом участие защитника по делам несовершеннолетних является обязательным. Полномочия адвоката-защитника в уголовном судопроизводстве регламентируются процессуальным законодательством Российской Федерации. В уголовном судопроизводстве защитник является самостоятельным участником процесса и лицом, которое осуществляет в установленном порядке защиту прав и интересов подозреваемых, обвиняемых, и оказывает им юридическую помощь при производстве по уголовному делу. К участию в деле адвокат привлекается на основании соглашения с законным представителем несовершеннолетнего либо назначается органами следствия, дознания, судом. Участие защитника по уголовным делам является необходимым условием справедливого и законного рассмотрения уголовного дела, поскольку без эффективной деятельности адвоката право на защиту и процессуальное равноправие обвиняемого и изобличающего его следователя (прокурора) – равноправие лишь формальное [2]. Соглашаясь с тем, что участие адвоката защитника по уголовным делам, особенно с участием несовершеннолетних, является необходимым условием справедливого рассмотрения дела, необходимо отметить, что деятельность адвоката в восстановительном правосудии имеет свою существенную специфику, отличную от его деятельности при рассмотрении дел в традиционном процессе. Так, в традиционном процессе основной задачей защиты является аргументированный спор со стороной обвинения в целях отстаивания законного интереса подзащитного, который заключается в справедливом наказании с учетом всех оправдывающих или смягчающих уголовную ответственность обстоятельств; стремление обеспечить охрану личных и имущественных прав в процессе уголовного судопроизводства и не подвергаться мерам принуждения, не вызываемым интересами установления истины и достижения других задач уголовного судопроизводства [3].

Как отмечает Л. В. Кречетова, «сущность процессуальной деятельности защитника обвиняемого (подсудимого) характеризуется, во-первых, разновидностью, в которой выражен частно-публичный характер; во-вторых, своим назначением адвокат-защитник призван опровергать обвинение, выявлять обстоятельства, исключающие его ответственность, а также осуществлять охрану его личных и имущественных прав и, наконец; в-третьих, целью такой процессуальной деятельности является результат, исход дела, установление всех обстоятельств, обеспечивающих вынесение решения в пользу подсудимого, соответствующего законным интересам подзащитного» [4]. В этом и проявляется основополагающий принцип традиционного уголовного процесса – принцип состязательности. В восстановительном же процессе этот принцип претерпевает изменения, так как перед адвокатом не стоит задача спора со стороной обвинения по вопросам квалификации, доказанности вины и т. д. Здесь защитник вместе с иными участниками процесса должен создать условия для выявления чувств, мыслей и переживаний потерпевшего, чтобы у правонарушителя появлялась возможность увидеть в жертве реального человека, перед которым он виновен, шанс минимизировать наступившие преступные последствия, восстановить справедливость своими конкретными действиями, а также высказать потерпевшему раскаяние, попросить прощения. Это позволяет, с одной стороны, добиться социальной реинтеграции несовершеннолетнего, совершившего преступление, а с другой – максимально удовлетворить интересы потерпевшего, то есть помочь жертве восстановить чувство безопасности, поделиться чувствами, возникшими в связи с криминальной ситуацией, быть услышанными, получить ответы на волнующие вопросы, наконец, получить компенсацию за причиненный материальный ущерб [5].

Таким образом, основная особенность участия адвоката-защитника при рассмотрении уголовного дела с участием несовершеннолетнего в процессе восстановительного правосудия заключается в том, что адвокат сотрудничает со стороной обвинения, в том числе и непосредственно с жертвой преступления. Именно сотрудничает, а не состязается.

Как отмечает Ф.Б. Мухаметшин вовлечение несовершеннолетнего в сферу уголовного судопроизводства – ситуация психотравмирующая [6]. Здесь следует отметить, что не лишне было бы в этом случае привлечения специалиста в области ювенальной психологии. Так, ювенальный психолог помог бы сделать наиболее грамотные и полновесные выводы об особенностях отношений в семье несовершеннолетнего, характере отношений со сверстниками, к самому себе, о его поведении. Данные сведения были бы полезны лицам, применяющим меру безопасности [7], в том числе и адвокату осуществляющему защиту несовершеннолетнего. Поэтому оказание правовой помощи несовершеннолетнему подзащитному вообще имеет свою специфику, которая связана с тем, что «несовершеннолетний обвиняемый – это особая процессуальная фигура. С одной стороны, ему обеспечиваются дополнительные процессуальные гарантии защиты его прав, с другой – при расследовании преступлений, совершенных несовершеннолетними, расширяется круг обстоятельств, подлежащих доказыванию» [8], но в процессе рассмотрения уголовного дела в рамках восстановительных процедур эта специфика приобретает особый характер, который проявляется в ином использования адвокатом сведений, входящих в предмет доказывания по уголовным делам с участием несовершеннолетних как на досудебной, так и в судебной стадии уголовного процесса, в частности, данных о возрасте несовершеннолетнего, его личности, образе жизни и взаимоотношениях с законными представителями.

Известно, что по делам несовершеннолетних в процессе досудебного производства адвокат наряду с иными обстоятельствами, подлежащими доказыванию, устанавливает: возраст несовершеннолетнего, условия его жизни и воспитания, уровень психического развития и иные особенности его личности. Установление возраста несовершеннолетнего является первейшей обязанностью адвоката в уголовном процессе, так как возраст входит в число обстоятельств, подлежащих доказыванию [9] по делам несовершеннолетних и является одним из условий уголовной ответственности несовершеннолетнего. Как справедливо указывает С.П. Минина, «поскольку достижение предусмотренного законом возраста – одно из обязательных условий уголовной ответственности несовершеннолетних, необходимо в каждом случае точно установить их возраст в момент совершения преступления» [10]. Такая необходимость связана с тем, что «уголовно-правовая презумпция, устанавливающая, что лицо, не достигшее определенного возраста, не способно к виновной ответственности, относится к числу презумпций, выражающих связи между фактами, которые обуславливают наличие или отсутствие предпосылок применения уголовного закона» [11].

В уголовном законодательстве РФ закреплен термин «возрастная невменяемость» (ч. 3 ст. 20 УК РФ), при подтверждении которой несовершеннолетний не подлежит уголовной ответственности. Это случаи, когда несовершеннолетний формально достиг возраста уголовной ответственности, но вследствие отставания в психическом развитии, не связанным с психическим расстройством, во время совершения общественно-опасного деяния не мог в полной мере осознавать фактический характер и общественную опасность своих действий (бездействия) и руководить ими». Выяснение этих обстоятельств обеспечивается проведением психолого-психиатрической, психолого-педагогической экспертиз [12], которые должны быть проведены по ходатайству адвоката.

Таким образом, если адвокат выясняет, что лица не достигли возраста уголовной ответственности или их фактический возраст не соответствует их психическому развитию, а уголовное дело возбуждено, он заявляет ходатайство о прекращении уголовного преследования. Однако для достижения целей восстановительного правосудия – исправления подростка, его ресоциализации и недопущения совершения им новых правонарушений, по нашему мнению, даже после прекращения уголовного дела на этом основании в отношении несовершеннолетнего должна быть проведена процедура медиации, в которой должен принимать участие адвокат. Основной целью медиации в данном случае должно стать недопущение повторения несовершеннолетним

противоправных деяний в будущем. Далее, помимо возраста, в соответствии со ст. 421 УПК РФ к обстоятельствам, подлежащим доказыванию по делам несовершеннолетних относятся обстоятельства, характеризующие условия жизни и воспитания несовершеннолетнего, уровень психического развития и иные особенности его личности. Это могут быть сведения о состоянии здоровья, образе жизни, круге интересов, психологическая характеристика (характер, темперамент, моральные качества и др.) [13] несовершеннолетнего.

В традиционном процессе, как справедливо полагает Т.В. Исакова, «для защитника обвиняемого эти нормы закона открывают большие возможности, ибо почти любые данные такого рода могут использоваться либо для смягчения ответственности, либо для освобождения от наказания» [14]. Но эта же информация может быть использована адвокатами и в целях восстановительного правосудия, прежде всего для составления мотивированного и обоснованного собранными сведениями ходатайства о возможности рассмотрения дела подзащитного в рамках восстановительного правосудия, а также для лучшего понимания потерпевшим несовершеннолетнего, причинившего ему вред. Поэтому адвокат должен максимально детально подходить к сбору информации, касающейся несовершеннолетнего, используя широкий круг лиц. Данные обстоятельства адвокат может получить из личных бесед с несовершеннолетним, его законными представителями, педагогами, друзьями, лицами, с которыми несовершеннолетний наиболее тесно общается. И, наконец, по делам несовершеннолетних в предмет доказывания входит влияние на несовершеннолетнего старших по возрасту лиц, в том числе законных представителей. Эта информация имеет принципиальное значение в восстановительном правосудии при решении вопроса о круге лиц, которые будут участвовать в восстановительных процедурах. В связи с тем, что несовершеннолетние обладают неполной процессуальной дееспособностью, а также с тем, что законный представитель (родители, усыновители, опекуны, попечитель) несет ответственность за воспитание и поведение несовершеннолетнего [15], действующее законодательство, по общему правилу, предусматривает участие законных представителей на всех стадиях уголовного процесса, предоставляя им определенные статьей 426 УПК РФ полномочия. Лица, привлекаемые в качестве законных представителей несовершеннолетнего подозреваемого, обвиняемого, подсудимого, перечислены в п. 12 ст. 5 УПК РФ, в соответствии с которым это родители, опекуны, попечители, представители учреждений или организаций, на попечении которых находится несовершеннолетний подозреваемый, обвиняемый либо потерпевший. Вместе с тем законный представитель может быть отстранен от участия в уголовном деле, если имеются основания полагать, что его действия наносят ущерб интересам несовершеннолетнего подозреваемого, обвиняемого. Л.М. Карнеева, С.С. Ордынский, С.Я. Розенблит еще в 1958 г. высказали мнение, не потерявшее своей актуальности и сегодня: «родители должны приглашаться только в том случае, если они не связаны с совершенным преступлением и если известно, что подлежащий допросу несовершеннолетний относится к ним с уважением» [16].

В настоящее время некоторые исследователи полагают, что участие законного представителя в уголовном деле вообще необязательно. Так, по мнению Г. М. Миньковского, «вызов родителей для участия в допросе несовершеннолетнего обвиняемого представляется в большинстве случаев нецелесообразным. Обвиняемый в ряде случаев будет испытывать в присутствии родителей чувство страха, стыда и так далее, будет чутко реагировать на эмоции отца и матери, следить за их мимикой, движениями, улыбками и в соответствии с этим давать свои ответы» [17]. Аналогичной позиции придерживались и многие другие ученые [18]. Соглашаясь с таким мнением, необходимо отметить, что чувство стыда, которое будет испытывать несовершеннолетний в присутствии уважаемого им взрослого, является положительным моментом для целей восстановительного процесса, поэтому в этих процедурах законный представитель, перед лицом которого ребенок испытывает стыд за содеянное, должен принимать

участие обязательно. В связи с этим, в целях восстановительного правосудия, по нашему мнению, должен быть расширен круг лиц, которые могли бы привлекаться в качестве законных представителей [19]. Здесь следует согласиться с Т.В. Исаковой, которая вслед за А.С. Ландо полагает «что положение о привлечении в качестве законных представителей органов опеки и попечительства правильно лишь в отношении несовершеннолетнего обвиняемого, не имеющего родителей и проживающего самостоятельно. В том случае, если он долгое время воспитывался лицами, не оформленными надлежащим образом в качестве опекунов или попечителей, целесообразнее было бы именно их допустить к осуществлению функций законных представителей» [20]. При реализации доктрины восстановительного правосудия в уголовном судопроизводстве посредством процедуры медиации перед адвокатом стоит самостоятельная задача – определить круг лиц, которые будут принимать участие в восстановительных процедурах вместе с ребенком. Это должны быть лица, которым подросток доверяет, с которыми он близко общается, «чье присутствие поможет несовершеннолетнему правонарушителю быть более раскованным в общении с другими участниками восстановительной процедуры-медиации. Задачи, выполняемые законным представителем в ходе его участия в процедуре, могут быть следующие: оказание несовершеннолетнему моральной и психологической поддержки, защита интересов несовершеннолетнего, совместный с адвокатом выбор наиболее оптимальных путей защиты несовершеннолетнего» [21]. К примеру, в новозеландской модели восстановительного правосудия – Семейных конференциях – «участвовать в процедуре медиации могут друзья, братья, сестры, бабушки, иные родственники, поддерживающие несовершеннолетнего правонарушителя» [22]. Р.Р. Максудов, по нашему мнению, точно определяет указанных лиц как «ближайшее социальное окружение несовершеннолетнего» [23]. Это лица, которых он уважает, чьим мнением подросток дорожит. Поэтому адвокату следует особенно тщательно выяснять и учитывать отношения несовершеннолетнего правонарушителя не только с его законными представителями, но и с другими родственниками и старшими по возрасту лицами (учителями, соседями, родителями друзей и т. д.), и при наличии оснований полагать, что законные представители могут нанести ущерб интересам подзащитного, ходатайствовать перед органами предварительного следствия или перед судом об их отстранении от участия в восстановительном правосудии и привлечении к участию в деле иных лиц. Оказывая правовую помощь несовершеннолетнему, адвокат, консультируя подзащитного и законных представителей, обязан проинформировать их о праве на примирение с другой стороной, разъяснить нормы уголовного (ст. 76 УК РФ) и уголовно-процессуального закона (ст. 25 УПК РФ), позволяющие использовать указанные процедуры, их сущность, содержание, правовые последствия. При наличии оснований, позволяющих адвокату полагать, что его подзащитный раскался, готов загладить причиненный вред, адвокату необходимо ходатайствовать перед органами предварительного следствия, прокурором или судом о назначении процедуры примирения, в частности медиации как элемента восстановительного правосудия, поскольку эта процедура, безусловно, эффективна с точки зрения снижения уровня рецидивной преступности несовершеннолетних [24]. Как мы уже отмечали, основная цель восстановительного правосудия – защита прав несовершеннолетних и удовлетворение интересов жертвы преступления. Реализация этой цели возможна только при тесном взаимодействии всех участников процесса – как со стороны обвинения, так и со стороны защиты. Действующее уголовно-процессуальное законодательство обладает необходимой базой для активного внедрения элементов восстановительного правосудия, способствующих примирению сторон. Однако для эффективной деятельности адвоката в этой области, на наш взгляд, имеются существенные препятствия, которые связаны с наиболее трудно решаемым в медиации вопросом – получении согласия на участие в деле потерпевшего. Как показывает зарубежный опыт, в других странах основной проблемой реализации программ восстановительного правосудия, в том числе медиации, является низкий

процент участия жертв преступлений в этих процедурах [25]. Однако адвокат-защитник несовершеннолетнего должен с его согласия предпринять все меры к проведению процедуры медиации. В связи с чем в его задачу должна входить встреча с потерпевшим (или его представителем), чтобы убедить последнего принять решение об участии в медиации, помня при этом, что процедура медиации является сугубо добровольным делом сторон, а также учитывая сложившееся негативное отношение (как со стороны правоохранительных органов, так и со стороны самих потерпевших) к попыткам адвоката побеседовать с процессуальным противником. Как справедливо отмечает Ю.П. Гармаев, «работники правоохранительных органов хорошо знают, насколько распространены попытки отдельных недобросовестных адвокатов в различных формах воздействовать на потерпевших по уголовным делам с целью изменения ими показаний в пользу стороны защиты, используя просьбы, угрозы, шантаж... Их пытаются склонить к изменению показаний, к отказу от дачи показаний, отказу от требований по возмещению причиненного вреда и т. п.» [26]. Для недопущения подобных ситуаций в Кодекс профессиональной этики адвоката включен п. 2 ст. 14, предусматривающий, что адвокат вправе беседовать с процессуальным противником своего доверителя, которого представляет другой адвокат, только с согласия или в присутствии последнего. Эта норма, безусловно, позволяет обезопасить потерпевшего от действий недобросовестных адвокатов. Но для целей восстановительного правосудия принципиальное значение имеет не только и не столько возможность обезопасить потерпевшего от угроз и шантажа, сколько осознание, как адвокатом-защитником, так и адвокатом – представителем потерпевшего эффективности разрешения конфликта с применением восстановительных процедур, максимально отвечающих интересам не только самого обвиняемого, но и жертвы преступления. Однако, как следует из проведенного нами опроса, лишь 12% адвокатов-защитников и около 3% адвокатов - представителей потерпевших считают необходимым провести переговоры с процессуальным противником о возможности рассмотрения дела несовершеннолетнего в рамках восстановительного правосудия. Препятствием к осознанию необходимости в таких переговорах является ряд обстоятельств, оказывающих влияние на все общество в целом, в том числе и на представителей адвокатского сообщества. Прежде всего, современное общество характеризуется тем, что люди не в состоянии наладить между собой конструктивный диалог, из современной жизни общества ушли (не сформировались, недоформировались) навыки, построенные на необходимости поддерживать конструктивную коммуникацию. Люди в современном урбанизированном обществе перестают взаимодействовать в условиях традиционных форм жизни (деревня и община). Все труднее справиться с конфликтами в силу ограниченности знаний, которыми люди располагают друг о друге. В условиях массового общества существует тенденция решать проблемы «хирургическим» путем. Люди воспитываются в установках демонстрации силы, они разучиваются показывать слабость друг другу и прячут все те чувства, которые делают их способными к стыду [27]. С учетом отмеченных обстоятельств, которые, безусловно, сказываются и на представителях адвокатуры, на наш взгляд, необходимо дополнить Кодекс профессиональной этики адвоката нормой, обязывающей адвокатов, принимающих участие в рассмотрении уголовного дела в отношении несовершеннолетнего как со стороны обвиняемого, так и со стороны потерпевшего, провести переговоры о необходимости и возможности передачи дела на рассмотрение в службу пробации на медиацию. Для реализации этого предложения необходимо п. 5 ст. 15 Кодекса дополнить абзацем следующего содержания: «Адвокат – представитель потерпевшего и защитник несовершеннолетнего обвиняемого при согласии потерпевшего, обвиняемого, законных представителей, обязаны провести переговоры о необходимости и возможности рассмотрения дела с применением процедуры восстановительного правосудия». Необходимость внесения такого дополнения подтверждается данными проведенного нами опроса, поскольку 60,3%

адвокатов считают, что они обязаны принять участие в переговорах в случае внесения этого изменения в Кодекс профессиональной этики.

