

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дагестанский государственный технический университет»

ВЕСТНИК

ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 1

Том 36

2015

Журнал основан в 1997 году.
Выходит 4 раза в год

HERALD

of Daghestan state technical university **2015. №1 (36)**

ISSN 2073-6185

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дагестанский государственный технический университет»
ВЕСТНИК

Дагестанского государственного технического университета.
Технические науки
№ 1 (Том 36) 2015

Журнал основан в 1997 году	ISSN 2073-6185
Главный редактор – д.т.н., профессор Исмаилов Т.А., ректор ДГТУ; Заместитель главного редактора – д.э.н., доцент Эсетова А.М., заведующая кафедрой ДГТУ Редакционная коллегия: д.т.н., профессор Абакаров А.Д., заведующий кафедрой ДГТУ; д.х.н., профессор Абакаров Г.М., заведующий кафедрой ДГТУ; д.э.н., профессор Абдулгалимов А.М., заведующий кафедрой ДГТУ; д.т.н., профессор Адамов А.П., профессор ДГТУ; д.т.н., член-корр. РААСН Батдалов М.М., профессор ДГТУ; д.ф.-м.н., профессор Билалов Б.А., заместитель заведующего кафедрой ДГТУ; д.т.н., профессор Гусейнов Р.В., профессор ДГТУ; д.э.н., профессор Исалова М.Н., заведующая кафедрой ДГТУ; д.б.н., профессор Исмаилов Э.Ш., профессор ДГТУ; д.т.н., профессор Каргин Н.И., начальник Управления развития перспективных исследований МИФИ; д.т.н., профессор Кутузов В.М., ректор С-Пб.ГЭТУ; д.э.н., профессор Магомедов А.Г., профессор ДГТУ; д.т.н., профессор Мелехин В.Б., заведующий кафедрой ДГТУ; д.ф.-м.н., профессор Митаров Р.Г., профессор ДГТУ; д.э.н., профессор Павлюченко Е.И., проректор по НИИД ДГТУ; д.т.н., профессор Саркаров Т.Э., декан факультета ДГТУ; д.ф.-м.н., член-корр. РАН Сафаралиев Г.К., научный руководитель НИИ “Микроэлектроники и нанотехнологий” ДГТУ; д.т.н., профессор Финаев В.И., заведующий кафедрой ЮФУ; д.э.н., доцент Гулиев М.Е., доцент Азербайджанского ГЭУ; д.т.н., профессор Хаджишалапов Г.Н., декан факультета ДГТУ.	Научные направления: Физико-математические науки Механика Технические науки Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение Информатика, вычислительная техника и управление Строительство и архитектура Экономические науки
Научно-исследовательский журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР), свидетельство ПИ № ФС77-30186 от 9 ноября 2007 г. Подписной индекс 71366 в федеральном каталоге периодических изданий ОАО Агентства «Роспечать». Подписной индекс 93522 в объединенном каталоге «Пресса России». Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), доступный в интернете, по адресу http://www.elibrary.ru (Научная электронная библиотека).	Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Выпуск 1. Том 36 Махачкала, 2015 – 152 с. Издается по решению Ученого Совета ФГБОУ ВПО «ДГТУ»
Адрес редакции: 367015, РД, г. Махачкала, пр. И.Шамяка, 70, ФГБОУ ВПО «ДГТУ»	Тел./факс (8722)623715 (8722)623964 E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru Website: http://vestnik.dstu.ru/

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИКА.....	8
<i>Агаханов Г.Э. О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ГРУНТ.....</i>	<i>8</i>
<i>Вердиев М.Г., Гусейнов М.К., Набиев Ш.Ш. ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЖИДКОСТЕЙ, РАСПЫЛЁННЫХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ</i>	<i>17</i>
<i>Гусейнова М.Р., Гусейнов Р.В. РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ</i>	<i>24</i>
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ	31
<i>Асланов Г.К., Казибеков Р.Б., Мусаева У.А., Тетакаев У.Р. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ РАДИОПЕЛЕНГАТОРОВ ПРИ НЕИСПРАВНОЙ АНТЕННОЙ СИСТЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗ ОРТОГОНАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ВИБРАТОРОВ</i>	<i>31</i>
<i>Исмаилов Т.А., Евдулов Д.В., Евдулов О.В. СИСТЕМЫ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ РЭА НА БАЗЕ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ</i>	<i>38</i>
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ.....	45
<i>Абдуллаева З.М., Асланов Г.К., Яхьяев М.Л. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДНА НА МЕЛКОВОДЬЕ</i>	<i>45</i>
<i>Акаев А.И., Ниналалов А.И. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛООТДАЧИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ.....</i>	<i>53</i>
<i>Баламирзоев А.Г., Баламирзоева Э.Р., Гаджиева А.М., Курбанов К.О. ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА(Статья аннулирована по причине недобросовестного заимствования).....</i>	<i>62</i>
<i>Дедегкаев А.Г., Степанов А.Л. ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДЛЯ САПР УНИВЕРСАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ. ЧАСТЬ 1. РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЕ ПОЛЕ ОБМОТКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ</i>	<i>70</i>
<i>Кадиев И.П., Кадиев П.А. ЦИКЛИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИНДЕКСНОЙ СОРТИРОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВОВ ДАННЫХ</i>	<i>79</i>
<i>Омаров М.Д. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ</i>	<i>84</i>

Тагавердиева Д.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	89
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА	96
<i>Агапов В.П., Айдемиров К.Р. О РАСЧЕТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ «ПРИНС».....</i>	96
<i>Дзугулов И.А., Кажаров А.Р., Курбанов Р.М. МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ФИБРОБЕТОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА, АРМИРОВАННЫЕ БАЗАЛЬТОВЫМИ ВОЛОКНАМИ.....</i>	101
<i>Овсяков М.Ю., Сухов А.А., Хежев Т.А. ТЕХНОЛОГИЯ ФИБРОПЕНОБЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ПИЛЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ТУФА</i>	107
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	114
<i>Курбанова З.А. ОСОБЕННОСТИ РАЗГРАНИЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН.....</i>	114
<i>Оборин М.С. ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА САНАТОРНО-КУРОРТНОГО КОМПЛЕКСА КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА</i>	120
<i>Рамазанова Д.И. ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ.....</i>	131
<i>Шерифов А.М. РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ В СФЕРЕ ЖКХ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН</i>	136
РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	144
НАШИ АВТОРЫ.....	144
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	149

**The Ministry of Education and Science of the Russian Federation
Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education
“Daghestan State Technical University”**

**VESTNIK
of Daghestan State Technical University.
Technical science
№ 1 (volume 36) 2015**

the journal is founded in 1997		ISSN 2073-6185
Editor- in-Chief - T.A. Ismailov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector of DSTU; Deputy Editor - A.M. Esetova, Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department, DSTU; Editorial Board: A.D. Abakarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, DSTU; G.M. Abakarov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department, DSTU; A.M. Abdulgalimov, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department, DSTU; A.P. Adamov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, DSTU; M.M. Batdalov, Doctor of Engineering Sciences, Corresponding member of RAACS, Professor, DSTU; B.A. Bilalov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Head of Department, DSTU; R.V. Guseynov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, DSTU; M.N. Isalova, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department, DGTU; E.Sh. Ismailov, Doctor of Biology, Professor, DGTU; N.I. Kargin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the department of the development of perspective researches of the MEPI; V.M. Kutuzov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector of St. Petersburg Electro-technical University "LETI"; Magomedov A.G., Doctor of Economics, Professor, DSTU; V.B. Melekhin Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, DSTU; R.G. Mitarov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, DSTU; Ye.I. Pavlyuchenko, Doctor of Economics, Professor, Vice Rector on scientific and innovative activity, DSTU; T.E. Sarkarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean of the DSTU; G.K. Safaraliyev, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Scientific director of the «Microelectronics and Nanotechnology» research institute, DSTU; V.I. Finayev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department SFU M.E. Guliev, Doctor of Economics, Associate Professor, Azerbaijan SUE; G.N. Khadzhishalapov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean of the DSTU.		Research areas Physical-mathematical science Mechanics Technical science Power, Metallurgical and Chemical Mechanical Engineering Computer science, Computer Engineering and Management Building and Architecture Economic science
The research journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR), the certificate of PI No. FS77-30186 of November 9, 2007. Subscription index 71366 is in the federal catalog of periodicals of the JSC Agentstvo Rospechat. Subscription index 93522 in the integrated catalog "Press of Russia". The journal is included in the List of leading reviewed scientific journals and periodicals of the Higher Certifying Commission (VAK) of the Russian Federation, in which basic scientific results of dissertations are to be published. The journal is included in the Russian Index of Scientific Citing (RISC) available on the Internet (http://www.elibrary.ru Scientific electronic library).		Vestnik of Daghestan State Technical University. Technical science Edition 1. volume 36 Makhachkala, 2015 – 152 p. Published by decision of the Academic Council FSBEE HPE “DSTU”
Edition address: 70, I. Shamil Ave., 367015, Makhachkala, the Republic of Daghestan FSBEE HPE “DSTU”		Tel./fax (8722)623715 (8722)623964 E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru Website: http://vestnik.dstu.ru/

© FSBEE HPE «Daghestan State Technical University», 2015

CONTENTS

MECHANICS	8
<i>Agakhanov G.E.</i> ABOUT MATHEMATICAL MODELLING OF INFLUENCE OF STEAM PRESSURE UPON SOIL	8
<i>Verdiyev M.G., Guseynov M.K., Nabiye Sh.Sh.</i> ASSESSMENT OF THE SIZES OF NANOLARGE-SCALE PARTICLES OF THE LIQUIDS SPRAYED IN ELECTRIC FIELD	17
<i>Guseynova M.R., Guseynov R.V.</i> SETTLEMENT MODEL OF DYNAMICS OF NONLINEAR SYSTEMS	24
POWER, METALLURGICAL AND CHEMICAL MECHANICAL ENGINEERING	31
<i>Aslanov G.K., Kazibecov R.B., Musayeva U.A., Tetakaev U.R.</i> PROVIDING EFFICIENCY OF AUTOMATIC DIRECTION FINDER IN CASE OF FAULTY ANTENNA SYSTEM WITH THE USE OF PHASES OF ORTHOGONAL VIBRATOR.....	31
<i>Ismailov T.A., Evdulov D.V., Evdulov O.V.</i> SYSTEM EXHAUST HEAT FROM ELEMENTS OF CEA ON THE BASIS OF PRAVASIS THERMAL BATTERIES.....	38
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT	45
<i>Abdullaeva Z.M., Aslanov G.K., Yakhyayev M.L.</i> THE SIMULATION RESULTS OF THE BOAT IN SHALLOW WATER.....	45
<i>Akaev A.I., Ninalalov A.I.</i> METHOD OF CALCULATING THE OPTIMAL HEAT EMISSION GEOTHERMAL WELLS.....	53
<i>Balamirzoev A.G., Balamirzoeva E.R., Gadzhieva A.M., Kurbanov K.O.</i> TASK ALLOCATION AND DEVELOPMENT OF ENTERPRISES OF TRANSPORT COMPLEX OF THE REGION	62
<i>Dedegkaev A.G., Stepanov A.L.</i> ORIENTED FOR CAD UNIVERSAL MATHEMATICAL MODEL OF THE EDDY CURRENT PROBE. PART 1. THE RESULTING FIELD OF THE DRIVE WINDING.....	70
<i>Kadiev I.P., Kadiev P.A.</i> CYCLICAL METHODS OF SORTING THE INDEX ELEMENTS DATASETS	79
<i>Omarov M.D.</i> ANALYTICAL REVIEW OF THE METHODOLOGY OF COMPUTER MODELING.....	84

Tagaverdieva D.S. MODELING OF CORPORATE STRUCTURES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES	89
BUILDING AND ARCHITECTURE.....	96
Agapov V.P., Aidemirov K.R. ON THE CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE PLATES OF VARIABLE THICKNESS IN THE COMPUTER PROGRAMM «PRINS»	96
Dzugulov I.A., Kazharov A.R., Kurbanov R.M. FINE-GRAINED THE FIBER CONCRETE WITH APPLICATION VOLCANIC ASH, REINFORCED BY THE BASALT FIBRES	101
Ovsyukov M.YU., Sukhov A.A., Khezhev T.A. THE TECHNOLOGY OF THE FIBER AND FOAM CONCRETES WITH APPLICATION OF SAWING WASTE OF THE VOLCANIC TUFF	107
ECONOMIC SCIENCE	114
Kurbanova Z.A. FEATURES DELINEATION AND USE OF SPECIALLY PROTECTED THE CASPIAN LOWLAND, THE REPUBLIC OF DAGHESTAN	114
Oborin M.S. FACTORS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF HEALTH RESORT OF THE CRIMEAN FEDERAL DISTRICT	120
Ramazanova D.I. ASSESSMENT OF THE FINANCIAL STABILITY OF THE INSURANCE COMPANY.....	131
Sherifov A.M. RISK MANAGEMENT IN THE HOUSING AND COMMUNAL SERVICES: REGIONAL DIMENSION FOR EXAMPLE REPUBLIC OF DAGHESTAN.....	136
EDITORIAL SECTION.....	144
OUR AUTHORS.....	144
REQUIREMENTS TO THE ARTICLES OFFERED FOR PUBLICATION IN THE JOURNAL «HERALD OF DAGHESTAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY. TECHNICAL SCIENCES»	149

МЕХАНИКА

УДК 539.3

Агаханов Г.Э.