Таким образом, участвуя в рассмотрении уголовного дела в отношении несовершеннолетнего, которое может быть рассмотрено с применением процедур восстановительного правосудия, адвокат реализует основные полномочия, предоставленные ему уголовно-процессуальным законодательством с некоторыми особенностями. В частности, активно сотрудничает со стороной обвинения, использует сведения, входящие в предмет доказывания по делам несовершеннолетних, в целях передачи дела на рассмотрение в службу пробации на медиацию, в обязательном порядке сотрудничает с представителем потерпевшего, а непосредственно на процедуре медиации адвокат занимает пассивную роль, он выступает лишь советником и наблюдателем, чтобы не нарушались права и законные интересы его подзащитного.

Список литературы:

- [1] Шхагаппсоев З.Л., Харзинова В.М. Участники уголовного судопроизводства, способствующие обеспечению и реализации функции защиты. // Пробелы в российском законодательстве. – Издательский дом «Юр-ВАК». – Москва. – 2014. – №1. – С. 187–189.
- [2] Стецовский Ю. И., Мирзоев Г. Б. Профессиональный долг адвоката и его статус: Монография. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – С. 54.
- [3] Кудрявцев В. Л. Проблемы формирования и реализации позиции адвоката-защитника на судебном следствии // Адвокат. – 2005. – № 4.
- [4] Кречетова Л. В. Защитник в уголовном процессе: учеб. пособие. Оренбург: Изд-во ОГАО, 2000. – С. 31.
- [5] Максудов Р. Восстановительное правосудие // <http://index.org.ru/>
- [6] Мухаметшин Ф.Б., Кудрявцева О.Г. Психологическое сопровождение при применении мер государственной защиты к несовершеннолетним участникам уголовного судопроизводства как форма реализации ювенальных технологий. / Мухаметшин Ф.Б., Кудрявцева О.Г. // Пробелы в российском законодательстве. Издательский дом «Юр-ВАК». – Москва. – 2015. – № 1. С.50–53.
- [7] Кудрявцев А.В., Кудрявцева О.Г. Использование специальных знаний в области ювенальной психологии в современной модели российского уголовного процесса / Кудрявцев А.В., Кудрявцева О.Г. // Черные дыры» в российском законодательстве. – 2010. – № 3. – С. 95–98.
- [8] Макаренко И. А. Криминалистическое учение о личности несовершеннолетнего обвиняемого: Дис. ... докт. юрид. наук. Саратов, 2006. – С. 24.
- [9] Антонова Э. Ю. Доказывание как вид познания и его теоретическое и практическое значение. / Э. Ю. Антонова. // Пробелы в российском законодательстве. Издательский дом «Юр-ВАК». – Москва. – 2015. – № 1. – С. 209–213.
- [10] Минина С. П. Преступность несовершеннолетних. СПб., 1998. – С. 15.
- [11] Петрухин И.Л. Презумпции и преюдиции в доказывании // Теория доказательств в советском уголовном процессе / Под ред. Н. В. Жогина. М., 1973. – С. 34–35.
- [12] Антюфеева О. С. Уголовная ответственность несовершеннолетних в России (на пути к ювенальной юстиции). Воскресенск, 2010. – С.32–33; Минина С. П. Преступность несовершеннолетних. СПб., 1998. – С. 15.
- [13] Гуськова А.П. Обстоятельства, характеризующие личность обвиняемого в предмете доказывания по УПК РФ // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной принятию нового Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации. М., 2002. – С. 88.
- [14] Исакова Т. В. Производство по уголовным делам в отношении несовершеннолетних: Дис. ... канд. юрид. наук. Иркутск, 2009. – С. 63–65.
- [15] Мельникова Э. Б. Ювенальная юстиция. Проблемы уголовного права, уголовного процесса и криминологии. М.: Дело, 2001. – С. 86.
- [16] Карнеева Л. М., Ордынский С. С., Розенблит С. Я. Тактика допроса на предварительном следствии. М., 1958. – С. 193.
- [17] Миньковский Г. М. Особенности расследования и судебного разбирательства дел о несовершеннолетних. М.: Юридическая литература, 1959. – С. 120.
- [18] Дрёмов В. Г. Показания несовершеннолетнего обвиняемого в советском уголовном процессе: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. М., 1970. – С. 7; Руководство для следователей. М.: Юридическая литература, 1981. Ч. 1. – С. 196–197; Криминалистика / Под ред. И. Ф. Пантеле-

- ва, Н. А. Селиванова. М.: Юридическая литература, 1984. – С. 336–337; Защита по уголовному делу: Пособие для адвокатов / Под ред. Е. Ю. Львовой. М.: Юрист, 1998. – С. 99; Еникеев М. И. Юридическая психология: Учебник для вузов. М.: Норма, 2000. – С. 263.
- [19] Галимов О. Х. Малолетние лица в уголовном судопроизводстве. СПб.: Питер, 2001. – С. 56–57; Попов А. Н. Особенности предварительного расследования по делам о преступлениях несовершеннолетних: Дис. ... канд. юрид. наук. Красноярск, 2001. – С. 128; Матвеев С. В. УПК РФ об участии законных представителей близких родственников в расследовании уголовных дел, совершенных несовершеннолетними // Журнал российского права. 2002. № 5. – С. 107; и др.
- [20] Ландо А. С. Представители несовершеннолетних обвиняемых в советском уголовном процессе: Саратов: Издво СГУ, 1977. – С. 26–27.
- [21] Карнозова Л. М. Уголовная юстиция и гражданское общество. Опыт парадигмального анализа. М.: Р. Валент, 2010. – С. 406–410.
- [22] МакЭлри Ф. Новозеландская модель семейных конференций // Правосудие по делам несовершеннолетних. Мировая мозаика и перспективы в России... Кн. 1. – С. 40–71.
- [23] Максудов Р.Р. Восстановительная медиация: идеи и технология: Методические рекомендации. М.: Ин-т права и публичной политики, 2009. – С. 8.
- [24] Ткачёв В. Н. Освобождение от уголовной ответственности и восстановительное правосудие: Дис.... канд. юрид. наук. Ростов н/Д, 2002. – С. 47.
- [25] Уиллиамс Б. Общие вопросы внедрения практики восстановительного правосудия // Восстановительное правосудие / Под ред. И. Л. Петрухин. – С. 114–123.
- [26] Гармаев Ю.П. Пределы полномочий защитника в уголовном процессе и типичные правонарушения допускаемые адвокатами. Краткий комментарий отдельных положений Кодекса профессиональной этики адвоката http://www.pravo.vuzlib.net/book_z1037_page_117.html
- [27] Максудов Р., Флямер М. Городская политика и технологии восстановительного правосудия <http://www.circleplus.ru/circle/kentavr/n/29/7/print>

PARTICIPATION OF A LAWYER TO PROVIDE LEGAL ASSISTANTS TO IN CRIMINAL PROCEDURES

I.P. Kravets, Y.I. Kostina

Key words: *criminal procedure. Lawyer, Defender, adolescents, Remedial activities.*

This article discusses the need to provide qualified legal assistance for each minor, regardless of where he is and what his financial situation is. This assistance must be provided by attorneys, specializes in providing legal assistance to adolescents.

Статья поступила в редакцию 21.09.2016 г.

УДК 343.97

С.А. Соколов, к.ю.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

КРИМИНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И КРИМИНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОРЬБЫ С ПРЕСТУПНОСТЬЮ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ (ВОИНСКОЙ ПРЕСТУПНОСТЬЮ) В ВООРУЖЁННЫХ СИЛАХ И ДРУГИХ ВОЙСКАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«Государство лишается спокойствия и силы,
когда от неисправного содержания солдата
и от дурного управления расстраивается армия,
когда от злоупотребления по её доволствию нарушаются
государственные, общественные и частные интересы,
когда вследствие самоуправства военнослужащих
наносится ущерб собственности граждан.
Во всех подобных нарушениях колеблется
авторитет власти, подрывается дисциплина,
и в военный быт вносится деморализация,
губящая самую сильную армию...» [1].

*П.О. Бобровский (1832–1905) – русский генерал,
военный юрист и историк, этнограф, сенатор.*

Ключевые слова: военная криминология, борьба, преступления против военной службы, воинская преступность, военнослужащие.

Работа посвящена вопросам сдерживания и нейтрализации преступности военнослужащих (воинской преступности), что является важной составной частью в системе мер обеспечения военной и национальной безопасности страны. На основе современных криминологических знаний, по мнению автора, данное направление должно найти полноценное место в рамках военной криминологии, которая располагает для изучения этих вопросов соответствующим кадровым потенциалом и научным инструментарием.

В условиях продолжающейся военной реформы, которая напрямую связана с созданием Вооруженных Сил полностью боеготовых и действующих в демократическом федеративном правовом государстве под гражданским контролем общества, особое значение приобретают вопросы криминологического обоснования и криминологического обеспечения борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) в войсках (силах) всех составляющих военной организации страны.

Представляется, что современные криминологические реалии состояния преступности военнослужащих (воинской преступности), новое военно-уголовное законодательство, коррупция как важный феномен социально-экономической действительности и многие иные реалии сегодняшнего дня требуют по-новому взглянуть на проблему борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации [2–8].

Очевидно и то, что в складывающейся геополитической ситуации, геостратегическое положение современной России становится всё более угрожающим. Крайне негативный характер носит военно-политическая ситуация в ряде регионов вблизи границ Российской Федерации [9]. Негативное влияние на её безопасность оказывают международный терроризм, национальный и религиозный экстремизм [10]. Поддер-

жание Вооруженных Сил и других войск Российской Федерации в постоянной боевой готовности на уровне, обеспечивающем защиту национальных интересов и национальной и военной безопасности, напрямую зависит от борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью).

Преступность, неуважение закона, а то и его игнорирование проникает, как мы знаем, и в воинские коллективы. Оградить армию от криминальных элементов – это первостепенная задача не только военного командования, но и обеспечение национальной и военной безопасности Российской Федерации [11], [12].

Нам представляется, что от состояния борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации зависит стабильность всей государственной системы. В условиях роста коррупции в российском государстве именно Вооруженные Силы могут и должны стать мощным плацдармом для опосредованного наступления на преступность в российском обществе, могут и должны оказать самое позитивное влияние на укрепление правопорядка в нашей стране. Для этого они располагают реальными возможностями, обусловленными особым духовно-нравственным характером военной службы, уникальной системой воспитания в духе бескорыстного служения Отечеству, богатыми боевыми и трудовыми традициями, спецификой военной службы, четко и точно регламентирующей весь спектр военно-служебных отношений [13]. Вспомним крылатые слова легендарного русского генерала М.Д. Скобелева: «В России есть только одна организованная сила – армия, и в её руках судьба России» [14]. Глубоко созвучны им сегодня размышления американского генерала У. Маккаффи: «... армии являются отражением нации, культуры и уровня развития производительных сил государства, которое они защищают. Будучи общественным институтом, они должны изменяться в соответствии с изменениями потребностей людей.

Важнейшей задачей российской армии сегодня является строительство государства. Армия – единственный общественный институт, который может быть приведен в действие моментально, способен прокормить себя, обустроиться и обеспечить поддержание порядка.

Для развития производительных сил и технического прогресса, основанных на использовании новейших технологий, нужны порядок и стабильность. Необходимо обеспечить снабжение сложных производительных операций и распределение продуктов труда на более или менее рациональной основе. Российская армия является главным гарантом этой стабильности...» [15].

По данным социологических исследований, в целом отношение к армии в Российской Федерации положительное. Как сообщает ВЦИОМ, в случае военной угрозы армия сможет защитить население страны, уверены 86% жителей Российской Федерации. В 2013 г. таких было 66%. Иначе считают 10%, что в 2,5 раза меньше по сравнению с 2013 г. (25%). Гордость и уважение по отношению к армии испытывают 39% и 40% соответственно. Негатив выражали реже: 7% – разочарование, недоверие – лишь 4%, скепсис и осуждение – ещё 2%. Многие также считают, что армия даёт возможность подняться по социальной лестнице. В итоге до 59% дошла доля тех, кто хотел бы видеть кого-то из ближайших родственников в рядах Вооружённых Сил, тогда как полгода назад об этом говорили 47% [16].

На наш взгляд, борьбу с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) нужно начинать с оптимизации научного криминологического обоснования и криминологического обеспечения [17], [18]. Следует учитывать и такие факторы, как, во-первых, соответствие законодательной базы, регламентирующей вопросы военного строительства и реформирования военной организации страны, обороны, безопасности российского государства реальному состоянию преступности военнослужащих (воинской преступности) и её структуре [19–21], и, во-вторых, криминологическую обоснованность и криминологическую обусловленность формируемого военно-уголовного законодательства [22], [23].

Как верно указывает В.В. Лунеев, признанный корифей криминологической науки, в одной из своих, как всегда, наукоёмких работ: «Практическая ценность наук криминального цикла на современном этапе заключается в том, чтобы профессионально отслеживать протекающие криминогенные тенденции в целях своевременного уточнения уголовной политики, уголовного законодательства и практической организации борьбы с новыми формами преступности» [24].

Не ограничиваясь констатацией проявления разных форм воинской преступности, «инвентаризацией» и описанием негативных явлений и процессов военной службы, детерминирующих преступления и иные правонарушения среди военнослужащих, криминологическая наука, как нам представляется, обязана перейти к разработке, применительно к условиям современной армии и флота, оптимальных средств воздействия на причинный комплекс преступности военнослужащих (воинской преступности).

Представляется, что крайне важно преодолеть ощущение безысходности борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью), а также недопонимание важности проведения взвешенной и научно обоснованной государственной военно-уголовной политики в рамках единой уголовной политики в стране [25], [26].

По нашему мнению, борьба с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) должна строиться на уровне стратегии сдерживания и нейтрализации преступности в войсках (силах), которая в свою очередь должна быть тесно связана с процессами в рамках единой государственной уголовной политики по всей стране.

Стратегия сдерживания и нейтрализации преступности военнослужащих (воинской преступности) является важной составной частью в системе мер обеспечения военной и национальной безопасности страны. Данное направление должно найти полноправное место в рамках военной криминологии, которая располагает для изучения этих вопросов соответствующим кадровым потенциалом и научным инструментарием. Военная криминология как частная криминологическая теория (научное направление в рамках криминологии) сформировалась в 80–90 гг. XX в. Первым среди юристов идею о выделении военной криминологии как нового научного направления, а в последующем – самостоятельной отрасли в системе криминологии, выдвинул О.В. Дамаскин [27]. Среди современных российских ученых – криминологов, занимавшихся проблемами преступности военнослужащих на уровне теоретического знания, в первую очередь, мы выделяем таких учёных как С.М. Иншаков, В.В. Лунеев, И.М. Мацкевич, В.Е. Эминов. В последние 2–3 года такими исследованиями активно занимаются немногие. Среди них мы можем указать на Ю.П. Оноколова.

Резюмируя изложенное, можно предварительно констатировать следующее: уместно вспомнить позитивный опыт криминологической науки советского периода, и поэтому сегодня реально назрела потребность в выработке, принятии и реализации научно обоснованной государственной Стратегии и Программы комплексных мер борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) [28].

Теперь рассмотрим некоторые, наш, взгляд, проблемные вопросы криминологического обоснования и обеспечения борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью).

Представляется, что современное военно-криминологическое научное знание заложено в самостоятельном научном направлении – военной криминологии. Понятие «военная криминология» первым ввёл в научный оборот В.В. Лунев [29–31]. Затем данное направление стал развивать С.М. Иншаков [32], [33]. Главная её задача состоит в изучении содержащихся в самой жизни и деятельности воинских коллективов закономерностей и тенденций развития преступности военнослужащих (воинской преступности) – как негативного социально-правового явления армейской (флотской) действительности, делинквентного и девиантного поведения военнослужащих-правонарушителей [34], [35].

Цель военной криминологии – прояснить их сущность и содержание на уровне

теоретического понятия и выразить в форме идеи, нацеленной на преобразование военно-служебных отношений в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации и изменение ситуации с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) к лучшему, снижение её до социально приемлемого и терпимого уровня.

Исходя из целей первойшей задачей военно-криминологических исследований должно стать проведение тщательной криминологической экспертизы всей совокупности уголовно-правовых норм, определяющих ответственность военнослужащих за преступления против военной службы и внесение по её результатам целого пакета изменений и дополнений в гл. 33 разд. XI УК РФ и военное законодательство страны [36–41].

Полагаем, что именно на основе оптимального и научно обоснованного военно-уголовного законодательства можно и должно проводить работу по поиску эффективных путей, мер и способов борьбы с преступностью в воинской среде, в целом, и с конкретными их видами уголовно-наказуемых деяний, совершаемых отдельными военнослужащими, в частности.

Выработка научных рекомендаций по уголовно-правовому регулированию, криминологическому обоснованию и криминологическому обеспечению предупреждения и профилактики преступности в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации при всей дискуссионности вопроса о том, существует ли самостоятельная отрасль права в виде криминологического-профилактического, требует считать её приоритетным направлением военной криминологии.

Наряду со стратегическими задачами следует выделить тактические задачи – прикладного и обеспечивающего характера. Нам представляется, что их условно можно классифицировать в следующие группы:

Первая группа таких задач, как нам представляется, – наиболее важная, связана с оптимизацией методов военно-криминологических исследований. Видимо, в первую очередь следует особое внимание в рамках военной криминологии уделять совершенствованию статистических методов изучения воинской преступности. «Объективизация учёта и расследования преступлений военнослужащих, открытость криминологически значимых данных потребуют от властей и народа, адекватных мер по контролю над преступностью в войсках, создадут условия для её более широкого изучения и предупреждения, снимут обоснованное подозрение населения к военному руководству («в армии всё скрывают»), помогут восстановить доверие к военной службе» [42].

Отсутствие действенных методик предупреждения и профилактики преступности в войсках (а там, где они имеются, их низкий научный уровень) выдвигает еще одну важнейшую задачу прикладного характера перед военной криминологией – разработку и внедрение новых научно обоснованных методик анализа причин конкретных преступлений против военной службы и личности военнослужащих-правонарушителей, наставлений, руководств, рекомендаций по проведению криминологических исследований в воинских частях (подразделениях) и на этой базе – развитие методов криминологического прогнозирования и планирования предупредительной и профилактической работы в войсках (силах).

Вторая группа задач прикладного (обеспечивающего) характера обусловлена необходимостью постоянного и систематического изучения состояния, уровня, структуры и динамики преступности как в стране в целом, так и в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации путем сравнительного анализа данных, структурированных по различным признакам: по видам преступлений, по условиям военной службы, по категориям военнослужащих, по возрастным, национальным, территориальным, половым признакам, по видам и родам войск и иным характеристикам.

Третья группа задач должна быть ориентирована на устранение причин и условий преступности в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации посредством выявления связи преступных проявлений в армейской (флотской) среде с условиями воспитания военнослужащих до призыва или поступления на военную службу по контракту, с условиями их жизни, деятельности, досуга, изучения социаль-

но-психологических, социально-демографических и психофизиологических особенностей личности военнослужащих-правонарушителей, анализа мотивации конкретных видов преступного поведения военнослужащих в различных жизненных ситуациях, выявления причин, характерных для отдельных групп преступлений в армейских (флотских) коллективах.

Заметим, что в отечественной криминологической науке в последние годы выделяют несколько концепций предупредительного воздействия на преступность [43]. В самом общем виде можно констатировать, что система предупредительного воздействия на преступность военнослужащих – это достаточно сложная комплексная, интегративная, многоуровневая система мер, включающая в себя весь арсенал мер по предупреждению различных видов воинской преступности и систему комплексных мер организационно-управленческого, уголовно-правового, методологического, право-воспитательного и иного характера по профилактике преступлений среди военнослужащих.

Ясно и то, что система предупредительного воздействия на преступность военнослужащих состоит из целого ряда самостоятельных подсистем [44], [45].

Механизм предупредительного воздействия на преступность военнослужащих определяется системными мерами (практической деятельностью) указанных субъектов на объекты данной системы [46].

Другим важным фактором повышения уровня борьбы с преступностью в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации необходимо сделать важный акцент в направлении виктимологической профилактики. Это позволит охватить общепреventивным воздействием военнослужащих потенциальных жертв преступлений [47], [48]. Не использовать мощный потенциал виктимологической профилактики – значит вести борьбу с воинской преступностью полумерами и однобоко.

Предварительно резюмируя изложенное, следует констатировать следующее:

Система предупредительного воздействия на преступность военнослужащих относится к системе специального предупреждения преступности и представляет собой сложную многофункциональную и многоуровневую систему предупредительного воздействия на процессы детерминации и причинности воинской преступности, затрагивающую важнейшую сферу общественно-значимой деятельности – военную службу, касающуюся специфической социальной группы – военнослужащих «группы риска», характеризующихся повышенной вероятностью совершения преступления.

Понятно, что система сдерживания и противодействия воинской преступности: от выявления, пресечения и привлечения к ответственности военнослужащих, совершивших преступление, до изучения причин и условий воинской преступности, разработка и реализация мер её предупреждения и профилактики, – так или иначе связана с совершенствованием социальных отношений, имеющих масштабный политический, экономический, культурно-воспитательный, правовой и иной характер.

Вместе с тем, в ряду основных направлений стратегии борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью), несомненно, должна стать новая система мер криминологического предупреждения и профилактики преступности военнослужащих (воинской преступности), которая, безусловно, должна объективно отличаться от прежней. Пришло время осознать ограниченность и непродуктивность возможностей только уголовно-правовых средств борьбы с воинской преступностью.

«Силовой подход» еще более активно продуцирует воинскую преступность, приводит к более серьезным последствиям, демонстрируя неэффективность работы военного командования.

В этой связи серьезной корректировки требует правовая работа по укреплению воинской дисциплины, по поддержанию законности и правопорядка в воинских частях (подразделениях), которая является важным участком деятельности командиров (начальников), а также офицеров юридической службы. При этом правовая работа не должна рассматриваться как функциональная обязанность только юридической службы.

Юридическая служба не подменяет полномочий командования в области наведения установленного законом правопорядка и дисциплины. Она призвана обеспечить правовыми средствами все проводимые командирами (начальниками) мероприятия по укреплению воинской дисциплины, законности и правопорядка.

Общеизвестно, что правовая работа в Вооруженных Силах включает в себя комплекс мер нормотворческой, правоприменительной и право-воспитательной направленности, разрабатываемых и осуществляемых органами военного управления и их юридическими подразделениями в целях предупреждения правонарушений, обеспечения законности и правопорядка, защиты прав и законных интересов военнослужащих, гражданского персонала и военных организаций, решения задач боевой подготовки и повышения боевой готовности воинских частей (подразделений).

В отличие от военной прокуратуры, военного суда юридическая служба призвана обеспечивать воинскую дисциплину, безопасность военной службы, законность и правопорядок в процессе правовой деятельности военного командования. Это обуславливает криминологическую направленность её организационно-методической работы по предупреждению и профилактике преступлений и иных правонарушений в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации.

В основном такая работа сводится к следующим направлениям деятельности:

- 1) сбор и анализ данных о состоянии преступности, противоправном поведении военнослужащих;
- 2) выявление криминогенных факторов военной службы и быта военнослужащих;
- 3) изучение правосознания военнослужащих и формирование у них активной жизненной позиции средствами правового обучения и воспитания;
- 4) создание правового актива, обладающего необходимыми знаниями и навыками;
- 5) нормативное, методическое, ресурсное, информационное обеспечение правовой работы;
- 6) реагирование на предкриминальные события и явления, составляющие начальную форму преступлений и иных правонарушений;
- 7) предупредительная работа с военнослужащими, отличающимися негативным поведением и входящими в «группу риска»;
- 8) пресечение преступлений и обеспечение неотвратимости наказания правонарушителей;
- 9) посткриминальное воздействие, т.е. исправление в воинской части (подразделении) военнослужащих, совершивших преступления, но освобожденных на законном основании от уголовной ответственности и (или) наказания.

Роль юридической службы в сдерживании воинской преступности напрямую зависит от степени ее участия в анализе дисциплинарной практики, выявлении криминогенных факторов, формировании управленческих решений в сфере правовой работы. Именно здесь участие военных юристов может вносить наиболее существенный вклад в улучшение правового содержания и юридической надежности деятельности командиров (начальников) по укреплению воинской дисциплины и предупреждению преступлений и иных правонарушений в войсках (силах).

Успешному решению этих проблем во многом должно способствовать дальнейшее совершенствование организации работы военного командования и юридической службы.

На наш взгляд, главное состоит в превращении правовой работы из пассивной консультативной в активную организующую и методически обеспечивающую, в усилении контрольных и воспитательных функций юридической службы, непосредственно подчиненной военному командованию, придание ей криминологического характера [49], [50].

Одновременно повсеместно необходимо проявлять заботу о повышении роли правового обучения и воспитания военнослужащих. В улучшении формирования правосознания и правовой культуры у военнослужащих нельзя полагаться на саморегу-

ляцию военно-служебных отношений и заложенных в нормах военного права воспитательных возможностей. Законопослушание и законоуважение может и должно утверждаться посредством знаний о праве. Вся политика сдерживания и противодействия воинской преступности должна опираться на эффективную систему правового обучения и воспитания личного состава.

Позитивным можно признать тот факт, что в 2012 г. в Вооружённых Силах Российской Федерации создали военную полицию [51] – структуру, необходимую для поддержания законности, правопорядка и борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) [53–57].

Ещё один не менее из важнейших вопросов – координация деятельности субъектов борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) в Вооружённых Силах и других войсках Российской Федерации [58–60]. В них задействовано или должно быть задействовано значительное число различных органов военного управления и воинских должностных лиц, органы военной юстиции, а также различные общественные организации, в том числе и неправительственные общественные организации, частные, благотворительные, религиозные организации, фонды и т. д. Нам представляется, что реализация государственной военно-уголовной политики борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) может быть достигнута лишь на основе согласованных усилий субъектов профилактической деятельности в осуществлении не только правовых, но и экономических, социальных, культурно-воспитательных, благотворительных и иных мер.

Следует заметить, что методы борьбы с преступностью в войсках (силах) не могут быть универсальными для Вооружённых Сил и других войск Российской Федерации. Они должны учитывать особенности прохождения военной службы в различных видах и родах войск Вооружённых Сил и других войсках Российской Федерации, региональные, национальные и конфессиональные особенности как места дислокации воинских частей (подразделений), так и призывного контингента, и контрактного состава военнослужащих. Здесь, безусловно, свое слово должны сказать соответствующие воинские должностные лица и соответствующие службы органов военного управления, занимающиеся проблемами борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) непосредственно в воинских частях (подразделениях), работники военных судов и прокуратуры.

Заметим, что проблема криминологического обоснования и криминологического обеспечения борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) носит комплексный характер и включает, в частности, и такие вопросы, как кадровое, научно-методическое, финансовое и иное ресурсное обеспечение, улучшение планирования и дальнейшее совершенствование правового регулирования.

Научные рекомендации военных криминологов и иных специалистов являются достаточной и необходимой предпосылкой положительного решения этих сложнейших вопросов.

Прав российский ученый С.И. Герасимов, сказавший, что содержание парадигмы «борьба с преступностью» следует понимать не как объявление войны преступникам, полное подавление и искоренение преступности (а это не раз звучало в прежние времена), но как планомерное и непосредственное управление двумя взаимосвязанными и взаимозависимыми процессами: профилактикой преступлений и уголовно-правовым контролем над преступностью [61].

Представляется, что актуальными направлениями дальнейших военно-криминологических исследований могут стать на наш взгляд следующие проблемы:

- криминологическая характеристика и социально-правовые меры предупреждения и профилактики преступности военнослужащих (воинской преступности) против местного населения в условиях прохождения военной службы за рубежом;
- криминологическая характеристика и социально-правовые меры борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) в военное время или в бое-

вой обстановке;

- виктимологические аспекты предупреждения и профилактики насильственных (корыстно-насильственных) преступлений в Вооруженных силах и других войсках Российской Федерации;

- преступность в российской армии: её реальное состояние;

- криминологическое прогнозирование преступности военнослужащих (воинской преступности);

- скрытая преступность в войсках как криминологическая проблема;

- правовые и методические вопросы предупреждения и профилактики преступлений и иных правонарушений военнослужащих;

- преступность военнослужащих (воинская преступность) и её сдерживание и нейтрализация;

- правовые и организационные основы деятельности органов военного управления и воинских должностных лиц по борьбе с преступностью военнослужащих (воинской преступностью);

- правовое обеспечение военной и национальной безопасности и проблемы борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью);
- социально-психологические и биологические детерминанты формирования личности преступника в условиях военной службы: криминологическо-психологические аспекты;

- личность преступника-военнослужащего: криминологическо-психологическое исследование;

- преступность военнослужащих (воинская преступность) в военное время;

- преступность военнослужащих (воинская преступность) в условиях боевой обстановки в мирное время;

- стратегия и тактика борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью).

По-видимому, в перспективе нам предстоит пересмотреть содержание и сущность многих понятий и представлений в теории и практике борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью), которым мы руководствовались на протяжении долгого времени, с учётом перемен, происходящих в российском обществе и военной организации страны. Оттого, насколько профессионально нам удастся справиться с этой задачей, во многом будет зависеть уровень и состояние преступности военнослужащих (воинской преступности) в Вооружённых силах и других войсках Российской Федерации.

В завершение позвольте напомнить слова М. Поланьи: «В чём бы, не заключалась научная проблема, она рассматривается в контексте некоего противоречия, между её теоретической разработкой и последствиями основанных на ней действий, либо в свете некоего альтернативного подхода к данной проблемной ситуации» [62].