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ГРУНТ

Agakhanov G.E.

ABOUT MATHEMATICAL MODELLING OF INFLUENCE OF STEAM PRESSURE UPON SOIL

Для водонасыщенной двухфазной грунтовой среды с изменяющимися во времени свойствами в рамках сплошного изотропного тела с линейно-наследственной ползучестью выполнено математическое моделирование воздействия порового давления на грунт. Разработана новая расчетная модель, в которой поровое давление на грунт рассматривается как воздействие вынужденных деформаций. Показано, что разработанная и известная расчетные модели (в известной модели поровое давление на грунт рассматривается как действие объемных сил) полностью согласуются с установленными ранее в механике деформируемого твердого тела общими условиями эквивалентности воздействий. Рассмотрены частные случаи грунтовой среды.

Ключевые слова: математическое моделирование, водонасыщенный двухфазный грунт, поровое давление на грунт, неинвариантная грунтовая среда, вынужденные деформации, линейно-наследственная ползучесть.

For the water-saturated two-phase soil environment with the properties changing in time within a continuous isotropic body with linearly - hereditary creep executed mathematical modeling of influence of steam pressure upon soil. The new settlement model in which the steam pressure upon soil is considered as impact of the compelled deformations is developed. It is shown that the developed and known settlement models (in known model the steam pressure upon soil is considered as action of volume forces) will completely be coordinated with the general conditions of equivalence of influences established earlier in mechanics of a deformable solid body. Special cases of the soil environment are considered.

Key words: mathematical modeling, water-saturated two-phase soil, steam pressure upon soil, not invariant soil environment, the compelled deformations, linearly - hereditary creep.

Рассмотрим водонасыщенную двухфазную грунтовую систему, находящуюся под действием поверхностных сил. Процесс консолидации грунта

сопровождается возникновением сил взаимодействия между двумя фазами грунта (грунтовым скелетом и поровой водой), обусловливаемых явлениями взвешивания скелета грунта за счет возникших давлений в поровой жидкости.

Принимаем расчетную модель, в которой поровое давление на грунт рассматривается как действие объемных сил, определяемых по следующей зависимости [1]:

$$\left. \begin{aligned} X &= -\gamma_w \frac{\partial H}{\partial x}; \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где: γ_w - удельный вес жидкости;

H - напорная функция, обусловленная уплотняющей поверхностной нагрузкой.

Точками здесь и далее обозначены остальные два уравнения, получаемые круговой перестановкой букв и индексов.

Напорная функция, обусловленная уплотняющей поверхностной нагрузкой, и поровое давление p_w связаны зависимостью

$$H = \frac{p_w}{\gamma_w}. \quad (2)$$

Тогда для объемных сил, учитывающих воздействие порового давления на грунт, из (1) с учетом (2) имеем

$$\left. \begin{aligned} X &= -\frac{\partial p_w}{\partial x}; \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Дифференциальные уравнения равновесия в перемещениях для линейно-деформируемой сплошной изотропной среды с объемными силами, учитывающими воздействие порового давления на грунт, выглядят [2]:

$$\left. \begin{aligned} S_c \left(\nabla^2 u + \frac{1}{3} \cdot \frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} \right) + S_o \left(\frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} \right) - \frac{\partial p_w}{\partial x} &= 0; \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

$$\text{где: } \varepsilon_o = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z; \quad \nabla^2 () = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2};$$

$S_c(p)$, $S_o(p)$ - операторы, имеющие вид:

$$S_c(p) = G(t)p(t) - \int_{t_0}^t p(\tau)G(\tau)R_c(t, \tau)d\tau;$$

$$S_o(p) = E_o(t)p(t) - \int_{t_0}^t p(\tau)E_o(\tau)R_o(t, \tau)d\tau;$$

$$t_o - \text{момент начала загрузки}; \quad G(t) = \frac{E(t)}{2[1 + \mu(t, t)]};$$

$$E_o(t) = \frac{E(t)}{3 - 6\mu(t, t)} - \text{объемный мгновенный модуль упругости};$$

$$R_c(t, \tau) \text{ и } R_o(t, \tau) - \text{резольвенты ядер } K_c(t, \tau) \text{ и } K_o(t, \tau);$$

$$K_c(t, \tau) = \frac{1 + \nu(t, \tau)}{1 + \mu(t, t)} K(t, \tau) - \text{наследственное ядро для деформаций}$$

сдвига;

$$K_o(t, \tau) = \frac{1 - 2\nu(t, \tau)}{1 - 2\mu(t, t)} K(t, \tau) - \text{наследственное ядро для объемных де-}$$

формаций;

$$K(t, \tau) - \text{ядро уравнения ползучести.}$$

Предположим, что перемещения, тождественно равные перемещениям от объемных сил, учитывающих воздействие порового давления на грунт, вызваны воздействием вынужденных деформаций. В силу упрощающего предположения, что поровая жидкость сопротивляется только объемному деформированию, естественно считать, что и вынужденные деформации, учитывающие воздействие порового давления на грунт, представляют собой объемную деформацию, а тензор вынужденных деформаций является шаровым с компонентами ε_σ .

В данном случае уравнения равновесия в перемещениях записываются в следующем виде [2]:

$$\left. \begin{aligned} S_c \left(\nabla^2 u + \frac{1}{3} \cdot \frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} \right) + S_o \left(\frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} - 3 \frac{\partial \varepsilon_\sigma}{\partial x} \right) &= 0; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Из (4) и (5) имеем

$$p_w = S_o(3\varepsilon_\sigma). \quad (6)$$

В решенном относительно вынужденных деформаций виде данное выражение выглядит:

$$\varepsilon_\sigma = L_o \left(\frac{p_w}{3} \right), \quad (7)$$

где $L_o()$ - оператор, имеющий вид:

$$L_o(p) = \frac{1}{E_o(t)} \left[p(t) + \int_{t_0}^t p(\tau) K_o(t, \tau) d\tau \right].$$

Решенная относительно напряжений неинвариантная во времени система линейно-наследственных уравнений ползучести при учете воздействия порового давления на грунт с помощью объемных сил выглядит следующим образом

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^F &= S_c \left(\frac{4\varepsilon_x - 2\varepsilon_y - 2\varepsilon_z}{3} \right) + S_o(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z); \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^F &= S_c(\gamma_{xy}); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

В случае учета воздействия порового давления на грунт с помощью вынужденных деформаций она выглядит:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{\varepsilon_s} &= S_c \left(\frac{4\varepsilon_x - 2\varepsilon_y - 2\varepsilon_z}{3} \right) + S_o(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z - 3\varepsilon_s); \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^{\varepsilon_s} &= S_c(\gamma_{xy}); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Тогда согласно (8) и (9) с учетом (7) напряжения от вынужденных деформаций связаны с напряжениями от объемных сил зависимостями

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{\varepsilon_s} &= \sigma_x^F - S_o(3\varepsilon_s) = \sigma_x^F - p_w; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^{\varepsilon_s} &= \tau_{xy}^F; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Очевидно, что $\sigma_x^F, \sigma_y^F, \sigma_z^F$ и $\tau_{xy}^F, \tau_{xz}^F, \tau_{zy}^F$ соответствуют полным напряжениям, а $\sigma_x^{\varepsilon_s}, \sigma_y^{\varepsilon_s}, \sigma_z^{\varepsilon_s}$ и $\tau_{xy}^{\varepsilon_s}, \tau_{xz}^{\varepsilon_s}, \tau_{zy}^{\varepsilon_s}$ - напряжениям в скелете грунта.

Согласно установленным в работе [3] условиям эквивалентности воздействий в механике деформируемого твердого тела действие объемных сил в общем случае можно заменить воздействием нормально приложенных к поверхности сил P и шарового тензора вынужденных деформаций с компонентами ε_s , определяемых по зависимостям:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} &= X; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \varepsilon_{\varepsilon}}{\partial x} &= -L_o \left(\frac{X}{3} \right); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

При этом перемещения от объемных сил и суммарного воздействия поверхностных сил и вынужденных деформаций тождественно равны, а напряжения связаны зависимостями

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{\varepsilon_{\varepsilon}} &= \sigma_x^F - \sigma_x^P + P; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^{\varepsilon_{\varepsilon}} &= \tau_{xy}^F - \tau_{xy}^P; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

С учетом (3) зависимости (11) - (13) выглядят следующим образом

$$P = -p_w; \quad (14)$$

$$\varepsilon_{\varepsilon} = L_o \left(\frac{p_w}{3} \right); \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{\varepsilon_{\varepsilon}} &= \sigma_x^F - \sigma_x^P - p_w; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^{\varepsilon_{\varepsilon}} &= \tau_{xy}^F - \tau_{xy}^P; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Так как поровое давление p_w на поверхности грунтового массива равно нулю, то поверхностная сила согласно (14) также равна нулю и зависимости (16) принимают вид

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{\varepsilon_{\varepsilon}} &= \sigma_x^F - p_w; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^{\varepsilon_{\varepsilon}} &= \tau_{xy}^F; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Отсюда видно, что действие объемных сил, учитывающих воздействие порового давления на грунт, можно заменить воздействием только вынужденных деформаций, определяемых по зависимости (7) или (15), а напряжения при этом связаны зависимостями (10) или (17).

Таким образом, воздействие порового давления на грунт можно рассматривается как действие объемных сил по известной расчетной модели

объемных сил (модели Флорина-Био) или как воздействие вынужденных деформаций по разработанной выше расчетной модели, которую по аналогии назовем расчетной моделью вынужденных деформаций.

Мы также показали, что эти две расчетные модели полностью согласуются с установленными ранее в механике деформируемого твердого тела общими условиями эквивалентности воздействий [3].

Рассмотрим случай, когда грунтовая среда подчиняется условиям квазиупругопластичного материала – объемные деформации можно считать чисто упругими, т.е. без наследственной части. При этом

$$1 - 2\nu(t, \tau) = 0; \quad \nu(t, \tau) = 0,5$$

и, согласно условиям эквивалентности воздействий для несжимаемого материала [3], вынужденные деформации должны тождественно равняться нулю.

Такому случаю соответствует в частности мгновенное напряженно-деформированное состояние грунта, возникающее вслед за приложением внешних нагрузок, при идеально несжимаемой внутрипоровой жидкости.

Тогда зависимости (10) или (17) примут вид:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_x^F = p_w; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^F = 0; \\ \dots\dots\dots \end{array} \right\} \quad (18)$$

Таким образом, в случае квазиупругопластичности грунтовой среды, в частности при $t = 0$ и идеально несжимаемой внутрипоровой жидкости, полные нормальные напряжения равны поровому давлению, а нормальные напряжения в скелете грунта и все касательные напряжения равны нулю.

Для среды с неизменяющимися свойствами все зависимости инвариантны во времени и характеристики среды, зависящие от двух переменных t и τ , превращаются в функции разности этих двух переменных $t - \tau$, а функции t превращаются в постоянные величины.

В этом случае и с учетом различной сопротивляемости скелета грунта всестороннему сжатию (уплотняющие нагрузки) и всестороннему растяжению (под действием порового давления) уравнения (4) и (5) записываются в следующем виде:

$$\left. \begin{array}{l} S_c \left(\nabla^2 u + \frac{1}{3} \cdot \frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} \right) + S_o^y \left(\frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} \right) = \frac{1}{\beta} \frac{\partial p_w}{\partial x}; \\ \dots\dots\dots \end{array} \right\} \quad (19)$$

где: $S_c(\rho)$, $S_o^y(\rho)$ - операторы, имеющие вид:

$$S_c(p) = G \left[p(t) - \int_0^t p(\tau) R_c(t - \tau) d\tau \right];$$

$$S_o^y(p) = E_o^y \left[p(t) - \int_0^t p(\tau) R_o(t - \tau) d\tau \right];$$

$\beta = \frac{E_o^y}{E_o^p}$ - отношение модуля объемной деформации уплотнения к модулю

объемной деформации разуплотнения.

Тогда уравнения (8) и (9) принимают вид:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^F &= S_c \left(\frac{4\varepsilon_x - 2\varepsilon_y - 2\varepsilon_z}{3} \right) + S_o^y(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z) + \left(1 - \frac{1}{\beta} \right) p_w; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^F &= S_c(\gamma_{xy}); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{\varepsilon_s} &= S_c \left(\frac{4\varepsilon_x - 2\varepsilon_y - 2\varepsilon_z}{3} \right) + S_o^y(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z) - \frac{1}{\beta} p_w; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^{\varepsilon_s} &= S_c(\gamma_{xy}); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Согласно экспериментальным данным С. Р. Месчяна для многих грунтов при уплотняющих давлениях до 3 кг/см^2 соблюдается постоянство во времени коэффициента Пуассона, т. е. $\nu(t - \tau) = \mu(0) = \mu = \text{const}$, и для ядер выполняется условие $K_c(t - \tau) = K_o(t - \tau) = K(t - \tau)$, следовательно, будут равны и их резольвенты:

$$R_c(t - \tau) = R_o(t - \tau) = R(t - \tau).$$

При этом операторы S_o и S_c будут отличаться друг от друга лишь множителем

$$S_o = \frac{E_o}{G} S_c = \frac{2 + 2\mu}{3 - 6\mu} S_c. \quad (22)$$

Операторы $S_o(p)$ и $S_c(p)$ имеют вид:

$$S_o(p) = E_o \left[p(t) - \int_0^t p(\tau) R(t - \tau) d\tau \right];$$

$$S_c(p) = G \left[p(t) - \int_0^t p(\tau) R(t - \tau) d\tau \right].$$

Учитывая эти обстоятельства дифференциальные уравнения равновесия (4) и (5) принимают вид:

$$\left. \begin{aligned} S_c \left(\nabla^2 u + \frac{1}{1-2\mu} \cdot \frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} \right) - \frac{\partial p_w}{\partial x} &= 0; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

и, перейдя к оператору L_c , обратному S_c :

$$\left. \begin{aligned} \nabla^2 u + \frac{1}{1-2\mu} \cdot \frac{\partial \varepsilon_o}{\partial x} - L_c \left(\frac{\partial p_w}{\partial x} \right) &= 0; \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Оператор $L_c()$ имеет вид:

$$L_c(p) = \frac{1}{G} \left[p(t) + \int_0^t p(\tau) K(t - \tau) d\tau \right].$$

Тогда уравнения деформирования (8) и (9) принимают вид:

$$\left. \begin{aligned} E\varepsilon_x &= L(\sigma_x^F) - \mu L(\sigma_y^F + \sigma_z^F); \\ \dots\dots\dots \\ G\gamma_{xy} &= L(\tau_{xy}^F); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

$$\left. \begin{aligned} E\varepsilon_x &= E\varepsilon_\varepsilon + L(\sigma_x^{\varepsilon_\varepsilon}) - \mu L(\sigma_y^{\varepsilon_\varepsilon} + \sigma_z^{\varepsilon_\varepsilon}); \\ \dots\dots\dots \\ G\gamma_{xy} &= L(\tau_{xy}^{\varepsilon_\varepsilon}); \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

где $L()$ - оператор, имеющий вид:

$$L(\sigma) = \sigma(t) + \int_0^t \sigma(\tau) K(t - \tau) d\tau.$$

В случае постоянства во времени коэффициента Пуассона, согласно упругой аналогии [4], полные напряжения с учетом ползучести σ_x^F , σ_y^F , σ_z^F и τ_{xy}^F , τ_{xz}^F , τ_{zy}^F тождественно совпадают с напряжениями упругомгновенной задачи, т. е.

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_x^F = \sigma_x^y; \\ \dots\dots\dots \\ \tau_{xy}^F = \tau_{xy}^y; \\ \dots\dots\dots \end{array} \right\}, \quad (27)$$

а перемещения связаны соотношениями

$$\left. \begin{array}{l} u = L(u^y); \\ \dots\dots\dots \end{array} \right\} \quad (28)$$

Система из трех дифференциальных уравнений равновесия в перемещениях содержит четыре неизвестные функции u ; v ; w и p_w . В качестве четвертого недостающего уравнения принимаем соотношение, описывающее движение жидкости в деформируемой пористой среде [5]:

$$\frac{\partial \varepsilon_o}{\partial t} = \frac{k_\phi}{\gamma_w} \nabla^2 p_w - \frac{3n_{cp}}{\alpha_w} \cdot \frac{\partial p_w}{\partial t}, \quad (29)$$

где: k_ϕ - коэффициент фильтрации;

n - пористость;

α_w - модуль объемной сжимаемости жидкости;

γ_w - удельный вес жидкости.

В случае, когда поровая жидкость является несжимаемой ($\alpha_w \rightarrow \infty$), уравнение (29) приобретает простейший вид:

$$\frac{\partial \varepsilon_o}{\partial t} = \frac{k_\phi}{\gamma_w} \nabla^2 p_w. \quad (30)$$

Таким образом, оценка воздействия порового давления на грунт сводится к нахождению решения системы четырех уравнений, включающей три дифференциальных уравнения равновесия в перемещениях и соотношение, описывающее движение жидкости в деформируемой пористой среде.

При этом следует учесть граничные условия, в том числе и для напоров.

Библиографический список:

1. Флорин В. А. Основы механики грунтов. – М.: Стройиздат, 1959. - Т. I.
2. Агаханов Г. Э. О математическом моделировании физических воздействий в грунтах // Научное обозрение. - М., 2014. - № 12. – Часть 3.
3. Агаханов Э. К. О развитии комплексных методов решения задач механики деформируемого твердого тела // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки – Махачкала, 2013. - № 29 (2) С 39-45 стр.
4. Хесин Г. Л. Метод фотоупругости. - М.: Стройиздат, 1975. - Т. 3.
5. Цытович Н. А., Зарецкий Ю. К., Малышев М. В., Абелев М. Ю., Тер-Мартиросян З. Г. Прогноз скорости осадок оснований сооружений. - М.: Стройиздат, 1967.

УДК 532.517.013.4 : 537.2

Вердиев М.Г., Гусейнов М.К., Набиев Ш.Ш.

ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЖИДКОСТЕЙ, РАСПЫЛЁННЫХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Verdiyev M.G., Guseynov M.K., Nabiye Sh.Sh.

ASSESSMENT OF THE SIZES OF NANOLARGE-SCALE PARTICLES OF THE LIQUIDS SPRAYED IN ELECTRIC FIELD

В работе предложена модель распыления жидкостей в электрическом поле с учетом влияния среды, физических свойств жидкости и технологических параметров распыления. На основе предложенной модели получена формула для расчёта размеров частиц жидкостей по параметрам процесса распыления, свойств жидкости и воздуха. Показано, что влиянием воздуха на размер частиц при электрических потенциалах до 11 кВ можно пренебречь.

Ключевые слова: *распыление жидкости, электростатическое диспергирование жидкости, частицы жидкости, размер распыленных частиц жидкости.*

A model of liquid sputtering in the electric field with a glance of environmental influence, physical qualities of liquids and technological parameters is offered in the work. On the base of the offered model has been got a formula for counting the dimensions of liquids particles in the parameters of sputtering process, qualities of liquid and air. It is shown in the work that air influence on particles dimensions in the presence of electric potentials till 11 kw can be neglected.

Key words: *liquid dispersion, electrostatic dispersgating of liquid, of a particle of liquid, the size of the sprayed liquid particles.*

Введение

Проблема расчета параметров электродиспергирования жидкости во внешних электрических полях представляется весьма актуальной в связи с многочисленными физическими, техническими и технологическими задачами [1,2].

Для эффективной реализации современных технологий необходимо создание аэрозолей с повышенными требованиями по размерам формируемых частиц, монодисперсности и плотности частиц по сечению потока. При этом наиболее распространенные способы распыления (электростатический, гидравлический, пневматический) не позволяют создавать мелкодисперсные

аэрозоли с необходимыми размерами частиц и требуемой производительностью [3].

Целью данной работы является определение размера частиц электродиспергированной жидкости и оптимизация условий электродинамического распыления, при которых реализуются аэрозоли с необходимыми размерами частиц.

Теоретическая часть

Начнем рассмотрение с наиболее простого случая - движения дисперсного потока жидкости в вакууме, а затем перейдем к более сложной задаче - движению дисперсного потока жидкости в воздухе.

Уравнение движения для капли жидкости в векторной форме имеет вид:

$$m\vec{a} = \vec{F}_t + \vec{F}_3 \quad (1)$$

Проецируя уравнение (1) на ось ОХ получим:

$$ma_x = F_3 = qE = q \frac{U}{x} \quad (2)$$

где q - заряд капли, U , x – разность потенциалов и расстояние между электродами.

Считая, однородным электрическое поле между электродами запишем уравнение координаты X :

$$X = \frac{a_x t^2}{2} \quad (3)$$

для координаты Y справедливо уравнение

$$Y = \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

Так как время полета по оси X -ов и время падения по оси Y -ов одинаковы запишем:

$$\frac{2x}{a_x} = \frac{2y}{g} \quad (5)$$

Откуда

$$a_x = \frac{xg}{y} \quad (6)$$

подставив (6) в (2) получим выражение для массы капли

$$m = \frac{qUy}{x^2 g} \quad (7)$$

выразив $m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$, найдем радиус капли:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2 g}} \quad (8)$$

С учетом критерия неустойчивости Релея [4], заряд q капли в момент отрыва равен:

$$q = \sqrt{\frac{16\pi\sigma\epsilon R^3}{k}}, \quad (9)$$

где σ , ϵ , k , R - соответственно сила поверхностного натяжения, диэлектрическая проницаемость среды, коэффициент пропорциональности, радиус капилляра.

Подставив (9) в (8) получим:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3Uy}{4\pi\rho x^2 g} \sqrt{\frac{16\pi\sigma\epsilon R^3}{k}}} \quad (10)$$

Из-за кулоновских сил отталкивания заряженная капля начинает распадаться на мелкие частицы [5]. Для приближенной оценки количества дочерних частиц воспользуемся выражением для силы тока

$$I = NqvS, \quad (11)$$

где N – количество частиц в единице объема дисперсного потока, q , v – заряд и скорость частиц, S – площадь поперечного сечения капилляра - первого электрода (рис.1). Так как сила тока по ходу дисперсного потока одинакова, то можем записать следующее уравнение:

$$I = Nqv_1S_1 = \frac{N}{n}qv_2S_2 \quad (12)$$

где n – количество мелких частиц, на которое распадается исходная частица, v_2 – скорость дочерних частиц, S_2 – площадь сечения дисперсного потока на втором электроде (рис.1).

В предположении, что частицы плотно упакованы на площади сечения у второго электрода, для числа частиц n из (12) получаем:

$$n = \frac{S_2 v_2}{S_1 v_1} \quad (13)$$

Далее произведем сравнительную оценку величин v_1 и v_2

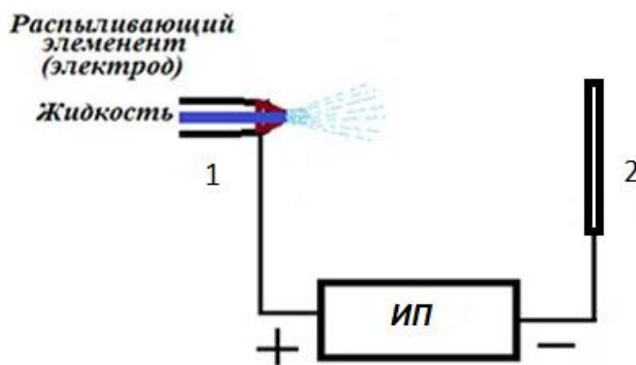


Рисунок 1 - Схема распыления жидкостей в электрическом поле

Для этого запишем следующие уравнения:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = q_1 U; \quad \frac{m_2 v_2^2}{2} = q_2 U \quad (14)$$

$$\begin{cases} m_1 = \rho V_1; & m_2 = \rho V_2 \\ q_1 = \rho_{q_1} V_1; & q_2 = \rho_{q_2} V_2 \end{cases} \quad (15)$$

где $\rho_{q_1}, m_1, v_1, \rho, V_1$ – соответственно объемная плотность заряда, масса, скорость, плотность и объем исходной частицы; $\rho_{q_2}, m_2, v_2, V_2$ – объемная плотность заряда, масса, скорость, плотность и объем дочерней частицы.

Перепишем уравнение (14) с учетом (15)

$$\begin{aligned} \frac{\rho V_1 v_1^2}{2} &= \rho_{q_1} V_1 U; & \frac{\rho V_2 v_2^2}{2} &= \rho_{q_2} V_2 U \\ v_1 &= \sqrt{\frac{2 \rho_{q_1} U}{\rho}} & v_2 &= \sqrt{\frac{2 \rho_{q_2} U}{\rho}} \end{aligned} \quad (16)$$

Так как при распаде капли на мелкие частицы заряд распределяется одинаково, то $\rho_{q_1} = \rho_{q_2}$, следовательно, $v_2 = v_1$ (17).

С учетом (17) и (13) перепишем выражение (10) в виде:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3Uy}{4\pi\rho x^2 g} \sqrt{\frac{16\pi\sigma\epsilon R^3}{k}} \frac{S_1}{S_2}} = \sqrt[3]{\frac{3Uy}{4\pi\rho x^2 g} \sqrt{\frac{16\pi\sigma\epsilon R^3}{k}} \frac{R^2}{R_{\Pi}^2}} \quad (17)$$

Где R_{Π} – радиус пятна на втором электроде, R – радиус капилляра-первого электрода.

Далее рассмотрим процесс электрораспыления жидкости в воздухе.