Список литературы:

- [1] Бобровский П.О. Военное право России при Петре Великом. – СПб, 1886. – С. 10–11.
- [2] Карпов Н.Н. Закон должен защищать армию // Красная Звезда. – 1999. – 16 января.
- [3] Карпов Н.Н. Правопорядок в войсках и пути его укрепления: взгляд на проблему // Право в Вооруженных Силах. – 1999. – № 2. – С. 2.
- [4] Мацкевич И.М. Преступность военнослужащих (Криминологические и социально-правовые проблемы): Дис. ... д-ра юрид. наук: 12.00.08. – М., 2000. – 357с.
- [5] Соколов С.А. Военная реформа и воинский правопорядок: взгляд на проблему (криминологический аспект): Монография. – Кстово: НФ ВИУ, 2000. – 98с.
- [6] Соколов С.А. Преступления против военной службы: уголовно-правовой и криминологический аспекты: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.08. – Н. Новгород, 2002. – 204с.
- [7] Лунеев В.В. Преступность XX века: мировые, региональные и российские тенденции. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Волтерс клувер, 2005. – С. 742–773.
- [8] Соколов С.А. Система предупредительных мер борьбы с преступностью военнослужащих

- (воинской преступностью) // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 24. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2008. – С. 67–71.
- [9] Котляр В.С. Международное право и современные стратегические концепции США и НАТО. – М.: Научная книга, 2007. – 531 с.
- [10] Лихачёв В.Н. Современные проблемы мироуправления: российский подход. – М.: Изд. Дом «Вече», 2009. – 400 с.
- [11] Косован О.А. Криминальная ситуация в воинских формированиях страны как угроза военной и национальной безопасности // Российский военно-правовой сборник. – 2004. – № 1.
- [12] Соколов С.А. Национальная и военная безопасность России через призму Основного закона страны // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 44. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2015. – С. 36–42.
- [13] Соколов С.А. Духовно-нравственные начала и борьба с воинской преступностью // Всероссийская научная конференция «Нравственное государство как императив государственной эволюции», 27 мая 2011 г., Москва [текст + электронный ресурс]. – М.: Научный эксперт, 2011. – С. 998–1074.
- [14] Цит по: Соколов С.А. Международное гуманитарное право и оперативное право: успехи и проблемы имплементации // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 42. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2015. – С. 19.
- [15] Письмо генерал-лейтенанта в отставке Уильяма Маккаффри сыну генералу Барри Маккаффри. // Военная мысль. – 1995. – № 1. – С. 78–79.
- [16] Рос. газ. – 2015. – 9 июля. – № 149 (6720). – С. 12; Рос. газ. – 2015. – 23 июля. – № 161 (6732). – С. 31.
- [17] Соколов С.А. Некоторые проблемные вопросы оптимизации научного обеспечения борьбы с воинской преступностью // Всероссийская научно-практическая конференция «Оптимизация научного обеспечения и криминологической культуры борьбы с преступностью», 28 января 2011 г., Москва: [материалы]. – М.: Российская криминологическая ассоциация, 2011. – С. 331–352.
- [18] Соколов А.Н., Вишня Г.И. Военно-правовой реформе научный подход // Гос. и право. – 2005. – № 10. – С. 28–33.
- [19] Волчок В.Г. Преступность военнослужащих как объект комплексного криминологического исследования // Право в Вооружённых Силах. – 2005. – № 4.
- [20] Макаров В.Д. Армия и коррупция // Военно-юридический журнал. – 2008. – № 6.
- [21] Соколов С.А. Воинская преступность – объект системно-комплексного криминологического исследования // Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2009», 19–21 мая 2008 г., Н. Новгород: [труды конгресса]. – Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2010. – С. 51–59.
- [22] Милюков С.Ф. Проблемы криминологической обоснованности российского уголовного законодательства: Автореф. дис. д-ра юрид. наук. – СПб, 2000. – 57 с.
- [23] Моргуленко Е.А. Криминологическая обусловленность уголовно-правовых норм как средство обеспечения военной безопасности государства // Российский военно-правовой сборник. – 2004. – № 1.
- [24] Лунеев В.В. Криминологические проблемы глобализации // Гос. и право. – 2010. – № 1. – С. 57.
- [25] Гаврилов Б.Я. Современная уголовная политика России: цифры и факты. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 208 с.
- [26] Соколов С.А. Военно-уголовная политика: понятие, сущность, содержание // Сборник научно-технических статей Нижегородского военного института инженерных войск. – Вып. 12. – Кстово: НВВИВ (ВИ), 2010 – С. 340–343.
- [27] Криминологические проблемы правовой работы в Вооружённых Силах // Военная мысль. – 1995. – № 3. – С. 57–62.
- [28] Бородин С.В. Борьба с преступностью: теоретическая модель комплексной программы. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
- [29] Лунеев В.В. Советская криминология (причины, предупреждение и методы изучения преступлений военнослужащих: учебн. пособие. – М.: ВКИ, 1978.
- [30] Лунеев В.В. Военно-криминологическая проблематика: специфика, содержание, значение. – Сб. статей. – № 19. – М.: ВКИ, 1983.
- [31] Лунеев В.В. Криминология (причины, предупреждение и методы изучения преступлений в Вооружённых Силах СССР: учебник / Под ред. А.Г. Горного. – М.: ВКИ, 1986. – С. 17–18.
- [32] Иншаков С.М. Военная криминология. М., 2000. Ч. 1. – С. 17.
- [33] Криминология: Практикум. – М.: Юриспруденция, 2003. С. 209–217.

- [34] Харабет К.В. Военная девиантология, её место и роль в изучении правонарушающего поведения военнослужащих // Вкладка «военно-уголовное право» журнала «Право в Вооружённых Силах». – 2002. – № 11–12.
- [35] Оноколов Ю.П. Девиантные отклонения и виктимность военнослужащих – обстоятельства, влияющие на формирование мотивации преступного поведения в воинской среде // Военно-юридический журнал. – 2015. – № 5. – С. 7–11.
- [36] Лысенков С.Г., Зателепин О.К. Конкуренция военно-уголовных норм при квалификации некоторых преступлений против военной службы // Российский военно-правовой сборник. – 2004. – № 1.
- [37] Зателепин О.К. О концепции законопроекта о совершенствовании военно-уголовного законодательства // Военно-уголовное право. – 2004. – № 5. – С. 14.
- [38] Зателепин О.К. Законопроект о совершенствовании военно-уголовного законодательства: «за» и «против» (обсуждение официальных отзывов Верховного Суда Российской Федерации и Правительства Российской Федерации // Право в Вооружённых Силах. – 2005. – № 2.
- [39] Дубовский Ю.М. О некоторых новеллах военно-уголовного законодательства // Военно-юридический журнал. – 2008. – № 6.
- [40] Соколов С.А. Состояние военно-уголовного законотворчества в современной России: особенности, тенденции и некоторые проблемы его дальнейшего совершенствования // Вестник Волжского государственного университета водного транспорта. Вып. 46. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – С. 238–243.
- [42] Лунеев В.В. Преступность XX века: мировые, региональные и российские тенденции. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Волтерс клуввер, 2005. – С. 773.
- [43] См., напр.: Российская криминологическая энциклопедия / Под общ. ред. А.И. Долговой. – М.: Норма, 2000. – С. 80–83.
- [44] См.: Преступность среди социальных подсистем: Новая концепция и отрасли криминологии / Под ред. Д.А. Шестакова. – СПб: Изд-во «Юридический центр ПРЕСС», 2003. – С. 6–7, 24–27.
- [45] Соколов С.А. Система предупредительных мер борьбы с преступностью военнослужащих (воинской преступностью) // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 24. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2008. – С. 67–71.
- [46] См.: Боков А.В. Организация борьбы с преступностью/ Под ред. Г.А. Аванесова: Монография. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, Закон и право, 2003. – С. 111–115.
- [47] Кочешев С.П. Воинская преступность в аспекте взаимоотношений преступников и жертв преступлений // Власть: криминологические и правовые проблемы. – М.: Российская криминологическая ассоциация, 2000. – С. 146–151.
- [48] Кочешев С.П. Виктимологические особенности потерпевшего // Военно-юридический журнал. – 2006. – № 10.
- [49] Дамаскин О.В. Криминологические проблемы правовой работы в Вооружённых Силах Российской Федерации // Военная мысль. – 1995. – № 3. – С. 57–62.
- [50] Соколов С.А. Военная реформа и воинский правопорядок: взгляд на проблему (криминологический аспект): Монография. – Кстово: НФ ВИУ, 2000. – С. 77–78.
- [51] О деятельности военной полиции Вооружённых Сил Российской Федерации: приказ Министра обороны Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 1111 // Справочная правовая система «Консультант Плюс»: <http://www.consultant.ru/>.
- [52] Загудин Р.А., Кудашкин А.В. Военная полиция – необходимый элемент нового облика военной организации государства // Право в Вооружённых Силах. – 2009. – № 12.
- [53] Полиция в казарме: за правопорядок и дисциплину в армии будет отвечать отдельная структура // Рос. газ. – 2009. – 10 дек. – С. 9.
- [54] Гаврилов Ю. Полицию – в армию // Рос. газ. – 2012. – 5 июля. – № 152 (5825). – С. 2.
- [55] Корякин В.М. Деятельность военной полиции в Российской Федерации узаконена (обзорный комментарий к Федеральному закону от 3 февраля 2014 года № 7-ФЗ) // Право в Вооружённых Силах. – 2014. – № 3. – С. 2–5.
- [56] Гаврилов Ю. Военную полицию наделят правоохранительными функциями // Рос. газ. – 2014. – 27 янв. – № 16 (6288). – С. 2.
- [57] Гаврилов Ю. Военная полиция получила законный статус. На «дедов» нашлась управа // Рос. газ. – 2014. – 5 февр. – № 24 (6296). – С. 17.
- [58] О координации деятельности правоохранительных органов по борьбе с преступностью: Указ Президента Российской Федерации от 18 апреля 1996 г. № 567, с изм. от 25 ноября 2003 г. // СЗ РФ. – 1996. – № 17. – Ст. 1958; Рос. Газ. – 1996. – 5 мая. – № 83.

- [59] Положение о координации деятельности по борьбе с преступностью в Вооруженных Силах и других войсках Российской Федерации: Утверждено Генеральным прокурором Российской Федерации 10 сентября 1996 г. // Бюллетень Генеральной прокуратуры РФ. – 1996. – № 8.
- [60] О повышении эффективности работы органов военной прокуратуры по профилактике преступлений и других правонарушений: Приказ Генерального прокурора Российской Федерации от 17 сентября 2002 г. № 255 // Справочная правовая система «Консультант Плюс»: <http://www.consultant.ru/>.
- [61] Герасимов С.И. Роль власти в предупреждении преступности // Власть: криминологические и правовые проблемы. – М.: Российская криминологическая ассоциация, 2000. – С. 4.
- [62] Polanyi M. The Logic of Liberty: Reflections and Rejoinders. Chicago, 1951. – P. 26.

CRIMINOLOGICAL JUSTIFICATION AND CRIMINOLOGICAL PROVIDING OF CRIME-FIGHTING (MILITARY CRIME) IN THE ARMED FORCES AND OTHER TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION

S.A. Sokolov

Key words: *military criminology, fighting, crimes against military service, military, crime, military.*

The article is devoted to the issues of containment and neutralization of military personnel crime. This is an important part of the military and national security of the country. On the basis of contemporary criminological knowledge, according to the author, this direction should find its right place within the military criminology, which is to examine these issues having the relevant human resources and scientific tools.

Статья поступила в редакцию 15.05.2016 г.

УДК 34 (право. науки о праве)

Ф.С. Сосенков, заведующий кафедрой, к.ю.н, доцент., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ЛИБЕРАЛЬНАЯ ПОЛИТИКО-ПРАВОВАЯ МЫСЛЬ О ГОСУДАРСТВЕННОМ ЕДИНСТВЕ И ПРОТИВОДЕЙСТВИИ СЕПАРАТИЗМУ

Ключевые слова: *политическая партия «Яблоко», Г.О. Явлинский, С.С. Митрохин, государственное единство, территориальная целостность, центробежные силы, сепаратизм, централизация власти.*

Рассмотрены вопросы государственного единства в идеологии современного российского либерализма (на примере партии «Яблоко») и политико-правовых воззрениях его лидеров Г.О. Явлинского и С.С. Митрохина. На основании анализа программных и иных документов «Яблока», статей, выступлений, интервью Г.О. Явлинского и С.С. Митрохина автор приходит к выводу, что государственное единство, территориальная целостность являются важными категориями в идеологии современного «Яблока».

Для многих стран современного мира со всей актуальностью встает вопрос сохранения государственного единства. Данная проблема возникает в государствах незави-

симо от их принадлежности к тому или иному континенту, главенствующего экономического уклада или политического режима. В юридической литературе государственное единство понимается как отказ от каких-либо проявлений сепаратизма, то есть такой политики в отдельных частях государства, которая не учитывает интересов всего государства, противопоставляя им местные интересы.¹ Также отмечается, что государственное единство предполагает весьма значительный объем и высокий уровень согласованных позиций, интересов и отношений между институтами государственности, взаимосвязанных с политической и правовой системами, а также с гражданским обществом на основе взаимодействия в разрешении конкретных проблем общественного развития, что обеспечивает устойчивую структуру власти и властных отношений в государстве, его территориальную целостность.² Как можно заметить, вопрос территориальной целостности является ключевым в проблеме государственного единства, в этой связи данные термины зачастую используются в одном и том же контексте.

Россия в силу своего многонационального, поликонфессионального и мультикультурного характера практически на всех этапах своего исторического развития вынуждена была решать задачу сохранения своего единства. В этой связи различными политическими силами, отечественными государствоведами, писателями и государственными деятелями накоплен значительный теоретический и практический опыт. В рамках данной статьи попытаемся обобщить и проанализировать политико-правовые воззрения на вопросы государственного единства и противодействия сепаратизму российских либералов (на примере партии «Яблоко»).

В рамках политической партии социал-либерального толка «Яблоко»³, созданной в 1993 году за время существования было высказано немало позиций относительно государственного единства России. Особый интерес представляют программные и предвыборные документы организации, работы и выступления её лидеров Г.О. Явлинского (р. 1952 г.), возглавлявшего партию до 2008 года, и его преемника С.С. Митрохина (р. 1963 г.). Первоначально «Яблоко» являлось общественным объединением, однако в данной работе для удобства мы называем организацию партией.

Интересна эволюция представлений «Яблока» относительно того, как должна быть устроена федерация в России для того, чтобы обеспечить её максимальную устойчивость, единство. В ноябре 1993 года, которым датируется Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (организационно предшествовал партии «Яблоко»), ныне действующая Конституция Российской Федерации ещё не была принята. Таким образом, основные правила построения федеративных отношений ещё не были определены и партия предлагала свои варианты. Характерно, что большинство предложений направлены на укрепление единства государства.⁴

¹ См.: Конституционное право. Энциклопедический словарь / Отв. ред. С. А. Авакьян. М.: Изд-во НОРМА. 2001. С. 144.

² См.: Левакин И. В. Государственное единство России: теоретико-правовое исследование. Дис. ...докт. юрид. наук. М., 2003. С. 13.

³ См.: Манихин О. Российская демократическая партия «Яблоко». Краткий исторический обзор. М.: Интеграл – Информ, 2003. С. 46. В одном из своих современных документов «Яблоко» позиционирует себя как наследников русских конституционных демократов начала XX века. См.: Предвыборная программа РОДП «Яблоко» на выборах депутатов Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации VI созыва (основные направления деятельности 2011 – 2016 г.г.). Утверждена решением XVI съезда партии «Яблоко» 10 сентября 2011 г. // <http://www.yabloko.ru/books/Program-27-10-11.pdf> (дата обращения – 19.08.2015).

⁴ Сожаление высказывается даже по поводу распада Советского Союза: «Мы были против взрывного варианта переделки СССР. Были возможности сохранить единое экономическое и военно-экономическое пространство на территории Союза». (Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html> (дата обращения – 19.08.2015)). Роспуск СССР называется также «импульсивным и непродуманным» (Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 72.). В 1999 году была использо-

Прежде всего было заявлено, что вопрос о сецессии не является предметом для обсуждения: «Единство России – это непреложный принцип, который не может быть подвергнут сомнению не только голосованием в парламенте, но даже референдумом на отдельных её территориях. Мы против закрепления в Конституции РФ и её территорий права выхода из состава Федерации». ¹ Отчетливой была также линия на унификацию федеративных отношений. Об этом в частности свидетельствует стремление зафиксировать распределение предметов ведения и полномочий между регионами и федеральной властью в конституции, а не устанавливать для отдельных регионов преференции, закрепленными договором. ² Подобная практика расшатывает единство страны, поскольку каждый субъект стремится обеспечить себе максимальную самостоятельность от Федерации. При этом «Яблоко» не склонно к резким шагам в региональной политике. Данная особенность была даже зафиксирована в одной из редакций партийной программы как принцип: «осторожность и постепенность реформирования сферы федеративных отношений». ³ В частности переход к конституционной федерации не означает немедленного расторжения всех существующих между федерацией и регионами договоров: «Мы видим свою задачу не в подобных акциях административного характера, а в том, чтобы постепенно интегрировать эти республики в конституционную систему». ⁴

Стремление нейтрализовать отрицательный для единства страны эффект договоров между Федерацией и регионами выразилось и в правотворческой работе «Яблока». Так 12 февраля 1997 года в Государственной Думе в третьем чтении рассматривался проект закона «О принципах и порядке разграничения предметов ведения и полномочий между органами государственной власти Российской Федерации и органами государственной власти субъектов Российской Федерации». Фракция «Яблоко» потребовала вернуть закон во второе чтение для того, чтобы внести в него поправку о приоритете Конституции РФ и федеральных законов над договорами о разграничении предметов ведения и полномочий между федеральными и региональными органами исполнительной власти. ⁵

Как необходимые называются также принципы, нарушавшиеся впоследствии почти десять лет – «единообразие бюджетных взаимоотношений Москвы и регионов, приоритет федерального законодательства». ⁶ Необходимость установления единого статуса субъектов Федерации, а также «отказ от раздачи привилегий и суверенитетов»⁷, – также необходимые принципы федерализма, обеспечивающие единство страны.