Запишем уравнение движения для капли жидкости в электрическом по-

ле с учетом силы сопротивления воздуха. Силой Архимеда пренебрегаем, так как она на много меньше, чем сила тяжести (примерно в тысячу раз меньше, чем сила тяжести).

$$m\vec{a} = \vec{F}_g + \vec{F}_{\text{тяж}} + \vec{F}_{\text{ст}} \quad (18)$$

Проецируя уравнение (18) на ось ОХ получим:

$$m\vec{a} = \vec{F}_g - 6\pi\mu vr = q\frac{U}{x} - 6\pi\mu vr \quad (19)$$

Используя среднее значение ускорения a_x (6), которое может меняться от максимального значения $a_x = \frac{xg}{y}$ до минимального $a_x = 0$, запишем (19) в виде:

$$m = \frac{qU2y}{x^2g} - \frac{6\pi\mu vr2y}{xg} \quad (20)$$

или

$$\rho\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{qU2y}{x^2g} - \frac{6\pi\mu vr2y}{xg} \quad (21)$$

откуда

$$r^3 = \frac{3qU2y}{4x^2g\rho} - \frac{18\pi\mu vr2y}{4\pi\rho xg} \quad (22)$$

или

$$r^3 + \frac{9\pi\mu vry}{\pi\rho xg} - \frac{3qUy}{2x^2g\rho} = 0 \quad (23)$$

обозначив

$$\frac{9\pi\mu vry}{\pi\rho xg} = p, \quad \frac{3qUy}{2\pi x^2g\rho} = \gamma \quad (24)$$

приведем уравнение (23) к неполному кубическому уравнению

$$r^3 + pr - \gamma = 0 \quad (25)$$

Данное кубическое уравнение имеет три корня: два комплексных и один вещественный корень. Согласно формуле Кардана вещественный корень равен:

$$r = A + B,$$

где

$$A = \sqrt[3]{-\frac{(-\gamma)}{2} + \sqrt{Q}}$$

$$B = \sqrt[3]{-\frac{(-\gamma)}{2} - \sqrt{Q}}$$

$$Q = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{-\gamma}{3}\right)^2 \quad (26)$$

С учетом обозначений (24) имеем:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g} + \sqrt{\left(\frac{3\mu vy}{\rho xg}\right)^3 + \left(\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g}\right)^2}} + \sqrt[3]{\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g} - \sqrt{\left(\frac{3\mu vy}{\rho xg}\right)^3 + \left(\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g}\right)^2}}, \quad (27)$$

где $q = \sqrt{\frac{16\pi\sigma\epsilon R^3}{k}}$ - заряд исходной капли, μ - коэффициент вязкости воздуха, v - скорость движения капли, y - координата по оси - oy , ρ - плотность жидкости, x - координата по оси - ox , g - ускорение свободного падения.

Учитывая распад капли на n (13) дочерних капель, окончательно получим:

$$r = \left(\sqrt[3]{\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g} + \sqrt{\left(\frac{3\mu vy}{\rho xg}\right)^3 + \left(\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g}\right)^2}} + \sqrt[3]{\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g} - \sqrt{\left(\frac{3\mu vy}{\rho xg}\right)^3 + \left(\frac{3qUy}{4\pi\rho x^2g}\right)^2}} \right) \frac{R^2}{R_n^2} \quad (28)$$

Результаты и обсуждения

Расчеты проводились для воды, жидкого парафина, трансформаторного масла и др. жидкостей при следующих значениях параметров распыления: $U=11000\text{В}$; $R = 4 \cdot 10^{-4}\text{м}$; $\mu = 1,78 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м с}$; $x=0,001 \div 0,02 \text{ м}$.

На рисунке 2 показаны размеры частиц воды, рассчитанные в соответствии с предложенной моделью для вакуума и воздуха.

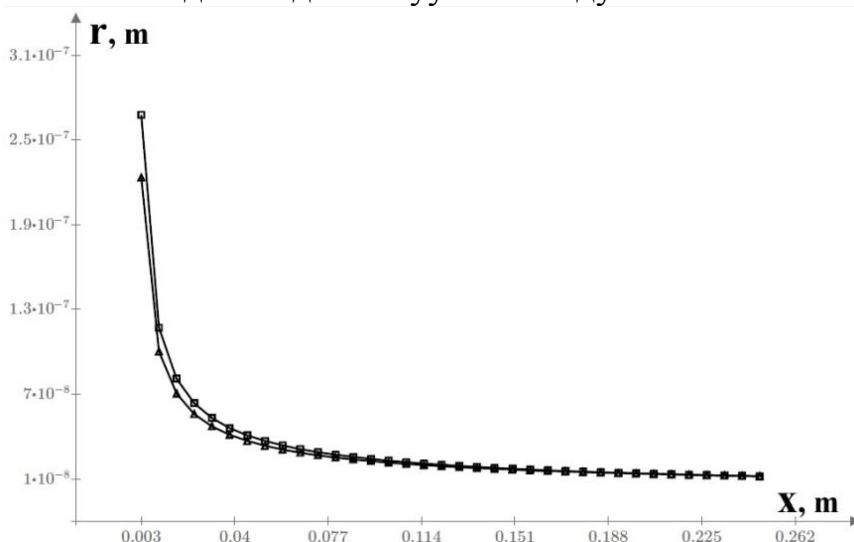


Рисунок 2 - Динамика изменения радиуса капель в вакууме и воздухе в зависимости от расстояния между электродами. $\square$ - вакуум, $\triangle$ - среда

Видно, что графики, иллюстрирующие динамику уменьшения радиуса частиц дисперсного потока вследствие их распада почти сливаются, что свидетельствует о незначительном влиянии воздуха на размер частиц.

Также видно, что частицы лишь немного уменьшаются в размерах в полете. Это соответствует картине наблюдаемой в эксперименте.

Расчетное значение радиуса частиц парафина составляет примерно 10^{-8} м, что соответствует результатам измерений с помощью зондового микроскопа.

Вывод.

Количественные оценки, сделанные в рамках рассмотренной модели, позволяют утверждать, что влияние воздуха на размер распыляемых частиц жидкости можно пренебречь, а решающее влияние на процесс распыления оказывает размер электрода – капилляра и разность потенциалов между электродами.

Применение предложенной модели позволяет определить оптимальные условия электродинамического распыления жидкостей, при которых реализуется стабильный режим генерирования монодисперсных частиц жидкостей.

Рассчитанные размеры частиц, распыленных в электрическом поле жидкостей, хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Таким образом, можно говорить о физической адекватности предложенной модели (28).

Библиографический список:

1. Дубников В.Г., Шабалин А.Л. Препринт ИЯФ СО ФН СССР №87-63. Новосибирск, 1987. 66 с.
2. Григорьев А.И., Ширяева С.О. // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. 1994. № 3. С. 3-22.
3. Коженков В.И., Фукс Н.А. Электродинамическое распыление жидкости// Успехи химии. - 1976.- Т. 45, N 12. - С. 2274-2284.
4. Rayleigh. On the equilibrium of liquid conducting masses charged with electricity// Phil. Mag. - 1882. - V. 14. - P. 184-186.
5. Нагорный В.С. Электрокаплеструйные регистрирующие устройства.- Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1988.

УДК 621.951.02:539.371:534.1

Гусейнова М.Р., Гусейнов Р.В.

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Guseynova M.R., Guseynov R.V.

SETTLEMENT MODEL OF DYNAMICS OF NONLINEAR SYSTEMS

Разработана расчетная модель динамики процесса резания с учетом нелинейности характеристики силы. Предложена методика построения аппроксимирующей кривой.

Ключевые слова: динамика процесса резания, автоколебания, нелинейные системы.

Developed computational model of the dynamics of the cutting process, taking into account the characteristics of the nonlinearity strength. The method of construction of the approximating curve.

Key words: dynamics of the cutting process, vibrations, nonlinear systems.

В настоящее время при изучении динамики нелинейных систем обычно пользуются аналитическими или графическими методами. Применение аналитического метода исследования требует, чтобы все физические процессы, характеризующие поведение системы, были представлены в виде математических выражений. Для этой цели экспериментальные зависимости, которые, как правило, имеют нелинейный характер, должны быть аппроксимированы. Аппроксимирующее выражение выбирается наиболее простое, так как математический аппарат при сложной характеристике становится громоздким и затрудняет задачу. Однако, упрощая характеристику, необходимо, чтобы математическое выражение отражало основные нелинейные зависимости рассматриваемого процесса. Критерием правильности выбранной аппроксимации является соответствие результатов аналитического исследования экспериментальным данным, полученным при изучении рассматриваемой нелинейной системы.

Основное преимущество аналитического метода - это получение решения в форме, позволяющей оценить всю совокупность явлений, описываемых данным дифференциальным уравнением.

Аналитический метод пригоден для изучения колебаний в автономных и неавтономных системах. Автономной называется такая система, движение которой описывается дифференциальным уравнением. Неавтономной называется система, движение которой описывается уравнением, содержащим время в явном виде. Это возможно при наличии внешнего воздействия, зависящего от времени и влияющего на характер движения системы.

Трудность аналитического исследования объясняется отсутствием регулярных методов интегрирования, способных дать точное решение для любого нелинейного дифференциального уравнения.

Как известно, процесс резания сопровождается автоколебаниями. Для объяснения природы автоколебаний необходимо составить расчетную модель системы СПИД.

Трудность изучения колебаний заключается не только в его многообразии и сложности, но и в том, что процессу резания присущ целый ряд нелинейных зависимостей, например нелинейная зависимость силы резания от скорости. Наличие нелинейных зависимостей приводит к нелинейным колебаниям. Термины «линейные колебания», «нелинейные колебания» определяют вид дифференциального уравнения (линейное или нелинейное), с помощью которого исследуется колебательное движение.

Графические методы дают возможность представить решение в виде интегральных кривых в фазовом пространстве. Применительно к системам с одной степенью свободы, описываемыми дифференциальными уравнениями второго порядка, фазовое пространство вырождается в фазовую плоскость. Основным преимуществом графических методов является большая геометрическая наглядность физической сущности происходящих процессов. Они позволяют наиболее полно учесть все нелинейные зависимости, присущие данной системе. При графическом анализе имеет место качественная и количественная оценка стационарных и переходных режимов. Недостатком графических методов является то, что они дают частные решения для конкретных значений параметров системы.

Составление дифференциального уравнения системы рассмотрим на примере обработки отверстий, хотя рассматриваемая методика подходит для всех видов процесса резания. Считаем, что колебательной системой является система инструмента, которая имеет одну степень свободы. С учетом всех моментов, действующих в крутильной системе, дифференциальное уравнение системы будет иметь вид [5-13]

$$J\ddot{\varphi} + \eta\dot{\varphi} + C\varphi = M(v), \quad (1)$$

где J – приведенный момент инерции инструмента;

η – обобщенный коэффициент сопротивления; C – коэффициент жесткости;

φ – угловая деформация; $\dot{\varphi}$ – угловая скорость; $\ddot{\varphi}$ – угловое ускорение, $M(v)$ – нелинейная характеристика момента резания от скорости v .

Для решения данного уравнения кроме основных параметров системы СПИД необходимо иметь аналитическую зависимость $M(v)$. Эта зависимость имеет нелинейный характер.

Теоретически получить зависимость $M(v)$ не представляется возможным. Поэтому на практике пользуются результатами экспериментального исследования зависимости $M(v)$. Получают гладкую интерполяционную

кривую по набору точек с заданными координатами. Для ее решения предложено много способов. Традиционно используются алгебраические и обобщенные многочлены разных степеней, некоторые из них рассмотрены ниже.

Как известно, характеристика силы резания P_z в зависимости от обрабатываемого материала имеет два вида [4].

Характеристика первого вида нелинейна и в значительном диапазоне по скорости имеет падающий характер. При этом сила резания монотонно убывает с увеличением скорости. Характеристика второго вида также существенно нелинейна и имеет два падающих участка.

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время для аппроксимации характеристики силы используются следующие зависимости:

1. Линейная зависимость [1]

$$P_z = P_{z0} + \eta \frac{dz}{dt}, \quad (2)$$

Линейная аппроксимация характеристики силы резания для исследования установившихся режимов с учетом автоколебательного движения непригодна.

2. Нелинейная степенная функция [2]

$$P_z = C_p / v^{n_v}, \quad (3)$$

где C_p , n_v - коэффициенты, зависящие от параметров режима резания, обрабатываемых материалов и пр.

Данная степенная функция наиболее полно отражает характеристику силы резания первого вида и второй падающий участок характеристик второго рода, однако ее нельзя использовать для высокоскоростных условий резания.

3. Степенная функция [4]

$$P_z = P_{z0} + v^2 / (a_1 v^2 + b_1 v + c_1), \quad (4)$$

где a_1, b_1, c_1 - постоянные величины, зависящие от параметров режима резания.

4. Показательная функция [3]

$$P_z = P_{z0} + a_2 e^{vn_1} - b_2 e^{vn_2}, \quad (5)$$

где a_2, b_2, n_1, n_2 - постоянные величины, зависящие от параметров режима резания.

5. Показательная функция

$$P_z = P_{z0} + a v^b e^{-vn_1}, \quad (6)$$

где a, b, n_1 - постоянные величины, зависящие от параметров режима резания.

Исследования, проведенные автором, показали [5-13], что данная показательная функция наиболее полно отражает характеристику силы резания первого вида и второй падающий участок характеристик второго рода, и в отличие от функции 2 ее можно использовать и для высокоскоростных условий резания.

6. Полином третьей степени [4]

$$P_z = P_{z0} + \eta \left[\frac{dz}{dt} - \frac{d^3z}{dt^3} / (3v_a^2) \right] \quad (7)$$

Приведенные аппроксимации не учитывают две точки перегиба, характерные для характеристики силы второго вида.

Отличительной особенностью аппроксимации 6 является отсутствие постоянных величин в зависимости. Однако как видно из рис. 1, последняя аппроксимация не охватывает участок низких скоростей резания, которые характерны для процессов обработки мерным инструментом, где используются низкие скорости резания.

Таким образом, указанные способы в какой-то степени удобны для практики, но дают худшие результаты, так как аппроксимирующая кривая имеет две точки перегиба.

На рис. 1 показана зависимость крутящего момента от скорости резания при обработке внутренних резьб, полученная автором [5]

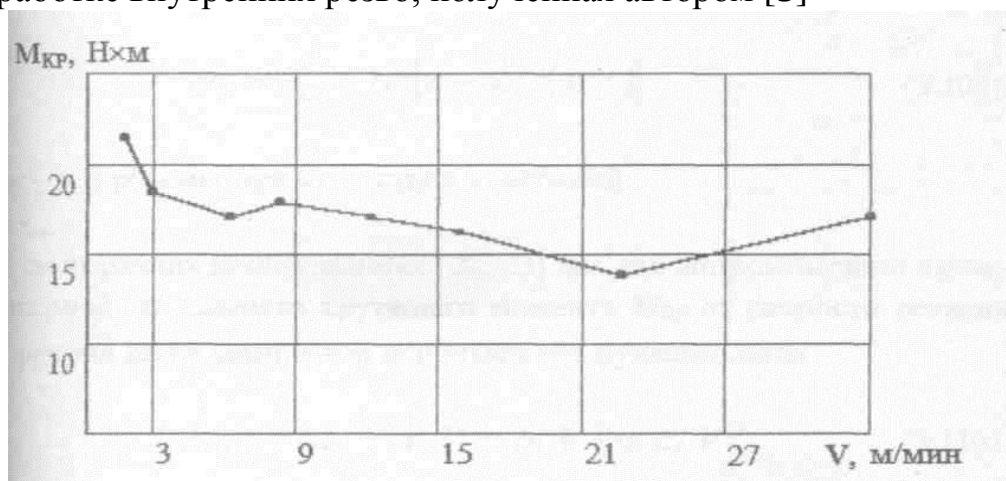


Рисунок 1 - Зависимость крутящего момента от скорости резания М10, обрабатываемый материал ДИ-8, (угол заборного конуса) $\phi_3 = 6^\circ$, (задний угол) $\alpha = 3^\circ$, (передний угол заточки инструмента) $\gamma = 12^\circ$

Как видно из рис. 1, зависимость характеристики силы (момента) для условий обработки внутренних резьб имеет два падающих участка (две точ-

ки перегиба) и данные аппроксимации нельзя считать удачными.

При нахождении аппроксимирующей кривой с точками перегиба удобно пользоваться величиной кривизны k , связанной с производными известным соотношением

$$k = z'' / (1 + z'^2). \quad (8)$$

Можно определить и точки перегиба, в которых кривизна меняет знак. Точки, в которых кривизна имеет нулевой экстремум трудно определить, но достаточно полно отслеживаются участки выпуклости и вогнутости.

Длина кривой определяется как:

$$dl = (1 + z'^2) dx. \quad (9)$$

Таким образом, мы имеем общую длину кривой и кривизну в каждой точке кривой.

При решении задачи построения интерполяционной кривой зависимости по набору экспериментальных точек с заданными координатами, когда еще известны общая длина кривой и кривизна в каждой точке кривой, часто используются функционалы. Воспользуемся такой методикой и используем положительно определенный функционал вида [11]

$$\Phi[z(x)] = \int (a + bk^2) dl, \quad (10)$$

где a, b - коэффициенты, зависящие от текущей длины и кривизны.

Для практических целей их можно считать постоянными.

При такой постановке интерполяционная кривая должна быть такой, чтобы она минимизировала функционал Φ при заданных граничных условиях.

Использование функционала связано с трудностями определения постоянных величин a, b .

Анализ формулы (10) показывает, что эти коэффициенты должны иметь положительный знак.

Если $a = 0$, то решение задачи становится не единственным. Такой вариант нас не устраивает. Следовательно, для единственности решения необходимо, чтобы кроме положительности знака он был достаточно большим.

Анализируем влияние коэффициента b на значение Φ .

Если $b=0$, то функционал Φ превращается в длину кривой. Его минимизация просто осуществляется. Он является интерполяционным многочленом Лагранжа первой степени. Отрезок прямой не может иметь разные наклоны в узлах, и нам не подходит. Отсюда вытекает, что значение b положительно.

Подставим в формулу (10) значения k и l из формул (8) и (9)

$$\Phi = \int (bz''^2 / (1 + z'^2)^{5/2} + a (1 + z'^2)^{1/2}) dx \quad (11)$$

С учетом требования минимальности функции Φ получим

$$\frac{d^2}{dx^2} \frac{2z''}{(1+z'^2)^{5/2}} + \frac{d}{dx} (5z''^2 z' / (1+z'^2)^{7/2} - \frac{az'}{((1+z'^2)^{1/2})}) = 0 \quad (12)$$

Это уравнение Эйлера.

Отличительной особенностью полученного уравнения является то, что оно - дифференциальное уравнение 4-го порядка. Как известно, такие уравнения не имеют решения в элементарных функциях. Необходимо упростить его так, чтобы по возможности имело решение в элементарных функциях.

Для этого проинтегрируем (12) и получим

$$\frac{d}{dx} \frac{2z''}{(1+z'^2)^{5/2}} + (5z''^2 z' / (1+z'^2)^{7/2} - \frac{az'}{((1+z'^2)^{1/2})}) = C_1 \quad (13)$$

где C_1 - постоянная величина.

Из (13) находим значение C_1

$$C_1 = \frac{2z''}{(1+z'^2)^{5/2}} + (5z''^2 z' / (1+z'^2)^{7/2} - \frac{az'}{((1+z'^2)^{1/2})}). \quad (14)$$

Уравнение (14) явно содержит только первую и вторую производные z .

Перепишем (14) в полных производных. Для этого обе части уравнения (14) умножим на z'' и после небольших преобразований получим

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{z''}{(1+z'^2)^{5/2}} - a(1+z'^2)^{1/2} \right) = C_1 \frac{d}{dx} z'. \quad (15)$$

Отсюда получим второй интеграл

$$\frac{z''}{(1+z'^2)^{5/2}} - a(1+z'^2)^{1/2} = C_1 z' + C_2, \quad (16)$$

где C_2 - постоянная величина.

Для удобства перепишем уравнение (16) в виде

$$z'' = \pm \{C_1 z' + C_2 + a(1+z'^2)^{1/2} (1+z'^2)^{3/2}\}^{1/2}. \quad (17)$$

В (17) знак плюс соответствует вогнутым участкам, а знак минус - выпуклым.

Таким образом, получено дифференциальное уравнение второго порядка.

Анализ полученной формулы (17) показывает, что выражение в скобке должно быть неотрицательным и обращаться в нуль в точках перегиба. Эти условия накладывают ограничения на значения C_1 и C_2 .

Это уравнение образует задачу Коши и можно решить известными способами.

Вывод:

1. На основе анализа существующих аппроксимирующих кривых характеристики силы показано, что они не в полной мере отражают реальную картину, особенно для условий обработки внутренних резьб.

2. Предложено новое решение построения аппроксимирующей кривой характеристики силы.

Библиографический список:

1. Стрелков С.И. Введение в теорию колебаний. М., «Наука», 1964, 437 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Малова А.Н. Т.2.М., «Машиностроение», 1972. 568 с.
3. Каширин А.А. Исследование вибраций при резании металлов. М.-Л., АН СССР, 1954. 234 с.
4. Мурашкин Л.С., Мурашкин С.Л. Прикладная нелинейная механика станков. Л., «Машиностроение»(Ленингр.отд-ние).1977. 192 с.
5. Гусейнов Р.В. Интенсификация технологических процессов обработки труднообрабатываемых материалов путем управления динамическими параметрами системы. Автореферат дисс. - докт. техн. наук. Ленинград, 1998. 23 с.
6. Guseynov R.V., Rustamova M.R. Improving the Machining of small Holes./ Russian Engineering Research/.-2013, T.33, №1. P.29-31.
7. Гусейнов Р.В. Теоретическое исследование динамики сверления/Известия СКНЦ ВШ, Новочеркасск, №1, 1991.
8. Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р. Технология нарезания внутренних резьб при наличии радиальных сил//Вестник машиностроения. – 2009.- №5.- С.60-62.
9. Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р. Математическая модель процесса обработки отверстий сверлами на основе нелинейной динамики. Ч.1. Постановка задачи/ Вестник ДГТУ. Технические науки.№3(Том 22). 2011.- С.64-68.
10. Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р. Совершенствование обработки отверстий небольшого диаметра //Вестник машиностроения.- 2012.-№9. -С.50-52.
11. Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р. Исследование процесса обработки отверстий на основе нелинейной динамики//Вестник ДГТУ. Технические науки.- Махачкала.- 2012.-№26.-С.77-80.
12. Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р. Инструментальное обеспечение технологии обработки резьб в жаропрочных и титановых сплавах//Вестник ДГТУ. Технические науки.- Махачкала.- 2013.-№ 1(Том 28).- С.57-62.
13. Гусейнов Р.В. Математическое моделирование процесса обработки отверстий сверлами. Материали за X международна научна практична конференция «Бъдещите изследвания-2014».-Том 43. Математика. София. «Бял ГРАД-БГ» ОДД. С.68-74.
- 14.Калиткин Н.Н., Рубцов А.Н. Ротационно-инвариантный метод интерполяции//Математическое моделирование. Москва, РАН. Том 4 ,№7,1992.- с.107-120.
- 15.Гусейнова М.Р., Гусейнов Р.В.//Обоснование базы данных для исследования динамических процессов при резании// Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Махачкала №35 (4) 2014, С 36-44 стр.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 004.9

Асланов Г.К., Казибеков Р.Б., Мусаева У.А., Тетакаев У.Р.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ РАДИОПЕЛЕНГАТОРОВ ПРИ НЕИСПРАВНОЙ АНТЕННОЙ СИ- СТЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗ ОРТОГОНАЛЬНО РАСПОЛО- ЖЕННЫХ ВИБРАТОРОВ

Aslanov G.K., Kazibecov R.B., Musayeva U.A., Tetakaev U.R.

PROVIDING EFFICIENCY OF AUTOMATIC DIRECTION FINDER IN CASE OF FAULTY ANTENNA SYSTEM WITH THE USE OF PHASES OF ORTHOGONAL VIBRATOR

Показана возможность обеспечения работоспособности квазидоплеровского широкодиапазонного автоматического радиопеленгатора при выходе из строя нескольких вибраторов антенной системы, за счет использования фазовых соотношений с исправных ортогонально расположенных вибраторах антенной системы.

Ключевые слова: автоматический радиопеленгатор, антенная система, вибратор, неисправность, разность фаз.

The possibility of providing a wide-range performance kvazidoplerovskogo automatic direction finder at failure of several vibrators antenna system through the use of phase relationships with serviceable.

Key words: automatic direction finder, array system, vibrator, failure, phase difference.

Выход из строя вибраторов антенной системы приводит к выходу из строя всего автоматического радиопеленгатора (АРП). Поэтому, для обеспечения бесперебойной работы радиопеленгатора, в случаях выхода из строя вибраторов антенной системы (АС), в аэропортах устанавливают по два комплекта АРП-75 стоимостью 5 миллионов рублей и выше каждая (при выходе из строя одного, включается второй).

Специалистами ОАО НИИ «Сапфир» предложено вместо информации неисправного вибратора использовать переработанную информацию с вибратора, расположенного противоположно неисправному.

При этом, при выходе из строя любых двух противоположно расположенных вибраторов, АРП становится неработоспособной.

В [1, 2] предлагаются алгоритмы, позволяющие обеспечить работоспособность АРП при наличии любых, не менее трех из шестнадцати, исправных вибраторов антенной системы. Эти алгоритмы работоспособны в диапазоне частот 100-150 МГц и не обеспечивает работоспособность в ДМВ диапазоне из-за возникновения фазовой неоднозначности.

Антенная система доплеровского АРП представляет собой вибратор A , вращающийся с угловой скоростью Ω по окружности радиусом R .

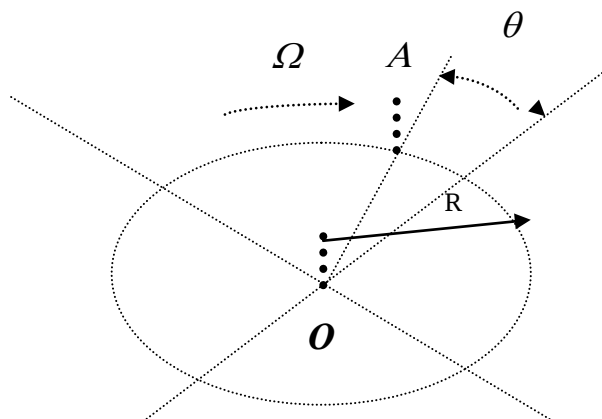


Рисунок 1 - К принципу работы доплеровских АРП

Текущая фаза принятого сигнала в доплеровском АРП, описывается выражением (1):

$$\varphi = \frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta \cos (\Omega t - \theta), \quad (1)$$

где λ – длина волны пеленгуемого сигнала.

β - угол места на источник излучения;

θ - пеленг на источник излучения;

λ - длина волны пеленгуемого сигнала;

Ω - угловая скорость вращения вибратора антенны.