вана даже такая формулировка: «Бездарный и предательский почерк Беловежских соглашений...» (Декларация партии «Яблоко» (одобрена VII съездом «Яблока», сентябрь 1999 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/decl-99.html> (дата обращения – 19.08.2015)

¹ Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html> (дата обращения – 19.08.2015).

² Данный тезис повторяется и в более поздних документах «Яблока». См.: Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 49; Политическая программа Объединения «Яблоко» (1998 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/pp.html> (дата обращения – 19.08.2015).

³ Политическая программа Объединения «Яблоко» (1998 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/pp.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁴ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 50.

⁵ См.: Сергей Митрохин. «Яблоко» действует. Только факты. 1999 г. // <http://www.yabloko.ru/Publ/Guide/Guide-22.html#1> (дата обращения – 19.08.2015)

⁶ Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁷ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 49.

В плане борьбы с законотворческим сепаратизмом «Яблоко» в ещё в 1995 предложило несколько мер, которые в дальнейшем нашли выражение в федеральном законодательстве. В частности предлагалось «разработать механизм прямого воздействия федеральных органов на те субъекты Федерации, где нарушаются...федеральные законы». ¹ В этой связи следует вспомнить, что Г.О. Явлинский выступал с резкой критикой политики Б.Н. Ельцина, выражающейся в попустительстве региональным властям в их злоупотреблениях и отсутствие реакции на нарушение федерального законодательства: «Нас не устраивает то спокойствие, порой перерастающее в открытую поддержку, с которой Вы, именующий себя гарантом Конституции, взираете на бесчинства региональных властей в ряде субъектов Российской Федерации...Для многочисленных губернаторов и президентов нашей страны Ваше бездействие служит подтверждением той идеи, что все это – дозволено и оправдано. Но это – кратчайший путь к феодальному распаду страны, которая все больше и больше становится похожей на конфедерацию удельных княжеств» ². То есть в качестве одной из потенциальных причин распада страны называется беззаконие на региональном уровне.

Также обращалось внимание на необходимость «законодательного закрепления процедуры экспертизы законодательных актов субъектов Федерации (в рамках конституционной сферы совместной компетенции) в Федеральном Собрании». ³

Поскольку достаточно большое количество субъектов Российской Федерации не способствует укреплению государственного единства и эффективности управления, «Яблоко» выступает за их объединение, межрегиональную интеграцию. Принципиально важно, что объединение должно осуществляться на основе экономической, географической, социальной общности, но отнюдь не на этнической основе. Это принципиально важный момент программы, поскольку именно национальный принцип часто является основой для различных сепаратистских движений. В этой связи «Яблоко» предлагает разделять вопросы федеративного устройства и национальной политики, выделяя последнюю в самостоятельную сферу. В целях профилактики сепаратизма «Яблоко» также считает необходимым проводить национальную политику, которая исключала бы конфликты на этнической и религиозной почве. ⁴ Оптимальным для России вариантом было бы, в соответствии с партийной позицией, «ослабление и предотвращение политизации национальных и этнических проблем, переведение их из разряда политических в категорию социальных и культурных». ⁵ Строить национальную политику, в соответствии с партийной программой, предлагается преимущественно не на основе территориально-политического обособления этноса, опасного центробежными силами, а в форме экстерриториальной или культурной автономии. ⁶ Взвешенную национальную и религиозную политику «Яблоко» предлагает совмещать с эффективным применением санкций за разжигание соответствующей розни и ущемление суверенитета Российской Федерации. ⁷

¹ Там же. С. 51.

² Явлинский Г.О. Борис Ельцин может развалить Россию. Открытое письмо Президенту России // О российской политике. Выступления и статьи (1994 – 1999 гг.). М.: ЭПИцентр, 1999. С. 323 – 324.

³ Там же. С. 51.

⁴ Декларация. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 21.

⁵ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 53.

⁶ См.: Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // [http://www.yabloko.ru/ Union/Program/prog-93.html](http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html) (дата обращения – 19.08.2015); Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 54.

⁷ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 54.

«Яблоко» является последовательным противником использования вооруженных сил для разрешения политических кризисов, в том числе, видимо, и в целях сохранения территориальной целостности государства. Такой вывод мы делаем на том основании, что именно в разделе «федеративное устройство и региональная политика» содержится следующий тезис: «Мы твердо считаем, что применение армии в решении внутривнутриполитических проблем должно быть исключено».¹ В последующем, видимо, с учетом чеченского конфликта формулировки становятся менее категоричными, но с акцентом на четкую регламентацию применения силы. В 1995 году в качестве принципа внутренней политики утверждается «отказ от применения армии внутри страны за исключением случаев, специально оговоренных в Конституции и законах России и на основе законных процедур, приоритет политических методов над силовыми»²; «применение силы допустимо лишь в исключительных случаях вооруженного сепаратизма и только на основе Конституции и законов»³.

Конфликт в Чеченской республике также характеризует позиции «Яблока» к проблемам государственного единства России. В 1995 году партия заявляла, что «нынешняя политика Президента и Правительства на Северном Кавказе есть лучший способ развалить Российское государство».⁴ Партия имела свой план урегулирования конфликта, заключавшийся в прекращении огня и дальнейшем ведении переговоров. Фракцией «Яблока» в Государственной Думе был разработан проект Федерального закона «О делегациях по урегулированию вооруженного конфликта в Чеченской Республике». Продолжение военных действий критиковалось также за то, что оно не гарантировало сохранения территориальной целостности Российской Федерации.⁵ В дальнейшем, уже в 2000-х годах «Яблоко» обещало в случае прихода в исполнительную власть «прекратить войну в Чечне, сохранив при этом целостность России».⁶ Впоследствии, начиная с 2003 года, формулировка видоизменилась: обещание прекратить войну заменило обещание установить мир.⁷ В программе 2012 года вместо мира в Чечне упоминается «подлинный мир на Северном Кавказе».⁸

Таким образом, предвыборная программа «Яблока» 1993 года в части вопросов государственного единства России является достаточно выдержанной, продуманной и направленной к укреплению федерации. Ключевыми моментами являются укрепление связей субъектов с федеральным центром, а также субъектов между собой и сокращение влияния этнического фактора на государственное устройство. Вопросы вы-

¹ Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // [http://www.yabloko.ru/ Union/Program/prog-93.html](http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html) (дата обращения – 19.08.2015).

² Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 49. Данная формулировка практически без изменений сохраняется и в более поздних партийных документах. См.: Политическая программа Объединения «Яблоко» (1998 г.) // [http://www.yabloko.ru/ Union/ Program/pp.html](http://www.yabloko.ru/Union/Program/pp.html) (дата обращения – 19.08.2015).

³ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 50.

⁴ Что мы смогли сделать в Государственной Думе (январь 1994 – июль 1995) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 258.

⁵ Там же. С. 349.

⁶ Демократический манифест партии «Яблоко» (10 декабря 2001 г.) // [http://www.yabloko.ru/ Union/ Program/manifest-2001-proj.html](http://www.yabloko.ru/Union/Program/manifest-2001-proj.html) (дата обращения – 19.08.2015).

⁷ Демократический манифест – программа Российской Демократической Партии «Яблоко». Основы государственной политики на 2003 – 2005 гг. // [http://www.yabloko.ru/Elections/2003/ Program_2003/index.html](http://www.yabloko.ru/Elections/2003/Program_2003/index.html) (дата обращения – 19.08.2015); Программа Российской объединенной демократической партии «Яблоко» – Демократический манифест» (принята XIII съездом РДП «Яблоко» 11 июня 2006 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/programma.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁸ См.: Программа партии «Яблоко» «Демократический манифест» (2012 г.) // http://www.yabloko.ru/content/programma_demokraticeskij_manifest (дата обращения – 19.08.2015).

зывает разве что следующий пункт: ««Федеративный» блок статей новой Конституции неизбежно будет носить временный характер до фактического разделения полномочий между федеральными и региональными органами власти».¹ Подобное развитие событий вероятнее всего придало бы Федерации неустойчивый асимметричный характер и пагубно сказалось бы на её единстве.

В отличие от левых и национально-патриотических партий «Яблоко» отчетливо определяет распад СССР как совершившийся факт и невозможность в ближайшее время воссоздать разрушенное государство. Вместе с тем в качестве цели международного сотрудничества в рамках СНГ называется «всесторонняя (экономическая, культурная, оборонная) интеграция бывших союзных республик, исключительно на добровольной основе».²

В дальнейшем идеи «Яблока» относительно развития российского федерализма развивались и дополнялись.

Противоречив, как было отмечено выше, блок представлений «Яблока» о распределении предметов ведения и полномочий между Федерацией и субъектами. Партия выдвигает вроде бы парадоксальный тезис: «Единство России может быть обеспечено только на пути последовательной децентрализации государственной власти, распределения ее между Федерацией и её субъектами».³ Объяснение здесь может заключаться только в том, что «Яблоко» считает степень центробежных сил настолько высокой, что ослабить их можно, только предоставить субъектам Федерации большую самостоятельность. Так, в Декларации 1995 года партия выступает за расширение полномочий российских регионов, но с обязательным условием: «Субъектам Федерации должны быть переданы все полномочия, которые они в силах реализовать, не нанося ущерба единству России».⁴ При этом, осознавая фактически асимметричный характер Российской Федерации по причине расширенных предметов ведения и полномочий республик, «Яблоко» предлагает решить проблему следующим образом: «Выравнивание статуса субъектов федерации должно идти постепенно – в сторону расширения прав краёв и областей, а не урезания конституционных прав республик».⁵

От программы к программе разработка проблем единства и целостности Федерации у «Яблока» становится все детальной. Так, в 1998 году партия формулирует обязанности Федерации по обеспечению некоторых ключевых моментов, которые в совокупности и составляют государственное единство. Федерация в этой связи должна обеспечить: «защиту...территориальной целостности Российской Федерации; единое экономическое пространство страны; единообразие межбюджетных отношений Центра и регионов; укрепление единой системы правоохранительных, судебных и надзорных органов; единое культурно-информационное пространство страны и единство минимальных стандартов образования; единство экологических стандартов, обеспечивающих сохранение среды обитания».⁶

¹ Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html> (дата обращения – 19.08.2015).

² Там же. Этот же тезис «Яблоко» поддерживало и в дальнейшем. См.: Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 50.

³ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 48. Этот тезис развивался и в последующих партийных документах. См.: Политическая программа Объединения «Яблоко» (1998 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/pp.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁴ Декларация. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 16.

⁵ Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 50.

⁶ Политическая программа Объединения «Яблоко» (1998 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/pp.html> (дата обращения – 19.08.2015).

К концу XX века стало очевидно, что федеративные отношения, сложившиеся в России, опасны для государственного единства страны. В этой связи «Яблоком» отмечено, что «...на исходе «ельцинского десятилетия» Россия превратилась в страну, которая...находится на грани территориального распада...».¹ Вероятно, критическое положение подвигло партию признать необходимость власти, «которая...способна железной рукой...отстоять единство и целостность России...».² 1999 год вообще ознаменовался в общем-то не вполне свойственными для «Яблока» как либеральной партии заявлениями, комментариями, предложениями.

Если ранее заявлялось о необходимости возможно большей децентрализации, то впоследствии пришли к выводу о необходимости «восстановления федерального присутствия в регионах».³ В 1993 году исходили из возможности фактического установления объема предметов ведения и полномочий между субъектами и Федерацией, в 1999 году предлагаются поправки в Конституцию РФ, направленные на «пресечение сепаратизма, своеволия местных властей и торга между федеральной властью и властями регионов».⁴ Кроме этого предлагалось принять закон о федеральном надзоре, в котором предусмотреть механизм приведения региональных правовых актов в соответствие с федеральными, в том числе путем предварительного контроля, еще до принятия. Совсем новаторским была идея создать специальный контрольный федеральный орган, наделенный полномочиями давать указания органам государственной власти субъектов РФ и органам местного самоуправления по исполнению федеральных законов, а также приостанавливать их нормативные правовые акты, противоречащие федеральному законодательству.⁵

Как партия либерального толка «Яблоко» не могла использовать консервативный тезис о государствообразующем русском народе. Однако общий «централизаторский» настрой не обошел и либеральную партию: в ретроспективном аспекте она охарактеризовала его следующим образом: «...народ, сплотивший вокруг себя другие народы Советского Союза...».⁶

Начало 2000-х годов ознаменовалось планомерной работой федеральной власти по укреплению государственного единства, которая не всегда шла оперативно. «Яблоко» в этой связи также акцентировало свою приверженность укреплению государственности: «Наша цель – демократическая, процветающая Россия, сильная страна, способная...сохранить свою целостность и единство».⁷ Позиция партии по интере-

¹ Декларация партии «Яблоко» (одобрена VII съездом «Яблока», сентябрь 1999 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/decl-99.html> (дата обращения – 19.08.2015).

² Декларация партии «Яблоко» (одобрена VII съездом «Яблока», сентябрь 1999 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/decl-99.html> (дата обращения – 19.08.2015).

³ Там же.

⁴ Предвыборная программа «Яблока» на выборах депутатов Государственной Думы 1999 года «Будущее, доверие, безопасность». Одобрена VII съездом Объединения «Яблоко» // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-99.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁵ См.: Законы «Яблока». Составитель С. Митрохин. Объединение «Яблоко», октябрь 1999 года // <http://www.yabloko.ru/Publ/Zakon/Zakon.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁶ Декларация партии «Яблоко» (одобрена VII съездом «Яблока», сентябрь 1999 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/decl-99.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁷ Демократический манифест партии «Яблоко» (10 декабря 2001 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/manifest-2001-proj.html> (дата обращения – 19.08.2015); Демократический манифест – программа Российской Демократической Партии «Яблоко». Основы государственной политики на 2003 – 2005 гг. // http://www.yabloko.ru/Elections/2003/Program_2003/index.html (дата обращения – 19.08.2015); Программа Российской объединенной демократической партии «Яблоко» – Демократический манифест» (принята XIII съездом РДП «Яблоко» 11 июня 2006 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/programma.html> (дата обращения – 19.08.2015); Программа партии «Яблоко» «Демократический манифест» (2012 г.) // http://www.yabloko.ru/content/programma_demokraticeskij_manifest (дата обращения – 19.08.2015).

сующим нас вопросам 2000 – 2003 годов выражалась следующим образом: «Сегодня в федеральной политике накопилось много проблем. В руках губернаторов сосредоточена огромная власть, перед которой зачастую беззащитны граждане и бессильна федеральная власть. В ряде территорий не выполняются федеральные законы и даже Конституция РФ...».¹

В 2000 году фракция «Яблока» в Государственной Думе поддержала проект Федерального закона «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации»». «Яблоко» посчитало необходимым принятие данного закона в связи с задачей «совершенствования системы органов государственной власти, механизма обеспечения её единства, в том числе с усилением непосредственного воздействия федеральных органов на органы власти субъектов Российской Федерации».²

В 2001 году «Яблоко» предложило принять ряд законов, прямо или косвенно касающихся проблем государственного единства. Несмотря на то, что они не были выражены в форме законопроектов, сама постановка проблемы акцентирует внимание на проблеме и характеризует партийную позицию. Некоторые из этих идей были впоследствии учтены законодателями.

Первой, на наш взгляд, необходимо назвать идею закона «О борьбе с национализмом и сепаратизмом в Российской Федерации». Круг отношений, которые предполагалось урегулировать законом, и задачи, стоящие перед ним, достаточно широки: признание сепаратизма и национализма в качестве угрозы российской государственности; установление ответственности должностных лиц за дискриминацию по этническому принципу и призывы к такой дискриминации; деяния, направленные к нарушению территориальной целостности России; неисполнение судебных решений, предписывающих привести региональное законодательство в соответствие с федеральным; разрушение экономического и информационного единства страны.³ Опасность национализма и, как следствие, сепаратизма отмечалась «Яблоком» и Г.О. Явлинским неоднократно. Причем политик предостерегает как от окраинного национализма, так и от национализма преобладающей в государстве национальности. И тот, и другой варианты порождают центробежные силы и ведут государство к расколу. Достаточно показательны его заявления на этот счет в мае 1999 года: «События в Югославии сделали очевидным важнейший элемент политики России на ближайшие десятилетия – он заключается в стратегии сохранения целостности Российской Федерации... в многонациональной стране национализм в качестве государственной идеологии не может быть принят ни в какой его форме. При любом развитии событий страну, взявшую на вооружение эту стратегию, ждет крах. Я обращаю особенное внимание на это обстоятельство, что и в нашей стране есть попытки подойти вплотную к таким затеям».⁴

Институт полномочных представителей Президента РФ в федеральных округах, призванный укрепить вертикаль власти и, следовательно, государственное единство не имел четкого правового статуса. В этой связи предлагалось принять закон «О пол-

¹ Законодательная деятельность, позиция, результаты голосования. Фракция «Яблоко» в Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации. М.: ЭПИЦентр, 2003 // http://www.yabloko.ru/Elections/2003/Otchet_III/otchet_III029.html (дата обращения – 19.08.2015).

² Там же.

³ См.: Программа Российской демократической партии «Яблоко» (принята X съездом РДП «Яблоко» 22 декабря 2001 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/att.html> (дата обращения – 19.08.2015).

⁴ Главное – это целостность Российской Федерации. Доклад Г. Явлинского на заседании Центрального Совета Объединения «Яблоко» 10 мая 1999 года // О российской политике. Выступления и статьи (1994–1999 гг.). М.: ЭПИЦентр, 1999. С. 385.

номочных представителях Президента в федеральных округах», в котором определить полномочия этих должностных лиц.¹ Отдельные положения законопроекта, в частности возможность роспуска регионального представительного органа или отстранения от должности главы субъекта Президента РФ в случае нарушения федерального законодательства или соответствующего судебного решения, в соответствии с позицией фракции восполняли в некоторой мере отсутствие в Конституции института федерального вмешательства.²

Предложение принятия закона «О государственной национальной политике Российской Федерации» содержало пояснение, что в качестве приоритета определяется формирование у граждан России вне зависимости от национальности «чувства «единой Родины»». ³ Речь, очевидно, идет о так называемой гражданской или политической нации, существование которой укрепляет государственное единство. Для «Яблока» вообще характерно стремление к деполаризации национальных отношений. В этой связи нельзя не упомянуть предложение принять закон «О национально-культурной автономии», который должен был быть направлен «на поддержку национально-культурной автономии как формы реализации национально-культурных прав граждан России». ⁴ Подобная форма организации, не имеющая привязки к конкретной территории, является определенной профилактикой сепаратизма. На противодействие сепаратизму в определенной мере направлено и предложение принятия закона «О документах, удостоверяющих личность гражданина Российской Федерации». Кроме всего прочего он должен был запретить «внесение в эти документы информации и символики, не предусмотренных ...законом». ⁵ Вполне вероятно, имелись в виду вкладыши о гражданстве республики в составе Российской Федерации. Подобные символические вроде бы моменты размывали единую российскую государственность.

С 2003 года в документах партии снова наблюдается стремление децентрализовать федерацию. Выразилось это в призыве активизировать внутреннюю политику субъектов Федерации: «Разрешить субъектам Российской Федерации создавать в рамках их компетенции самостоятельные региональные органы исполнительной власти (в том числе правоохранительные) во исполнение их полномочий в рамках их компетенции...». ⁶ Вместе с тем такие решения, особенно создание собственных правоохранительных органов, не могут не создавать потенциальную угрозу нарушения властной иерархии. При этом разработчики партийной программы это осознавали, поскольку предусмотрели меры реагирования на «перегибы», на наш взгляд, не действенные: «установить при этом административную ответственность за присвоение региональными властями полномочий федеральных органов власти». ⁷ Одновременно предлагалось «резко сократить количество федеральных структур в регионах, а также численность их аппарата». ⁸

Программа партии 2006 года ничего не говорит о реформировании и укреплении Федерации, однако несколько раз упоминает об угрозе распада государства. ⁹ Угроза

¹ См.: Программа Российской демократической партии «Яблоко» (принята X съездом РДП «Яблоко» 22 декабря 2001 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/att.html> (дата обращения – 19.08.2015).

² См.: Программа Российской демократической партии «Яблоко» (принята X съездом РДП «Яблоко» 22 декабря 2001 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/att.html> (дата обращения – 19.08.2015).

³ Там же.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

⁶ Демократический манифест – программа Российской Демократической Партии «Яблоко». Основы государственной политики на 2003 – 2005 гг. // http://www.yabloko.ru/Elections/2003/Program_2003/index.html (дата обращения – 19.08.2015).

⁷ Там же.

⁸ Там же.

⁹ Программа Российской объединенной демократической партии «Яблоко» – Демократи-

целостности России, по мнению «Яблока» кроется, прежде всего, в национализме, а также возрождающихся «имперских мифах».¹ Под последними, по всей вероятности, понимается активно выстраиваемая в то время властная вертикаль.

Предвыборная программа 2007 года, а также партийные документы 2010 года предостерегают федеральную власть от социального взрыва или революции, вызванной несправедливым распределением общественных богатств, собственности. В масштабах такой страны, как Россия, подобные события неминуемо привели бы к территориальному распаду.² В том числе поэтому партия заявляет о неприемлемости для себя революционного пути прихода к власти.³ Указывая на многонациональный характер России как на её конкурентное преимущество, «Яблоко» отмечает необходимость пресечения национализма и экстремизма, губительных для государственного единства.⁴

Документы «Яблока» 2011 года и далее до наших дней скупко говорят об опасности сепаратизма, угрозах распада страны. Основные угрозы лидеры партии в перспективе видят в аполитичности населения, отсутствии достаточного доверия к иным, кроме первых лиц, институтам власти, вследствие чего, по их мнению, государственная структура становится неустойчивой.⁵ Также неизменно обращается внимание на опасность ксенофобии, шовинизма и национализма, чрезвычайно опасных для целостности многонациональной России.⁶

В партийных документах последних лет читается требование ослабления централизации федерации: «...прекращение необоснованного вмешательства федерального центра в компетенцию субъектов Федерации».⁷ Видимо, установившаяся властная вертикаль превысила требования «Яблока» к обеспечению государственного единства. Предложения «Яблока» о культурно-образовательном развитии народов России, несмотря на их общий положительный гуманитарный эффект, в перспективе могут создать дополнительные сложности в обеспечении единства России: «...разработать государственную программу поддержки языков и культур народов России, ввести в практику государственных федеральных и региональных СМИ регулярные публикации и вещание на языках народов России; жителям национальных республик гаранти-

ческий манифест» (принята XIII съездом РОДП «Яблоко» 11 июня 2006 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/programma.html> (дата обращения – 19.08.2015).

¹ Там же. См. также: Программа партии «Яблоко» «Демократический манифест» (2012 г.) // http://www.yabloko.ru/content/programma_demokraticeskij_manifest (дата обращения – 19.08.2015).

² См.: Семь шагов к равенству возможностей. Предвыборная программа «Яблока» на 2007 – 2008 годы. Принята 16 сентября 2007 года // <http://www.yavlinsky.ru/said/documents/index.phtml?id=3342> (дата обращения – 19.08.2015); О новом политическом курсе. Решение Федерального Совета партии «Яблоко» от 08 ноября 2010 года // http://www.yabloko.ru/resheniya_federalnogo_soveta/2010/11/08_1 (дата обращения – 19.08.2015).

³ См.: Политическая платформа РОДП «Яблоко». Принята 21 июня 2008 года // http://www.yabloko.ru/Press/Docs/2008/0626_platforma.html (дата обращения – 19.08.2015).

⁴ См.: Семь шагов к равенству возможностей. Предвыборная программа «Яблока» на 2007 – 2008 годы. Принята 16 сентября 2007 года // <http://www.yavlinsky.ru/said/documents/index.phtml?id=3342> (дата обращения – 19.08.2015); Программа партии «Яблоко» «Демократический манифест» (2012 г.) // http://www.yabloko.ru/content/programma_demokraticeskij_manifest

⁵ См.: Явлинский Г.О. Ложь и легитимность / Двадцать лет реформ. – М.: Российская объединенная партия «Яблоко», 2011. С. 5, 9.

⁶ См.: Митрохин С.С. Либеральный прорыв и консервативный тупик. – М.: РОДП «Яблоко», 2014. С. 30.

⁷ Предвыборная программа РОДП «Яблоко» на выборах депутатов Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации VI созыва (основные направления деятельности 2011–2016 гг.). Утверждена решением XVI съезда партии «Яблоко» 10 сентября 2011 г. // <http://www.yabloko.ru/books/Program-27-10-11.pdf> (дата обращения – 19.08.2015).

ровать получение качественного образования на родном языке». ¹ Подобные меры, на наш взгляд, тормозят развитие политической нации и пробуждают стремление национальных республик к политическому обособлению, то есть создают предпосылки к сепаратизму. Единственное предложение программы, наиболее последовательно направленное на сохранение единства государства – это идея включения в школьную программу уроков межнационального общения, направленных на перспективное обеспечение национального согласия. Подобная мера, безусловно, могла бы быть эффективной профилактикой центробежных сил.

В позициях «Яблока» относительно государственного единства России можно, таким образом, выделить несколько характерных моментов: 1) такое единство может быть обеспечено только посредством конституционной симметричной федерации; 2) основой государственного единства являются межнациональный мир и согласие; 3) партия не считает широкие полномочия субъектов Федерации угрозой целостности страны при соблюдении принципа законности; 4) стремление сделать управление федерацией более централизованным сменяется у «Яблока» общим направлением на увеличение самостоятельности регионов в зависимости от ослабления или усиления федеральной власти соответственно.

Список литературы:

- [1] Главное – это целостность Российской Федерации. Доклад Г. Явлинского на заседании Центрального Совета Объединения «Яблоко» 10 мая 1999 года // О российской политике. Выступления и статьи (1994–1999 гг.). М.: ЭПИцентр, 1999. С. 384–396.
- [2] Декларация. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 5–24.
- [3] Декларация партии «Яблоко» (одобрена VII съездом «Яблока», сентябрь 1999 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/decl-99.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [4] Демократический манифест партии «Яблоко» (10 декабря 2001 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/manifest-2001-proj.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [5] Демократический манифест – программа Российской Демократической Партии «Яблоко». Основы государственной политики на 2003–2005 гг. // http://www.yabloko.ru/Elections/2003/Program_2003/index.html (дата обращения – 19.08.2015).
- [6] Законы «Яблока». Составитель С. Митрохин. Объединение «Яблоко», октябрь 1999 года // <http://www.yabloko.ru/Publ/Zakon/Zakon.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [7] Конституционное право. Энциклопедический словарь / Отв. ред. С. А. Авакьян. М.: Изд-во НОРМА. 2001. 688 с.
- [8] Левакин И. В. Государственное единство России: теоретико-правовое исследование. Дис. ...докт. юрид. наук. М., 2003. 304 с.
- [9] Манихин О. Российская демократическая партия «Яблоко». Краткий исторический обзор. М.: Интеграл – Информ, 2003. 145 с.
- [10] Митрохин С.С. Либеральный прорыв и консервативный тупик. М.: РОДП «Яблоко», 2014. 44 с.
- [11] О новом политическом курсе. Решение Федерального Совета партии «Яблоко» от 08 ноября 2010 года // http://www.yabloko.ru/resheniya_federalnogo_soveta/2010/11/08_1 (дата обращения – 19.08.2015).
- [12] Политическая платформа. Одобрена II съездом ОО «Яблоко» (1995 г.) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 25–96.
- [13] Предвыборная платформа блока «Явлинский – Болдырев – Лукин» (ноябрь 1993 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-93.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [14] Предвыборная программа РОДП «Яблоко» на выборах депутатов Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации VI созыва (основные направления деятельности 2011–2016 гг.). Утверждена решением XVI съезда партии «Яблоко» 10 сентября 2011 г. // <http://www.yabloko.ru/books/Program-27-10-11.pdf> (дата обращения – 19.08.2015).
- [15] Политическая платформа РОДП «Яблоко». Принята 21 июня 2008 года // http://www.yabloko.ru/Press/Docs/2008/0626_platforma.html (дата обращения – 19.08.2015).

¹ Там же.

- [16] Предвыборная программа «Яблока» на выборах депутатов Государственной Думы 1999 года «Будущее, доверие, безопасность». Одобрена VII съездом Объединения «Яблоко» // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/prog-99.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [17] Политическая программа Объединения «Яблоко» (1998 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/pp.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [18] Программа партии «Яблоко» «Демократический манифест» (2012 г.) // http://www.yabloko.ru/content/programma_demokraticeskij_manifest (дата обращения – 19.08.2015).
- [19] Программа Российской демократической партии «Яблоко» (принята X съездом РДП «Яблоко» 22 декабря 2001 г.) // <http://www.yabloko.ru/Union/Program/att.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [20] Программа Российской объединенной демократической партии «Яблоко» – Демократический манифест» (принята XIII съездом РДП «Яблоко» 11 июня 2006 года) // <http://www.yabloko.ru/Union/programma.html> (дата обращения – 19.08.2015).
- [21] Семь шагов к равенству возможностей. Предвыборная программа «Яблока» на 2007–2008 годы. Принята 16 сентября 2007 года // <http://www.yavlinsky.ru/said/documents/index.phtml?id=3342> (дата обращения – 19.08.2015).
- [22] Сергей Митрохин. «Яблоко» действует. Только факты. 1999 г. // <http://www.yabloko.ru/Publ/Guide/Guide-22.html#1> (дата обращения – 19.08.2015).
- [23] Что мы смогли сделать в Государственной Думе (январь 1994 – июль 1995) // Реформы для большинства. Объединение «Яблоко». М., 1995. С. 97–350.
- [24] Явлинский Г.О. Борис Ельцин может развалить Россию. Открытое письмо Президенту России // Явлинский Г.О. О российской политике. Выступления и статьи (1994–1999 гг.). М.: ЭПИцентр, 1999. С. 323–326.
- [25] Явлинский Г.О. Ложь и легитимность / Двадцать лет реформ. – М.: Российская объединенная партия «Яблоко», 2011. 120 с.

DOMESTIC LIBERAL POLITICAL-LEGAL IDEA OF STATE UNITY AND OPPOSING SEPARATISM

F.S. Sosenkov

Key words: political party «Yabloko», G.O. Yavlinsky, S.S. Mitrokhin, state unity, territorial integrity, centrifugal force, separatism, centralization of power.

Considers the issues of national unity in the ideology of modern Russian liberalism (on the example of the «Yabloko» party) and the political and legal views of its leaders G.O. Yavlinsky and S.S. Mitrokhin. Based on the analysis of program and other documents of «Yabloko», articles, speeches, interviews O.G. Yavlinsky and S.S. Mitrokhin, the author comes to the conclusion that the state unity and territorial integrity are important categories in the ideology of the modern «Yabloko».

Статья поступила в редакцию 10.10.2016 г.

Раздел X

**Философские,
социально-педагогические
и филологические науки**



Section X

***Philosophical, socio-pedagogical
and philological sciences***

УДК 378

Е.В. Баранова, доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК» ДЛЯ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ

Ключевые слова: *самостоятельная работа, иностранный язык, неязыковой вуз.*

В статье рассматриваются особенности организации самостоятельной работы студентов при изучении иностранного языка в неязыковом вузе. Приводятся примеры заданий по развитию лексики, грамматики, чтения, говорения и письма, совершенствующие самостоятельную работу студентов.

Современное образование напрямую связано с конкурентоспособностью выпускника, которая зависит сегодня от его способности к самообучению, а именно умения самостоятельно приобретать знания и работать с информацией. Очевидно, что проблема готовности обучающихся к самообразованию на протяжении всей жизни зависит от развития у них в процессе обучения в вузе умений самостоятельной учебной деятельности. В связи с этим в новой парадигме образования особая роль отводится самостоятельной деятельности студентов. Это предполагает переход к «субъект-субъектному» взаимодействию между преподавателем и студентом, ориентацию на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей студентов, индивидуальный подход с учетом потребностей и возможностей личности. В итоге весь процесс обучения должен быть перестроен и переориентирован на саморазвитие и мотивацию к обучению.