В настоящее время вместо механического сканирования используют электрическое переключение вибраторов кольцевой антенной решетки, создавая эффект вращения одного вибратора. По аналогии с доплеровскими АРП, данные радиопеленгаторы получили название квазидоплеровских.

В квазидоплеровских АРП фаза сигнала, принятого i -м кольцевым вибратором, измеренная относительно фазы центрального вибратора, определяется следующим выражением:

$$\varphi_i = \frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta \cos \left(\frac{2\pi(i-1)}{N} - \theta \right), \quad (2)$$

где N - количество элементов (вибраторов) АС

i - номер кольцевого вибратора АС причем, вибратор направленный на север имеет №1.

При этом девиация фазы составляет:

$$\psi = \frac{2 \pi R}{\lambda} \cos \beta$$

При $\beta = 0$, девиация фазы будет максимальной.

Фазовая неоднозначность возникает в связи с тем, что фазовая характеристика, для квазидоплеровских АРП имеет вид ступенчатой синусоиды, при этом, рабочий диапазон фазового детектора равен $(-\pi \dots +\pi)$ или $(0 \dots +2\pi)$. Так как у современных аэродромных автоматических радиопеленгаторов диапазон рабочих частот находится в пределах 100-150; 220-400 МГц, при числе элементов антенной решетки равно 16, радиусе антенной системы равно 1,6 м, при угле места равно нулю ($\beta = 0$) максимальное значение выражения (2) равно 768° . То есть, возникает двухкратная неоднозначность.

На рисунке 2 приведен пример возникновения фазовой неоднозначности для 16 вибраторной антенной системы с радиусом 1,6 метра, пеленгующего сигнал на частоте 400 МГц с азимута, равно 90°, при использовании фазового детектора с линейной характеристикой в диапазоне $0 \div 360^\circ$, при угле места равно нулю.

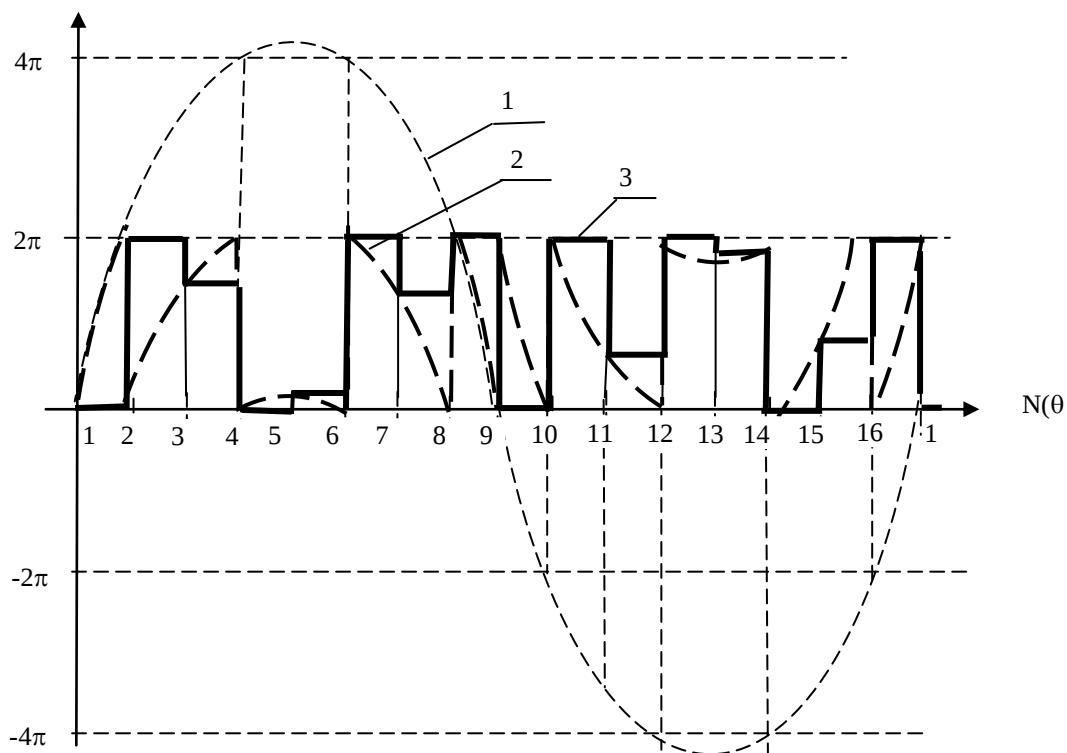


Рисунок 2 - К работе фазового детектора АРП

Кривая 1 соответствует действительному изменению разностей фаз между кольцевым и центральным вибраторами антенной системы при непрерывном вращении вибратора (девиация фазы $4,27\pi$).

Кривая 2 соответствует возникновению фазовой неоднозначности на выходе фазового детектора при непрерывном вращении антенны. Ступенча-

тая кривая 3 соответствует возникновению фазовой неоднозначности при дискретном переключении вибраторов.

Обычно, в АРП используются фазовые детекторы с прямолинейной характеристикой в диапазоне $(0...+2\pi)$. При этом, математически, процесс возникновения неоднозначности может быть описан следующим выражением:

$$\begin{cases} \varphi_k^- = \left\{ \frac{\varphi_k}{2\pi} \right\} & \text{при } \varphi_k > 0 \\ \varphi_k^- = 2\pi - \left\{ \frac{|\varphi_k|}{2\pi} \right\} & \text{при } \varphi_k < 0 \end{cases} \quad k=1, \dots, N \quad (3)$$

где: φ_k - действительная разность фаз между кольцевым и центральным вибраторами АС;

φ_k^- - разность фаз между кольцевым и центральным вибраторами АС с учетом неоднозначности.

В связи с изложенным, вместо действительных значений φ_k , имеем значения фазы с неоднозначностью φ_k^- .

Значения φ_k и φ_k^- связаны зависимостью (n -целое):

$$\bar{\varphi}_k = \varphi_k - 2\pi n, \text{ если } (2n-1)\pi < \varphi_k < (2n+1)\pi \quad (4)$$

для фазового детектора с рабочим диапазоном $(-\pi, \pi)$ и зависимостью:

$$\bar{\varphi}_k = \varphi_k - 2\pi n, \text{ если } 2\pi n < \varphi_k < 2(n+1)\pi \quad (5)$$

для фазового детектора с рабочим диапазоном $(0, 2\pi)$.

Сказанное проясняется рисунком 3. Здесь, фазовый детектор для второго вибратора вместо разности фаз φ_{2-} выдаст значение φ_2^- , вместо φ_{15} - значение φ_{15} , вместо $-\varphi_{11}$ значение $+\varphi_{11}$, а вместо $-\varphi_{12}$ выдаст $+\varphi_{12}$.

Для восстановления значений фаз φ_k необходимо произвести операцию

$$[\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N] = [\bar{\varphi}_1, \bar{\varphi}_2, \dots, \bar{\varphi}_N] + 2\pi[n_1, n_2, \dots, n_N], \quad (6)$$

где $[\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N]$ - вектор действительных значений фаз, $[\bar{\varphi}_1, \bar{\varphi}_2, \dots, \bar{\varphi}_N]$ - вектор значений фаз, сформированных фазовым детектором;

$[n_1, n_2, \dots, n_N]$ - неизвестный вектор дополнений.

Задача разрешения неоднозначности сводится к нахождению вектора дополнений.

Элементы вектора дополнений имеют целочисленные значения и максимальные их абсолютные значения зависят от максимальной девиации фазы. Например, для $\psi = 4,2\pi$ составляющие вектора дополнений будут принимать значения из ряда $(-2; -1; 0; 1; 2)$.

Число возможных комбинаций значений вектора дополнений ограничено зависимостью, которой связаны его составляющие.

В общем случае он будет состоять из чередующегося ряда чисел, обра-

зующих симметричную ступенчатую функцию.

Предлагаемый метод разрешения неоднозначности основан на переборе всех возможных значений $[n_1, n_2, \dots, n_N]$.

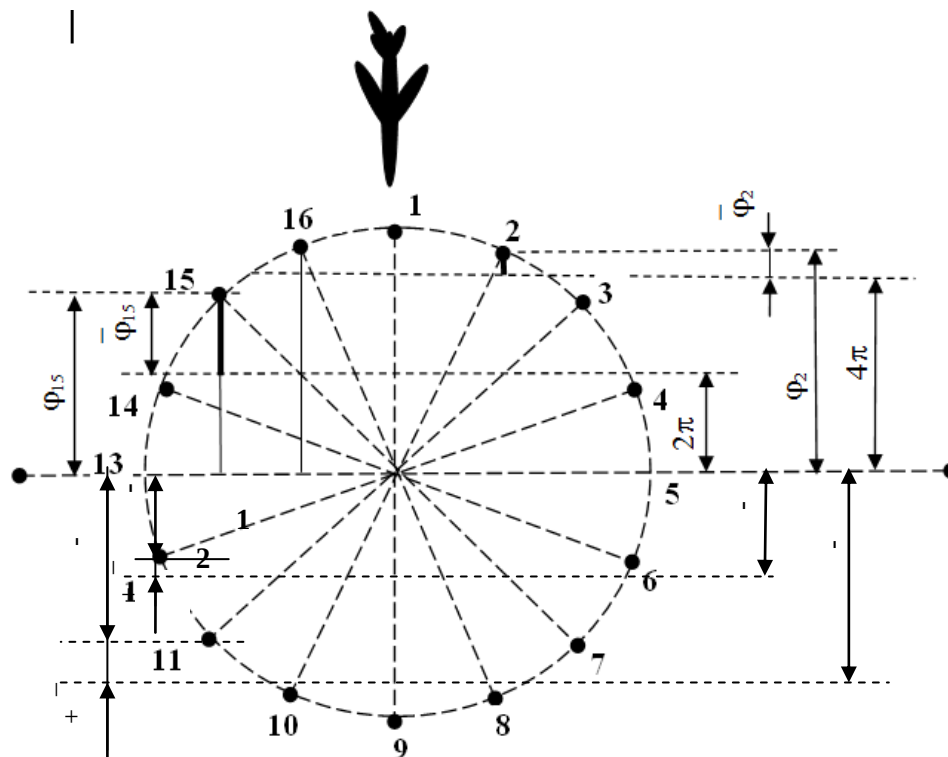


Рисунок 3 - Возникновение фазовой неоднозначности в кольцевой антенной решетке АРП

При этом в каждом из вариантов перебора по (6) находится вектор действительных значений фаз $[\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N]$, который проверялся на соответствие функциональной зависимости (1) по определенному критерию.

Путем смещения индексации элементов вектора дополнений и перебора различных ступенчатых структур обнаруживаются значения, которые обеспечивают восстановление по выражению (6). Всего для разрешения неоднозначности в памяти процессора необходимо хранить $M=m \cdot N$ вариантов векторов дополнений, где m – число различных возможных ступенчатых структур.

Если имеется M вариантов значений вектора дополнений, то имеем матрицу размером $N \cdot M$

$$D = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1N} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{M1} & n_{M2} & \dots & n_{MN} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Соответственно, получим матрицу фаз размера

$$\varphi = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \cdot & \varphi_{1N} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \cdot & \varphi_{2N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \varphi_{M1} & \varphi_{M2} & \cdot & \varphi_{MN} \end{bmatrix} \quad (8)$$

где элементы матрицы формируются по принципу

$$\varphi_{lk} = \overline{\varphi}_k + n_{lk}2\pi, \quad l = 1, 2 \dots M, \quad k = 1, 2 \dots N \quad (9)$$

Из (2) следует, что для N , кратных четырем (что имеет место на практике),

$$\varphi_{k+\frac{N}{4}} = \frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta \sin \left(\frac{2\pi(k-1)}{N} - \theta \right). \quad (10)$$

Принцип предлагаемого разрешения фазовой неоднозначности по значениям фаз на ортогональных вибраторах антенной системы заключается в том, что сумма квадратов фаз для любых двух ортогонально расположенных вибраторов (в которых разрешена фазовая неоднозначность) равна ψ^2 , т.е

$$\varphi_k^2 + \varphi_{k+\frac{N}{4}}^2 = \left(\frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta \right)^2 = \psi^2 \quad (11)$$

Реально равенство (11) не будет строгим из-за наличия шумов и фазовой неидентичности вибраторов кольцевой антенной решетки.

Тогда справедливо:

$$\varphi_k^2 + \varphi_{k+\frac{N}{4}}^2 = \psi_k^2, \quad \psi_k^2 = (\psi + \sigma_k)^2 \quad (12)$$

где σ_k – ошибка измерения, не превышающая наперед заданной величины.

Для расчета могут быть использованы любые две ортогонально расположенных вибратора антенной системы, причем номер k -го ортогонального i -му вибратору находится по выражению:

$$k = \left\{ \frac{i+N/4}{N} \right\} N \quad (13)$$

при этом, если $k=0$, то принимается значение $k=N$.

В идеальном случае, когда фазовые неидентичности вибраторов равны нулю и отсутствуют помехи, то для двух пар ортогонально расположенных вибраторов отношение значений ψ^2

$$\frac{\varphi_i^2 + \varphi_{i+\frac{N}{4}}^2}{\varphi_j^2 + \varphi_{j+\frac{N}{4}}^2} = \frac{(\psi \pm \delta_i)^2}{(\psi \pm \delta_j)^2} \quad (14)$$

должно быть равно 1. На практике из-за наличия помех это отношение не равно 1. Выражение (15)

$$\left| \frac{\psi^2 \pm \delta_i}{\psi^2 \pm \delta_i} - 1 \right| \leq U_0 \quad (15)$$

может быть использовано для оценки качества операции восстановления значений фаз вибраторов антенной системы.