Введение новых государственных образовательных стандартов привело к тому, что значительная часть работы по освоению учебного материала переносится на внеаудиторные занятия студентов. При этом содержание и объем программ не претерпели существенных изменений. Несоответствие между объемом знаний, которые должен усвоить студент, и отводимым на эту работу временем, заставляет преподавателей искать эффективные способы организации самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины, которые позволили бы избежать снижения качества подготовки специалистов [5]. Решение этой проблемы требует комплексного подхода к организации всего процесса обучения.

Прежде всего, преподаватель должен быть уверен, что со стороны студентов существует: осознание цели самостоятельной работы и конечного результата ее выполнения; знание самой процедуры самостоятельной работы (владение студентами приемами учебной деятельности, стратегиями овладения языком).

Самостоятельную работу в зависимости от места, времени ее проведения и форм контроля можно разделить на два вида – внеаудиторную самостоятельную работу и самостоятельную работу на аудиторных занятиях. Аудиторная самостоятельная работа осуществляется на лекции, семинарском, лабораторном и практическом занятии, учебной экскурсии, во время практики и т. д.

Внеаудиторная самостоятельная работа подразумевает написание реферата, курсовых и дипломных работ, подготовку к ответу на занятии, выполнение тестирования и т.д. [6].

При этом при организации самостоятельной работы в неязыковом вузе нельзя не учитывать уровень знаний и умений студентов. Часто преподаватель сталкивается с низким уровнем знания грамматики, небольшим лексическим запасом, отсутствием навыков самостоятельной работы. Кроме того, среди поступивших студентов имеют-

ся и такие, кто вообще не изучал иностранный язык в средней школе. Поэтому преподавателю с такой аудиторией нужно направить учебный процесс в определенное русло, он должен ставить конкретные задачи, помогать студентам ориентироваться в материале, организовать работу студентов таким образом, чтобы с наименьшими затратами учебного времени достичь поставленной цели. Преподаватель должен создать на занятии атмосферу творчества, в которой каждый студент может реализовать свой потенциал, а самое главное, он должен создать такие условия, в которых студент должен самостоятельно найти ответы на поставленные вопросы. Таким образом, задача преподавателя определить объем и содержание самостоятельной работы студентов, научить студентов самостоятельно получать и обрабатывать информацию, творчески решать задачи, формулировать собственное мнение по определенным вопросам и самостоятельно выполнять задания [1].

Эффективная организация самостоятельной работы студентов со стороны преподавателя подразумевает соответственно:

- исследование, индивидуальный учет, формирование мотивации изучения студентом иностранного языка;
- целенаправленную деятельность по развитию у студентов навыков самостоятельной работы в области чтения, говорения, аудирования, письма;
- целенаправленную деятельность по развитию у обучаемых навыков эффективной работы со справочной литературой и словарями;
- обучение студентов работе с техническими средствами обучения.

Основной формой процесса овладения иностранным языком является практическое занятие, на котором осуществляется непосредственная организация самостоятельной работы студента, контроль со стороны преподавателя, а также взаимоконтроль и самоконтроль.

Существует несколько классификаций заданий по самостоятельной работе студентов:

- обучающие задания, при которых преподаватель предъявляет студентам задание и показывает, как его делать [3];
- тренировочные задания – выполнение задания по образцу;
- поисковые задания – самостоятельно выполненные студентами.

Для развития навыка чтения эффективны тексты небольшого объема по направлению подготовки. Задания по этим текстам могут быть различны.

1. Выбрать «верно», «неверно» или «в тексте не сказано».
2. Соотнести заголовки с абзацами.
3. Расположить абзацы в логической последовательности.
4. Найти фактологические ошибки в тексте.
5. Составить краткую аннотацию текста.
6. Заполнить пропуски в тексте, восстанавливая информацию [5].

В сфере говорения в условиях отсутствия речевой среды наилучшим вариантом организации самостоятельной работы является создание языковых ситуаций, заданий на постановку ролевой игры и на подготовку к обсуждению поставленной проблемы («If I were the leader of my country», «The place I would like to live» и т.д.).

В работе по развитию навыка самостоятельной работы с английским письмом можно использовать следующие задания коммуникативной направленности:

1. Составление личного и официального (делового) письма.
2. Письменные задания по реферированию.
3. Письменный перевод с русского языка на английский.
4. Подготовка интервью.

Важной частью самостоятельной работы является работа над грамматикой. Основываясь на принципы проблемного обучения преподаватель первоначально предоставляет студенту возможность самостоятельно сформулировать правила использования грамматических структур или форм, а затем сравнить их с теми правилами, кото-

рые приведены в учебнике. Для закрепления материала студенту предлагаются устные и письменные грамматические упражнения, составление карточек по определенным темам, анализ некоторых структур и конструкций.

Задания на самостоятельную работу по разделу культуры стран изучаемого языка представляют собой доклады и презентации страноведческого характера на английском языке.

Чрезвычайно важным разделом иностранного языка для студентов технического вуза является изучение лексики. Преподавателю в первую очередь необходимо научить студента эффективной самостоятельной работе со словарями и справочниками, объяснить студентам общие принципы работы со справочной литературой. Задания по работе с лексикой могут включать в себя составление собственного словаря в отдельной тетради, составление списка незнакомых слов и словосочетаний по учебным и индивидуальным текстам, по определённым темам, анализ отдельных слов для лучшего понимания их значения, подбор синонимов или антонимов к активной лексике учебных текстов [1].

В качестве дидактических средств, помогающих в самостоятельной работе, используются задания, памятки, наводящие вопросы, опорные слова, ключи. При более продвинутом уровне владения языком большое значение имеют такие формы самостоятельной работы, как домашнее чтение и работа с ТСО, с Интернетом.

Выполнение практических советов и рекомендаций преподавателя по организации и содержанию самостоятельной работы позволят студенту успешно продвинуться в овладении иностранным языком.

Список литературы:

- [1] Баликоева М.И. Организация самостоятельной работы по иностранному языку студентов неязыковых вузов // Вектор науки тольяттинского государственного университета. Серия: педагогика, психология. – № 3. – 2014.
- [2] Гуро-Фролова Ю.Р. Приемы психологического воздействия в целях оптимизации учебно-воспитательного процесса // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2015. – № 43. – С. 162–165.
- [3] Зимняя И.А. Основы педагогической психологии: учебное пособие / И.А. Зимняя. – М.: Просвещение, 1980. – 528 с
- [4] Коваль О.И. Самостоятельная работа при обучении чтению на иностранном языке // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 39. – Нижний Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014. – С. 79–82.
- [5] Можеевская А.Е., Жиргалова Я.А. Самостоятельная работа по иностранному языку студентов неязыковых вузов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dspace.susu.ac.ru>
- [6] Осадчук О.Л. Управление самостоятельной работой студентов. – Омск: Полиграфический центр КАН, 2009. – 156 с.
- [7] Соколова Е.Г. Проблема обучения грамматике английского языка в неязыковых вузах / Е.Г. Соколова // Вестник ВГАВТ. – 2014. – Выпуск 35. – С. 191–194.

THE INDIVIDUAL WORK ON THE SUBJECT «FOREIGN LANGUAGE» FOR NON-LINGUISTIC UNIVERSITY STUDENTS

E.V. Baranova

Key words; individual work, foreign language, non-linguistic university.

The author of the article considers the peculiarities of the students individual work organization in the process of studying a foreign language in non-linguistic university. There are examples of tasks for activation of students individual work in lexics, grammar, reading, speaking and writing.

Статья поступила в редакцию 17.02.2016 г.

УДК 372.881.11

О.И. Коваль, канд. псих. наук, доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

АКТИВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ИНОЯЗЫЧНОМУ ОБЩЕНИЮ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВОГО ВУЗА ПОСРЕДСТВОМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Ключевые слова: метод проектов, проектная деятельность, умения, технология сотрудничества, личностно-деятельностный подход, профессионально ориентированное иноязычное общение.

В данной работе исследуются вопросы использования инновационных технологий в процессе преподавания иностранного языка на неязыковых специальностях. Автором рассмотрен метод проектов, проанализированы умения, способствующие успешному овладению проектной деятельностью, представлены виды проектов в области изучения иностранного языка.

На сегодняшний день преподаватели иностранных языков на неязыковых факультетах сталкиваются с проблемой качественной подготовки специалиста, владеющего иностранным языком, в соответствии с требованиями учебной программы и ограниченным количеством часов [6,8,9].

В процессе обучения выясняется, что студенты неязыковых специальностей испытывают большие сложности при общении на иностранном языке, не владеют языковой базой, не имеют элементарных знаний грамматики, не обладают простейшим лексическим запасом. По мнению методистов, активизацию учебно-речевой деятельности у студентов целесообразно выполнять на мотивационно-побудительном и ориентировочно-исследовательском этапах, поскольку именно здесь появляются трудности, которые не позволяют осуществлять речевые поступки [3,5]. Эти трудности проявляются в следующем:

- студенты не достаточно мотивированы для осуществления речевых высказываний;
- зачастую они плохо разбираются в теме, по которой необходимо высказаться;
- студенты не имеют навыков владения структурой речевого высказывания;
- не хватает словарного запаса для построения речевого высказывания.

Как известно, активизация учебно-речевой деятельности студентов на мотивационно-побудительном этапе непосредственно связана с мотивом говорения. Человек начинает говорить, когда испытывает потребность вербального осмысления окружающей действительности, потребность выражения своих мыслей.

В процессе активизации учебно-речевой деятельности студентов на ориентировочно-исследовательском этапе студенты исследуют условия учебно-речевой деятельности, выделяют основную мысль (предмет говорения), привлекают необходимые языковые и речевые средства. Учащиеся учатся отбирать и в ходе учебного общения определяют способы формирования и формулирования собственной мысли.

Обучить студентов профессиональному общению на иностранном языке в краткий срок возможно сочетая традиционные и инновационные методы [2,3,5]. Изучение особенностей устной научной речи базируется как на современных данных психологической и методической науки, так и на коммуникативных особенностях профессионального языка.

В настоящее время при обучении иностранному языку повышенное внимание уделяется методу проектов, поскольку он дает возможность применения знаний из

разных отраслей для решения той или иной проблемы интегрировать знания учащихся из разных областей при решении одной проблемы, делает возможным применение знаний на практике.

Метод проектов является наиболее подходящей технологией личностно-ориентированного воспитания, позволяющей активизировать педагогическую поддержку, социализацию, включать студентов как в личностно-ориентированную ситуацию, так и в различные среды. Также возможно получать истинные практические результаты в форме презентации по страноведению на компьютере, фильма, видео-ролика, доклада с выступлением и т.д., что также высоко мотивирует студентов.

Метод проектов можно определить как целенаправленную, самостоятельную деятельность студентов, осуществляемую под гибким руководством преподавателя, направленную на решение исследовательской или социально-значимой прагматической проблемы и получение конкретного результата в виде материального или идеального продукта [4].

При работе с проектной методикой предполагается использование как индивидуальной самостоятельной работы так и совместной работы в малых и больших группах [5,10]. При обучении иностранным языкам студенты работают с разнообразными источниками информации, широко используют исследовательские методы, что позволяет выразить различное видение рассматриваемой проблематики, обобщить собранный материал и предъявить его в наглядной форме, сформулировать свою точку зрения. Одним из методистов, начавших внедрение метода проектов в практику обучения иностранным языкам была Е.С. Полат, которая утверждала, что метод проектов, являющийся частью развивающего, личностно-ориентированного обучения, может использоваться на любой ступени обучения [7]. Е.С. Полат выделяет умения, способствующие успешному овладению проектной деятельностью:

1. Интеллектуальные (умение работать с информацией, с текстом (выделить главную мысль, вести поиск информации, анализировать ее, обобщать, делать выводы и прочее) умение работать с различными справочными материалами);
2. Творческие (умения генерировать идеи, для чего требуются знания в различных областях; умение находить несколько вариантов решения проблемы; умения прогнозировать последствия того или иного решения);
3. Коммуникативные (умение вести дискуссию, отстаивать свою точку зрения, подкрепленную аргументами, умение слушать и слышать собеседника; умение находить компромисс с собеседником; умение лаконично излагать свою мысль.

В зависимости от характера конечного продукта проектной деятельности в области изучения иностранного языка можно выделить следующие виды проектов:

1. Ролевые проекты, в частности драматизация события, разыгрывание ситуации, сочинение собственной пьесы;
2. Конструктивно-прагматические проекты, в частности разработка ситуации общения, дневник наблюдений;
3. Информационные и исследовательские проекты, в частности «Английский язык как средство международного общения», «Поведение англичан в различных ситуациях общения»;
4. Издательские проекты, в частности заметка в газету;
5. Проекты конкретного социологического обследования. Например, «Использование английского языка в России»;
6. Творческие проекты, в частности перевод произведения на родной или иностранный язык;
7. Сценарные проекты, в частности «Вечер английского языка» [1].

В проектной методике происходит параллельное формирование языковых и страноведческих знаний, а также развитие навыков и умений аудирования, говорения, чтения и письма. Работа над проектом не только позволяет использовать иностранный язык на уровне реальной коммуникации при обсуждении процесса работы над проектом

том, достигнутых результатов, но и позволяет отрабатывать отдельные аспекты языка, обучать речевому этикету. Многие преподаватели по достоинству оценили такой метод работы и активно используют его на практике.

Среди групп электромеханического факультета нами был организован и проведен конкурс проектов на тему «Моя будущая профессия». Данная тема показала значимость своей специальности для каждого студента, вызвав большой интерес к изучению иностранного языка [4].

На сегодняшний день разнообразие методов и средств обучения позволяет выбирать и строить педагогический процесс по любой модели, однако грамотному педагогу невозможно не изучать весь обширный арсенал инновационных идей и технологий, дающий возможность применять актуальные методы на практике, для достижения, как бы порой не казалось, таких трудных целей. Использование метода проектов в практике преподавания иностранного языка свидетельствует о высокой квалификации преподавателя.

Список литературы:

- [1] Гуро-Фролова Ю.Р. Проектные технологии в процессе обучения иностранному языку будущих специалистов водного транспорта // Ю.Р. Гуро-Фролова // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – С. 74–76.
- [2] Коваль О.И. Внедрение современных методов обучения на занятиях иностранного языка в неязыковом вузе. // О.И. Коваль // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук: Сб. матер. VIII Межд. заоч. научно-практ. конф. В 4 ч. / Под ред. М.М. Горбунова. – М.: Изд-во «Перо»; Вольск: ВВИМО, 2014. – Ч. 2. – С. 34–39.
- [3] Коваль О.И. Коммуникативный подход при обучении иностранному языку студентов вуза / О.И. Коваль // Вестник ВГАВТ. Вып. 41. – Н. Новгород: Изд-во «ВГАВТ», 2014. – С. 144–157.
- [4] Коваль О.И. Метод проектов в обучении профессионально ориентированному иноязычному общению // О.И. Коваль // Вестник ВГАВТ. – 2016. № 46 (46). – С. 267–272.
- [5] Коваль О.И. Технология сотрудничества и ее применение при обучении иностранному языку / О.И. Коваль // Речной транспорт (XXI век). – 2014. – № 3 (68) – С. 80–83.
- [6] Коваль О.И. Особенности преподавания английского языка в неязыковом вузе / О.И. Коваль // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – № 6. – С. 234–238.
- [7] Полат Е.С. Метод проектов на уроках иностранного языка // Иностранные языки в школе. 2000. – № 2, 3.
- [8] Седова Е.А. К вопросу о создании оптимальных условий для изучения иностранного языка в техническом вузе // Новый университет. Серия: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 10 (43). – С. 14–18.
- [9] Соколова Е.Г., Соловьева О.Б. Специфика профильного обучения в неязыковом вузе // Профессиональная подготовка учителя иностр. языков в новых образовательных условиях: матер. научно-практ. семинара. – Н. Новгород: ФГБОУ ВПО «НГЛУ», 10 декабря 2014. – С. 142–148.
- [10] Чувиллина О.В. Целевое использование инновационных технологий в самостоятельной работе студентов неязыкового вуза с материалами средств массовой информации // О.В. Чувиллина // Вестник Костромского госуд. ун-та им. Н.А. Некрасова. 2008. Т. 14. № 4. – С. 361–364.