Истинным значениям фаз будут соответствовать те значения из матрицы (8), для которых U_0 является минимальным.

Значение пеленга может быть найдено по восстановленным значениям фаз сигналов с вибраторов антенной системы по методу наименьших квадратов [3].

Для повышения точности пеленгования необходимо увеличить массив разностей фаз за счет использования информации со всех ортогонально расположенных исправных вибраторов, предварительно разрешив в них фазовую неоднозначность.

Это может быть сделано путем вычисления расчетных значений фаз вибраторов по выражению (2). После чего, взять кратные 2π значения с расчетных значений фаз и добавить к ним $\overline{\varphi_k}$.

Сказанное можно математически записать следующим образом:

$$\varphi_k = \left[\frac{\frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta \cos \left(\frac{2\pi(i-1)}{N} \right) - \theta}{2\pi} \right] 2\pi + \overline{\varphi_k} \quad (16)$$

Таким образом, показана возможность обеспечения работоспособности широкодиапазонного АРП при нескольких неисправных вибраторах антенной системы.

Библиографический список:

1. Асланов Т.Г., Казибеков Р.Б., Тетакаев У.Р. Об одном методе обеспечения работоспособности фазовых автоматических радиопеленгаторов при неисправных вибраторах антенной решетки. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь, наука, инновации».г. Грозный, 10-12 ноября 2013.
2. Казибеков Р.Б. Обеспечение работоспособности фазовых автоматических радиопеленгаторов при неисправных вибраторах кольцевой антенной решетки. Электронный журнал «Молодежный научно-технический вестник», Эл No. ФС77-51038. <http://sntbul.bmstu.ru/doc/640424.html>.
3. Проектирование фазовых автоматических радиопеленгаторов. Саидов А.С., Тагилаев А.Р., Алиев Н.М., Асланов Г.К. – М.: Радио и связь, 1995 г.

УДК 681.382

Исмаилов Т.А., Евдулов Д.В., Евдулов О.В.

СИСТЕМЫ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ РЭА НА БАЗЕ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Ismailov T.A., Evdulov D.V., Evdulov O.V.

SYSTEM EXHAUST HEAT FROM ELEMENTS OF CEA ON THE BASIS OF PRAVASIS THERMAL BATTERIES

Рассмотрены конструкции систем отвода теплоты от элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений. Описаны их области применения, а также преимущества перед существующими аналогами, заключающиеся в более надежной работе и снижении ограничений по паузе в работе радиоэлектронного прибора.

Ключевые слова: *температурный режим, система отвода теплоты, тепловой аккумулятор, теплообмен, плавление, затвердевание.*

Considered design systems exhaust heat from the elements REA mode intermittent heat. Describes their applications and advantages over existing analogs of being more reliable performance and lower limits on the pause in the work of the electronic device.

Key words: *temperature, exhaust system heat, heat storage, heat transfer, melting, solidification.*

Для поглощения теплоты, выделяющейся при повторно-кратковременных включениях радиоэлектронной аппаратуры, в настоящее время все большее распространение получает метод, основанный на использовании обратимых процессов, которые сопровождаются значительными эндотермическими эффектами при фазовых или химических превращениях рабочих веществ – тепловых аккумуляторов. Для этих целей применяются процессы испарения, плавления, сублимации, а также химические реакции, протекающие с поглощением теплоты [1]. Однако почти все эти процессы для рассматриваемых режимов работы радиоэлектронных приборов обладают существенными недостатками, делающими их непригодными в устройствах отвода теплоты от циклически работающей аппаратуры. К их недостаткам относятся сложность конструкции и эксплуатации, большая масса и габариты теплообменных устройств. Так, например, испарительная система охлаждения с замкнутым контуром требует создания испарителей, конденсаторов для обеспечения циркуляции теплоносителя или, при необратимом процессе испарения, больших запасов рабочего вещества. Аналогичные трудности возникают при создании теплообменных устройств с примени-

ем обратимых процессов сублимации, а также обратимых химических реакций. При этом, чем меньше величина рассеиваемой мощности, тем большую долю по массе и объему занимает система теплоотвода.

Одним из эффективных средств отвода тепла является применение в устройствах для охлаждения и термостабилизации РЭА плавящихся тепловых аккумуляторов, обладающих относительно большой теплотой фазовых превращений и позволяющих многократно их использовать при воздействии «пиковых» тепловых нагрузок [2, 3]. К наиболее распространенному типу таких конструкций относятся конструкции, у которых охлаждаемые электрорадиоэлементы располагаются вне объема с рабочим плавящимся веществом на плоской поверхности разделяющей герметичной оболочки и имеют с ней хороший тепловой контакт [4]. При этом как наружная, так и внутренняя поверхности герметичной оболочки могут иметь оребрение для интенсификации теплообмена соответственно с рабочим веществом и окружающей средой. При эксплуатации РЭА основная часть рассеиваемого ею тепла поглощается за счет скрытой теплоты плавления рабочего агента. После окончания работы аппаратуры происходит остывание аккумулятора и его затвердевание вследствие теплообмена с окружающей средой. Непременным условием нормального функционирования указанной конструкции является превалирование длительности перерыва между включениями аппаратуры над временем работы РЭА в «пиковом» режиме.

В лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет» разработан ряд систем, позволяющих использовать принцип отвода теплоты с плавящимися тепловыми аккумуляторами при незначительных промежутках времени в перерывах работы циклически работающей аппаратуры.

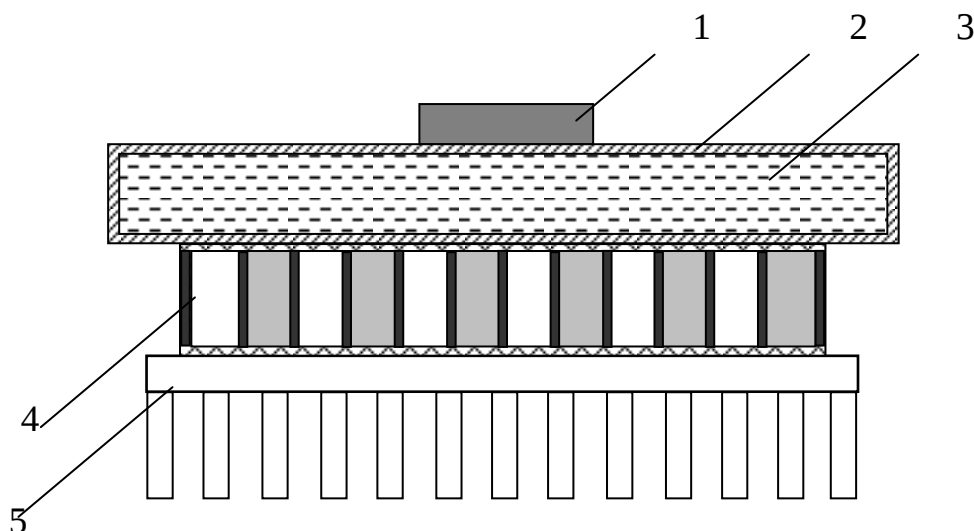


Рисунок 1 - Система отвода теплоты от элементов РЭА с повторно-кратковременными тепловыделениями

Конструкция первого конструктивного варианта показана на рис.1.

Устройство состоит из тонкостенной металлической емкости 2, заполненной рабочим веществом 3, на которую устанавливаются с обеспечением хорошего теплового контакта тепловыделяющие элементы РЭА 1. К противоположной стороне металлической емкости припаяна своим холодным спаем термоэлектрическая батарея (ТЭБ) 4, снабженная для съема тепла с горячего спаи воздушным радиатором.

Остывание и затвердевание рабочего вещества при таком конструктивном исполнении в «паузе» работы РЭА осуществляется за счет отвода тепла ТЭБ. Уменьшение времени затвердевания рабочего вещества достигается путем увеличения интенсивности теплоотвода.

Важной особенностью предложенного устройства является возможность применения его в случаях меняющегося значения длительности «паузы» в работе РЭА. В этом случае изменения скорости затвердевания рабочего вещества можно добиться изменением величины тока, питающего ТЭБ. При этом имеет смысл рассчитывать батарею не на предельную, наиболее «тяжелую» скорость охлаждения, а на какую-то среднюю, при которой среднее потребление мощности по времени работы при различных температурах будет минимальным. Пиковая, наиболее тяжелая нагрузка может компенсироваться увеличением тока и переходом к режиму максимальной холодопроизводительности.

При этом в качестве тепловых аккумуляторов могут быть использованы некоторые кристаллогидраты, парафин, воск, лауриновая, пальмитиновая, элаидиновая кислоты и др., обладающие высокими эксплуатационными и технологическими характеристиками.

Для увеличения интенсивности охлаждения элемента РЭА разработана конструкция, приведенная на рис.2. Прибор содержит ТЭБ 1, состоящую из расположенных в середине низких ветвей 2 и расположенных по краям высоких ветвей 3, тепловыделяющие спаи которых расположены на одном уровне и примыкают к теплообменнику 4, а теплопоглощающие спаи расположены на двух уровнях. В середине ТЭБ 1 образовано углубление, в которое помещена тонкостенная металлическая емкость 5, заполненная рабочим веществом 6, температура плавления которого совпадает с температурой термостабилизации элемента РЭА 7. Элемент РЭА 7 помещен в камеру 8, размещенную на подставке 9 в тонкостенной металлической емкости 5, и находящуюся в непосредственном тепловом контакте с рабочим веществом 6. В объеме тонкостенной металлической емкости 5 с рабочим веществом 6 размещены два датчика температуры 10 и 11. Они электрически связаны с входом устройства управления 12, выход которого электрически связан с ТЭБ 1. Электрическая связь устройства управления 12 с ТЭБ 1 осуществляется таким образом, чтобы имела возможность последовательного подключения или отключения ее низких 2 и высоких ветвей 3. Для снижения до минимума влияния колебаний температуры окружающей среды применяется теплоизоляция 13.

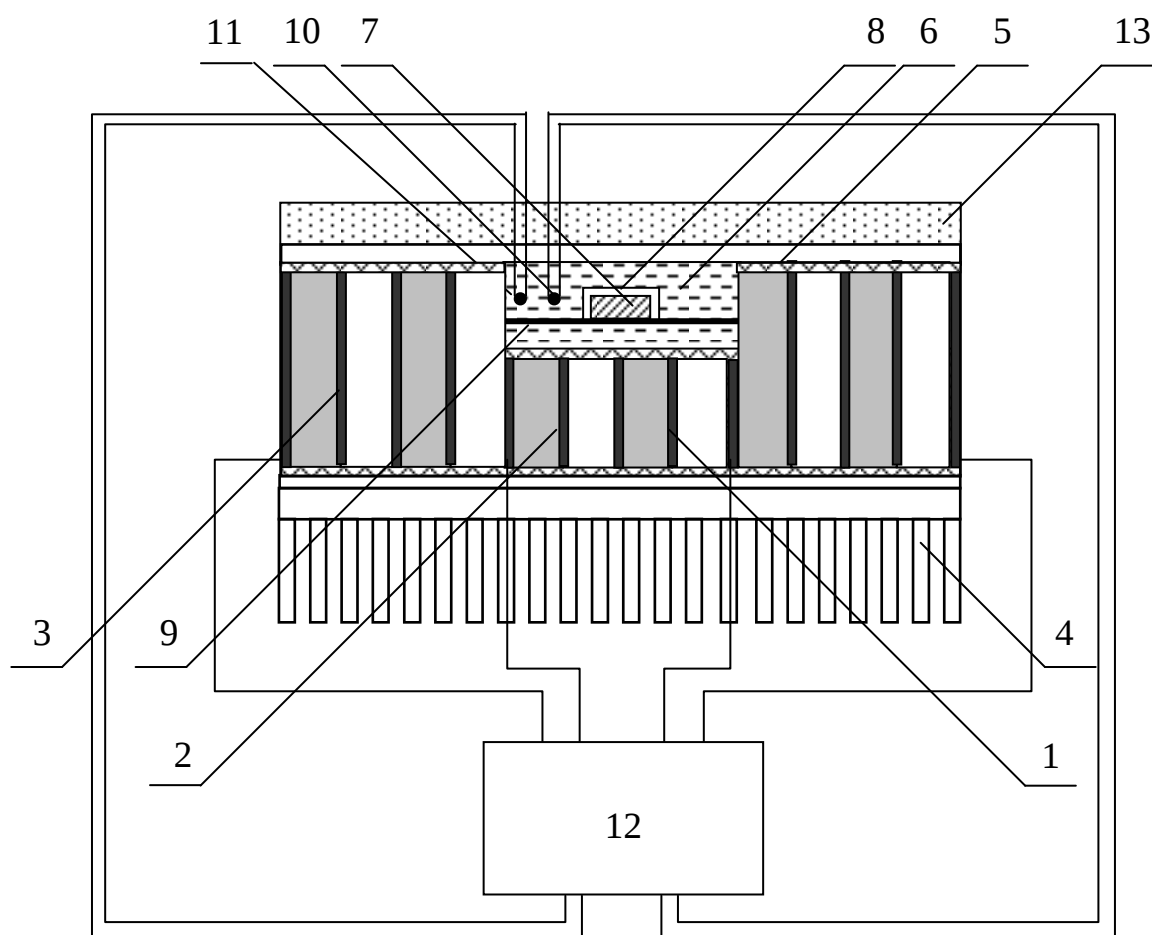


Рисунок 2 - Система отвода теплоты от элементов РЭА, выполненная на базе ТЭБ с разной высотой ветвей

Тепло, поступающее от элемента РЭА 7, находящегося в камере 8, размещенной на подставке 9 передается через поверхность соприкосновения рабочему веществу 6. Происходит прогрев рабочего вещества 6 до температуры плавления и процесс плавления, связанный с появлением жидкой фазы рабочего вещества 6 и ее перемещением в направлении от поверхности камеры 8 к стенкам тонкостенной металлической емкости 5. При плавлении рабочего вещества 6 температура тонкостенной металлической емкости 5 и соответственно температура элемента РЭА 7 будет поддерживаться при постоянном значении, равном температуре плавления рабочего вещества 6.