ACTIVATION OF FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATION TEACHING NON-LINGUISTIC STUDENTS VIA MODERN TECHNOLOGIES

O.I. Koval

Keywords: project technology, project activities, skills, cooperation technology, personality-active approach, professionally oriented foreign language communication.

In this paper the use of innovative technologies in a foreign language teaching are investigated. The author describes project technology, skills, necessary to master project activities, types of projects in the field of learning a foreign language are presented.

Статья поступила в редакцию 13.09.2016 г.

УДК 811.111:372.8/37.016:811

О.Б. Соловьева, к.п.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ПРИНЦИПЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОМУ ОБЩЕНИЮ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ СТУДЕНТОВ МОРСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Ключевые слова: принципы обучения, профессиональное общение, профессиональная специфика, коммуникативная направленность, эффективность обучения.

В статье рассматривается вопрос организации учебного процесса по обучению студентов морских инженерных специальностей иноязычному профессионально ориентированному общению на основе принципов обучения. Автор проводит анализ дидактических и методических принципов и отбирает пять основных, способствующих эффективной реализации цели обучения иностранному языку в техническом вузе.

Очевидно, что эффективность процесса обучения иностранному языку, как и любой другой дисциплине, достигается при комплексной реализации принципов обучения: дидактических и методических [6, 14]. К дидактическим относят принципы, опирающиеся на разрабатываемые в дидактике положения теории образования и обучения, используемые при обучении любой дисциплине и не зависящие от предмета обучения [1]. Каждая конкретная дисциплина имеет свои дидактические принципы, которые отражают специфику её содержания. Так, педагогический базис обучения иностранным языкам составляют принципы: 1) сознательности, 2) воспитывающего обучения, 3) доступности и посильности, 4) активности и наглядности, 5) прочности и индивидуализации [2]. Среди методических принципов, которые отражают специфику преподавания иностранного языка, мы выделяем следующие: 1) коммуникативности, 2) функциональности, 3) учета родного языка, 4) учета специальности, 5) ситуативно-тематической представленности учебного материала, 6) комплексности и дифференцированности [7, 13]. Ведущие специалисты в области методики преподавания иностранных языков выделяют три категории принципов: 1) принципы, пригодные для обучения любому предмету – общедидактические: сознательность, наглядность, научность, связь теории с практикой и т.п.; 2) принципы, пригодные для обучения какому-либо предмету – общеметодические: например, для иностранного языка, комплексность (взаимосвязанное обучение всем основным видам речевой деятельности), устная основа обучения, беспереводность и др.; 3) принципы, пригодные для обучения какому-либо виду речевой деятельности, – частнометодические принципы (например, обучения говорению) [9].

Основные положения, определяющие характер процесса обучения, и формирующиеся на основе избранного направления и соответствующих этому направлению подходов – принципы обучения. Отбор содержания обучения иностранному языку, в частности лингвистического компонента и использования конкретных стратегий и приемов обучения должны решаться в русле следования сформулированным принципам, а также с учетом лингвистических, психологических и дидактических факторов. Некоторыми зарубежными авторами выделяются такие принципы обучения, как: 1) когнитивные принципы (автоматизации речевых единиц; использования внутренней мотивации; использования времени обучаемого, его сил, индивидуальных способностей); 2) эмоционально-психологические принципы; 3) лингвистические принципы (учет влияния родного языка; учет особенностей овладения изучаемым языком

как промежуточной языковой системой; принцип коммуникативной компетенции). Мы полностью разделяем данную точку зрения.

В отечественной методике термин «принцип» чаще всего применяется к дидактическим и методическим основам обучения. Общедидактические принципы отражают положения, которые используются при обучении любому предмету: принцип сознательности, активности, систематичности, наглядности, прочности, доступности и другие.

Сознательное участие обучаемого в общении, в усвоении языковой системы – суть принципа сознательности.

Каждый обучающийся должен быть вовлечен в речевую деятельность, стать активным участником процесса общения. Только в этом случае возможно эффективное овладение изучаемым языком. Таким образом, можно говорить о важной роли принципа активности в обучении иностранным языкам. Активность – одна из основных характеристик процесса познания. При изучении иностранных языков различают интеллектуальную, эмоциональную, речевую активность, которые в совокупности обеспечивают благоприятные условия для овладения языком. Принцип активности предполагает задействование психических процессов обучаемого, необходимых для понимания и порождения речи на иностранном языке (внимание, мышление, память, воля). Цели, мотивы, желания и интересы – основные источники активности. Формированию знаний, навыков и умений иноязычного общения, а в конечном итоге и формированию иноязычной коммуникативной компетенции должна способствовать активная умственная работа обучаемых, в нашем случае студентов технического вуза, в основе которой лежит сочетание речевой деятельности и мышления [1]. Интеллектуальная активность достигается постановкой проблемных вопросов, когда перед обучаемыми ставится задача подумать, проанализировать, сравнить, обобщить. Важно и необходимо развивать у обучаемых инициативу речевого поведения. Для этого необходимо, чтобы учащийся из объекта обучения стал субъектом. Использование различных режимов работы способствует увеличению активного времени студентов на уроке.

Принцип наглядности вытекает из сущности процесса восприятия, осмысливания и обобщения материала обучающимися [5, 11]. Наглядность – это «специально организованный показ языкового материала, предметов и явлений окружающего мира с целью облегчения его понимания, усвоения и использования в учебной деятельности» [1]. Специально подобранные таблицы, схемы, звукозапись, ситуативные картинки, видеоролики и видеопрограммы помогают студентам овладеть звукопроизносительными нормами языка, лексическими единицами, грамматическими структурами, способствуют формированию и развитию аудитивных навыков, навыков монологической и диалогической речи, что в конечном итоге формирует коммуникативную компетенцию.

Процесс овладения знаниями и способами деятельности также должен быть и средством всестороннего развития личности. Правильно организованное обучение на основе принципа развивающего обучения будет способствовать умственному развитию студентов, пробуждению интереса к предмету в частности, и окружающему миру в целом.

Применение принципов доступности и посильности предполагает учет возрастных различий и особенностей обучаемых при отборе материала и определении содержания обучения. Необходим строгий отбор языкового и речевого материала и преподнесение его в структурах и речевых единицах, соотнесенных с ситуациями, в нашем случае, профессионального общения. Построение учебного процесса (определение объема материала, уровня усвоения и темпа изучения) должно исходить из реальных возможностей обучаемых.

Прочная языковая и речевая база предполагает активную мыслительную и речевую деятельность студентов, когда оптимально соотносятся теоретические основы и практическое использование материала. Таким образом, в процессе обучения иностранному языку у студентов формируются знания, навыки и умения, и в последствии развиваются. Так работает принцип прочности усвоения материала.

Коммуникативная направленность обучения, учет особенностей родного языка, взаимосвязанное обучение всем ВРД (видам речевой деятельности), функциональное и устное опережение, аппроксимация – все это методические принципы, конкретизирующие специфику обучения иностранному языку.

Для эффективной организации учебного процесса по иностранному языку в контексте специальности в неязыковом вузе необходима реализация следующих принципов:

- развивающий характер учения: использование в обучении знаний, уже имеющих у обучающихся, для понимания новой информации и успешности изучения иностранного языка;

- активность / деятельностный характер учения: наиважнейшим фактором успешного учения является активизация речемыслительной деятельности;

- автономность: изучение иностранного языка связано с принятием самими обучающимися решений о том какие знания являются для них новыми, какая информация является значимой;

- баланс лингвистических и нелингвистических знаний (преподаватель должен принимать во внимание то, что в профессионально ориентированном обучении иностранному языку очевиден значительный разрыв между концептуальными и когнитивными способностями, хорошими знаниями специальности и низким уровнем владения иностранным языком);

- принцип переноса коммуникативных стратегий из родного языка: активное применение имеющихся у студентов знаний о коммуникации и о том, как ею пользоваться;

- принцип стремления к преодолению языковых и культурных барьеров;

- принцип позитивной эмоциональности: создание положительных эмоций у обучающихся в учебном процессе;

- принцип баланса осознанного изучения иностранного языка и неосознанного владения им: проблемы, которые решаются в процессе изучения иностранного языка не всегда являются языковыми, у студентов должна возникнуть необходимость использовать изучаемый язык;

- принцип внутренней системности: системное планирование учебной информации не гарантирует научения, у обучаемых должна создаться внутренняя система [10].

Процесс обучения – модель процесса коммуникации. Этот тезис лежит в основе коммуникативного метода, реализация которого будет способствовать усилению коммуникативной направленности процесса обучения иностранному языку в неязыковом вузе. Это означает, что иноязычной коммуникации необходимо обучать только через коммуникацию.

Совокупность принципов составляет метод обучения. Для реализации коммуникативного метода обучения иноязычному общению выделяют следующие принципы:

- Принцип речемыслительной активности. Говорение – средство общения. Практическое владение этим видом речевой деятельности невозможно без практического пользования языком. То есть, говоря о процессе обучения иностранному языку в техническом вузе, следует отметить, что для активизации мыслительной деятельности студентов необходим отбор проблем и проблемных ситуаций.

- Принцип индивидуализации обучения (учета индивидуальных свойств студента, его способностей, его личностных свойств). Жизненный опыт, сферы деятельности, интересов, кругозор и мировоззрение несомненно находят отражение в речи.

- Принцип функциональности предполагает отбор материала, соответствующий процессу общения (сфер общения, тем, лексики для конкретной речевой задачи в определенной ситуации профессионального общения, лексики, необходимой для межличностного общения). Любая речевая единица, любая языковая форма должны выполнять в процессе общения определенные речевые функции. Обучение иностранному языку на основе коммуникативности предполагает усвоение системы речевых средств, модели данной системы, которая сможет замещать реальную.

- Принцип ситуативности. Ситуация является единицей организации процесса обучения общению на иностранном языке. Посредством моделирования ситуаций

воссоздается коммуникативная реальность, в нашем случае профессионального общения. Ситуация – система взаимоотношений говорящих, ситуативность – соотнесенность высказывания с этими взаимоотношениями.

– Принцип новизны. Процесс коммуникации – постоянная смена тем и предмета разговора, обстоятельств, целей, задач. Данный принцип обеспечивает необходимое развитие речевого умения, его динамичности, способности перефразировать, механизма комбинирования, инициативности высказывания, темпа речи и особенно стратегии и тактики говорящего [9].

В вузах нелингвистических овладение иностранным языком предполагает решение задач, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся. Таким образом, принцип профессиональной направленности играет значимую роль в процессе обучения. Он проявляется в учете интересов студентов с точки зрения выбранной ими специальности. Повышению интереса к изучению иностранного языка у студентов технического вуза будут способствовать соответствующие стратегии, приемы и методы обучения, интересный материал.

Реализация принципа междисциплинарной интеграции также является необходимым условием эффективности процесса обучения профессиональной иноязычной коммуникации. Для решения задачи обучения студентов неязыкового вуза иностранному языку, формирования у них иноязычной коммуникативной компетенции для решения профессиональных задач необходима интеграция дисциплин «Иностранный язык», «Деловой английский», «Профессиональный английский язык» с дисциплинами профильными, что предполагает профильную направленность учебного материала, видов деятельности, направленных на формирование и развитие профессиональной компетенции. Все это способствует развитию профессиональных интересов, повышению мотивации к изучению иностранного языка.

Интеграции учебной, научной и производственной деятельности способствует знаково-контекстное обучение, в котором «с помощью всей системы дидактических форм, методов и средств моделируется предметное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности специалиста...» [3]. Понятие *контекст* – смыслообразующая категория, обеспечивающая уровень личностного включения обучаемого в процессы познания, овладения профессиональной деятельностью. Принцип контекстного обучения предполагает организацию процесса обучения профессионально ориентированному общению студентов с учетом условий их будущей профессиональной деятельности.

Необходимость интерактивной направленности обучения иноязычному общению (активное взаимодействие всех участников данного процесса) исходит из триединства сторон общения: коммуникативной (обмен информацией), интерактивной (взаимодействие между общающимися: обмен знаниями, идеями, действиями) и перцептивной (восприятие и познание друг друга). Перед преподавателем стоит задача не только научить студентов обмениваться профессиональной информацией, но и сформировать у них навыки и умения социального взаимодействия, работы в профессиональном коллективе. Использование на занятиях интерактивных методов и приемов обеспечивает создание психологических и дидактических условий реализации этого принципа [8]. Обучаемые вместо объекта учебного процесса становятся субъектом взаимодействия, а информация становится не целью, а средством для освоения действий профессионального иноязычного общения [4, 12].

Принимая за основу общедидактические и общеметодические принципы, точки зрения ведущих методистов, учитывая собственный опыт работы по иноязычной подготовке студентов инженерных специальностей, мы считаем, что эффективной реализации цели обучения профессионально ориентированному общению студентов должно способствовать построение процесса обучения на основе системы принципов: коммуникативной направленности обучения; профессиональной и интерактивной направленности обучения; междисциплинарной интеграции; контекстного обучения.

Список литературы:

- [1] Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Словарь методических терминов (теория и практика преподавания языков). – СПб: «Златоуст», 1999. – С. 322.
- [2] Баранова Е.В. Воспитание будущей российской технической интеллигенции // Вестник ВГАВТ. – Вып. 35. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ». – 2013. – 342 с. (С. 154–157).
- [3] Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: метод. пособие / А. А. Вербицкий. – М.: Высшая шк., 1991. – 207 с.
- [4] Гуро-Фролова Ю.Р. Проектные технологии в процессе обучения иностранному языку будущих специалистов водного транспорта / Ю.Р. Гуро-Фролова // Речной транспорт (XXI век). – 2014. – № 3 (68). – С. 74–76.
- [5] Гуро-Фролова Ю.Р. Использование видеоматериалов в процессе обучения иностранному языку / Ю.Р. Гуро-Фролова // Вестник ВГАВТ. – 2014. – № 41 (41). – С. 132–133.
- [6] Коваль О.И. Особенности преподавания профессионально-ориентированного иноязычного общения студентам юридической специальности / О.И. Коваль // Вестник ВГАВТ. – Вып. 36. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ». – 2013. – С. 173–178.
- [7] Коваль О.И. Коммуникативный подход при обучении иностранному языку студентов ВУЗа // Вестник ВГАВТ. – Вып. 41. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014. – С. 144–157.
- [8] Орлова Л.Г. Использование активных и интерактивных образовательных технологий на занятиях по иностранному языку / Орлова Л.Г., Корнилова Е.С. // Сб. Великие реки 2013. Труды конгресса 15-го Международного научно-промышленного форума. В 3-х т-х. – 2014. – С. 313–316.
- [9] Пассов Е.И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению / Е.И. Пассов. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.
- [10] Поляков О.Г. Роль теорий учения и анализа потребностей в проектировании профильно-ориентированного курса английского языка / О.Г. Поляков // Иностранные языки в школе. – 2004. – № 3. – С. 45–51.
- [11] Седова Е.А. Учебный фильм как средство, стимулирующее интерес девушек и юношей – студентов старших курсов технического вуза к предмету «Иностранный язык» / Е.А. Седова // В сб.: Инновационные педагогические технологии. Материалы Международной научной конференции. – Казань. – 2014. – С. 307–310.
- [12] Седова Е.А. Теоретические предпосылки формирования компетенций студентов технического вуза при обучении иноязычной культуре / Е.А. Седова // Молодой ученый. – 2014. – №15. – С. 297–300.
- [13] Соколова Е.Г. Формирование вторичной языковой личности студентов на нефилологических факультетах / Е.Г. Соколова // Вестник ВГАВТ. 2014. – Выпуск 41. – С. 174–178.
- [14] Соколова Е.Г. Цели иноязычного образования в лингвистическом вузе / Е.Г. Соколова, О.Б. Соловьева // Вестник ВГАВТ. – Выпуск 42. – 2015. С. 141–146.

TEACHING PRINCIPLES FOR ENGLISH LANGUAGE PROFESSIONAL COMMUNICATION TRAINING OF FUTURE NAVAL ENGINEERS

O.B. Solovyeva

Key words: teaching principles, professional communication, communicative approach, education efficiency.

The article touches upon the question of educational process organization on the basis of special principles for English language professional communication training at the waterway transportation university. The author analyzes different kinds of principles and chooses the main five, which will lead to the effective achievement of the educational aim.

Статья поступила в редакцию 01.03.2016 г.

ВЕСТНИК
Волжской государственной академии
водного транспорта

Выпуск 49
2016

Формат бумаги 70x180 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 19,63. Уч.-изд. л. 27,48.
Заказ 234. Тираж 500.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса ВГУВТ
603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5