До тех пор, пока жидкая фаза расплавленного рабочего вещества 6 не переместится до места расположения первого датчика температуры 10, ТЭБ 1 не питается электрической энергией и не отводит тепло. При проплавлении рабочего вещества 6 до места расположения первого датчика температуры 10, с последнего передается электрический сигнал на устройство управления 12, которое начинает осуществлять питание электрической энергией части ТЭБ 1, состоящей из низких ветвей 2. Часть ТЭБ 1, состоящая из низких вет-

вей, начинает интенсивно отводить тепло от тонкостенной металлической емкости 5 с рабочим веществом 6. При дальнейшем увеличении мощности рассеяния тепла элементом РЭА 7 и соответственно при достижении жидкой фазы расплавленного рабочего вещества 6 второго датчика температуры 11, в соответствии с поступившим с него электрическим сигналом устройство управления 12 подключает к питанию электрической энергией дополнительно к низким ветвям 2 высокие ветви 3 ТЭБ 1. При этом отвод тепла от тонкостенной металлической емкости 5 с рабочим веществом 6 будет осуществляться уже всей ТЭБ 1. При уменьшении уровня тепловыделений элемента РЭА 7 за счет отвода тепла ТЭБ 1 жидкая фаза рабочего вещества 6 будет перемещаться в обратном направлении (от стенки тонкостенной металлической емкости 5 и камере 8). При этом устройство управления 12 в зависимости от электрических сигналов с датчиков температуры 10 и 11, до которых переместилась твердая фаза рабочего вещества 2, будет последовательно отключать соответственно высокие ветви 3 и низкие ветви 2 ТЭБ 1. Последовательное подключение и отключение низких ветвей 2 и высоких ветвей 3 ТЭБ 1 к процессу теплоотвода от тонкостенной металлической емкости 5 с рабочим веществом 6 при изменении уровня тепловыделений элемента РЭА 7 будет способствовать повышению экономичности устройства.

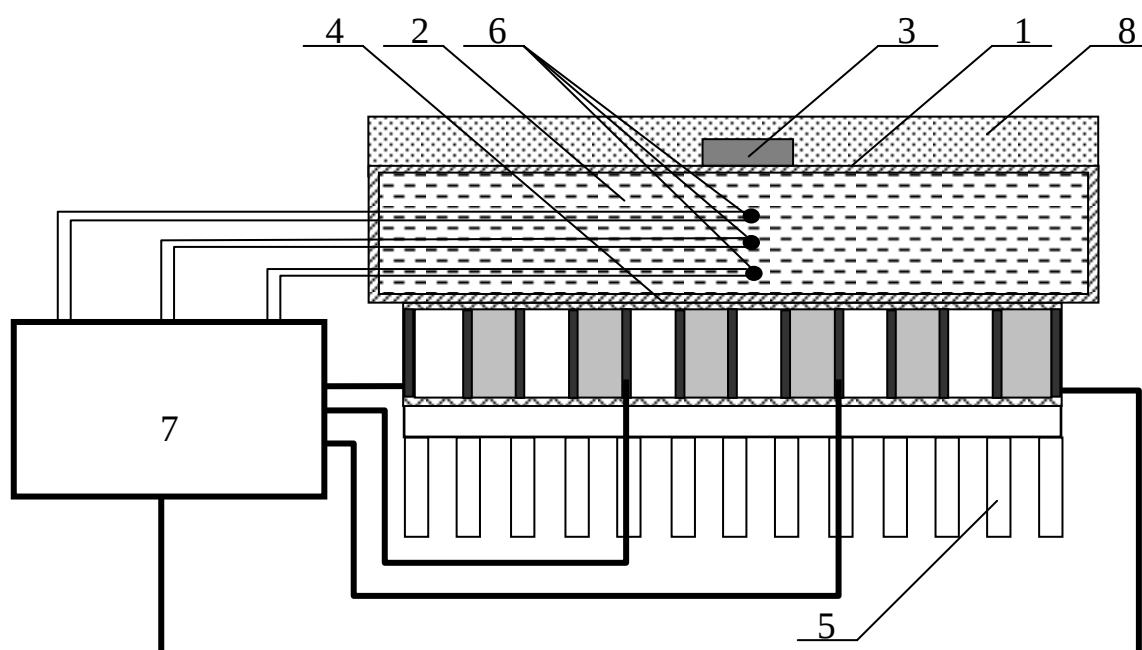


Рисунок 3 - Система отвода теплоты от элементов РЭА, выполненная на базе ТЭБ с ее разбиением на секции ТЭ

На рис.3 изображена система, реализующая схожий с описанным выше принципом отвод теплоты от элементов РЭА. В ней ТЭБ 4, приводимая в тепловой контакт с емкостью с рабочим веществом, состоит из нескольких последовательно соединенных секций термоэлементов (ТЭ). В объеме емкости с рабочим веществом размещены датчики температуры 6, число которых

равно числу секций ТЭ в ТЭБ 4. Датчики температуры электрически связаны с входом устройства управления 7, выход которого электрически связан с ТЭБ 4. Электрическая связь устройства управления 7 с ТЭБ 4 осуществляется таким образом, чтобы имелаась возможность последовательного подключения или отключения каждой из секции ТЭ.

До тех пор, пока жидкая фаза расплавленного рабочего вещества 2 не переместится до места расположения первого датчика температуры 6, ТЭБ 4 не питается электрической энергией и не отводит тепло. При проплавлении рабочего вещества 2 до места расположения первого датчика температуры 6, с последнего передается электрический сигнал на устройство управления 7, которое начинает осуществлять питание электрической энергией крайней секции ТЭ в ТЭБ 4. Часть ТЭБ 4, состоящая из ТЭ крайней секции, начинает интенсивно отводить тепло от тонкостенной металлической емкости 1. При дальнейшем увеличении мощности рассеяния тепла элементом РЭА 3 и соответственно при достижении жидкой фазы расплавленного рабочего вещества 2 второго датчика температуры 6, в соответствии с поступившим с него электрическим сигналом устройство управления 7 начинает осуществлять питание электрической энергией крайней и расположенной рядом с ней секций ТЭ. При этом отвод тепла от тонкостенной металлической емкости 1 будет осуществляться уже двумя секциями ТЭБ 4. При еще большем увеличении мощности рассеяния тепла элементом РЭА 3 посредством датчиков температуры 6 и устройства управления 7 к процессу теплоотвода будут подключаться последовательно следующие секции ТЭ.

Процесс последовательного подключения секций ТЭ и, следовательно, увеличения уровня теплоотвода от тонкостенной металлической емкости 1 будет осуществляться до тех пор, пока граница раздела жидкой и твердой фазы рабочего вещества 2 не стабилизируется на определенном уровне.

При уменьшении уровня тепловыделений элемента РЭА 3 за счет отвода тепла ТЭБ 4 жидкая фаза рабочего вещества 2 будет перемещаться в обратном направлении (в направлении размещения элемента РЭА 3). При этом устройство управления 7 в зависимости от электрических сигналов с датчиков температуры 6, до которых переместилась твердая фаза рабочего вещества 2, будет последовательно отключать секции ТЭ. Процесс отключения секций будет происходить до тех пор, пока граница раздела жидкой и твердой фазы рабочего вещества 2 не стабилизируется на определенном уровне.

Вывод. Рассмотренные в работе конструкции теплоотводящих систем могут быть с успехом использованы для обеспечения требуемых температурных режимов работы РЭА, работающей в режиме повторно-кратковременных тепловых нагрузок, и представляют возможность для повышения ее надежностных и эксплуатационных характеристик.

Библиографический список:

1. Дульнев Г.И. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высшая школа, 1984.

2. Алексеев В.А., Чукин В.Ф., Митрошкина М.В.. Математическое моделирование тепловых режимов аппаратуры на ранних этапах ее разработки. – М.: Информатика-Машиностроение, 1998.
3. Алексеев В.А. Охлаждение радиоэлектронной аппаратуры с использованием плавящихся веществ. М.: Энергия, 1975.
4. Алексеев В.А., Чукин В.Ф., Шишанов А.В. Прогнозирование теплового режима бортовой радиоэлектронной аппаратуры // Системотехника, 2004. №2.
5. Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Евдулов Д.В., Рамазанова Д.К.// Исследование процессов теплообмена в системе охлаждения элементов РЭА, выполненной на основе плавящихся тепловых аккумуляторов с дополнительным жидкостным теплоотводом // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Махачкала №33 (2) 2014, С 13-20 стр.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 681.5

Абдуллаева З.М., Асланов Г.К., Яхьяев М.Л.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДНА НА МЕЛКОВОДЬЕ

Abdullaeva Z.M., Aslanov G.K., Yakhyayev M.L.

THE SIMULATION RESULTS OF THE BOAT IN SHALLOW WATER

Рассматриваются вопросы движения судна на мелководье с постоянной и переменной глубиной. Получены уравнения динамики судна, позволяющие учитывать влияние мелководья на динамику судна путем подстановки в коэффициенты при уравнениях движения судна на глубокой воде отношения осадки судна к глубине акватории. Разработана математическая модель движения судна по заданной кривой траектории на мелководье при переменной глубине.

Ключевые слова: *гидродинамические коэффициенты, уравнения гидродинамики судна, мелководье, моделирование.*

The questions are considered of the movement vessel in shallow with constant and variable depth. The equations of dynamics vessel are obtained, permitting to allow the impact on the dynamics of shallow vessel by substituting the coefficients of the equations of motion the vessel in deep water relations draft of the vessel to the depth of the waters. The mathematical model has been developed of the vessel on a given curve trajectory in shallow at variable depth.

Key words: *hydrodynamic coefficients, equations of hydrodynamic of the vessel, shallow, modeling.*

Одним из путей повышения эффективности работы морского флота является обеспечение безопасного плавания средне и крупнотоннажных судов на мелководье, что приводит к ужесточению требований по обеспечению безопасности плавания.

При плавании на мелководье приходится учитывать соотношение между глубиной и осадкой, так как на мелководье возникают силы гидродинамического взаимодействия корпуса судна и грунта, существенно влияющие на поведение судна.

Моделирование движения судна на мелководье является актуальной задачей. Сравнительный анализ математических моделей движения судна на

мелкой и глубокой воде разных авторов показал, что нет единой модели описывающей движения судна на глубокой воде.

В качестве модели движения судна на глубокой воде возьмем систему безразмерных дифференциальных уравнений для малых отклонений судна от криволинейной траектории в связанной с судном системе координат согласно [1].

$$\begin{aligned} m_{22}\dot{\beta} + \bar{n}_y^\beta \beta - \bar{n}_y^\omega \omega + n\beta\omega \operatorname{sign}(\beta, \omega) &= n_y^\delta \delta \\ m_{66}\dot{\omega} - \bar{m}_y^\beta \beta - \bar{m}_y^\omega \omega - m\beta\omega \operatorname{sign}(\beta, \omega) &= n_y^\delta \delta \bar{l}_p \\ \left(\frac{\dot{\bar{V}}}{\bar{V}} \right) + \beta \left(\frac{m_{22}}{m_{11}} \omega - \dot{\beta} \right) &= \frac{1}{m_{11}} (n_p - n_x) \end{aligned} \quad (1)$$

где $\bar{V}$ - линейная (приведенная) скорость судна $\bar{V} = \frac{V}{V_0}$; V - текущее значение линейной скорости судна; V_0 - начальное значение линейной скорости судна; β - угол дрейфа; $\bar{\omega}$ - безразмерная угловая скорость судна $\bar{\omega} = \frac{\Omega L}{V_0}$; L - длина судна между перпендикулярами; Ω - угловая скорость судна; m_{11} , m_{22} , m_{66} - безразмерные гидродинамические коэффициенты;

τ - безразмерное время $\tau = \frac{V_0}{L}$; n_x - безразмерный коэффициент сопротивления движению судна; n_p - безразмерный коэффициент тяги движителей; $m_y^\omega, n_y^\beta, n_y^\omega, m_y^\beta$ - гидродинамические коэффициенты корпуса судна, причем; m_y^ω - гидродинамический коэффициент вращательной производной горизонтального момента; n_y^β - гидродинамический коэффициент позиционной производной поперечной силы; n_y^ω - гидродинамический коэффициент вращательной производной поперечной силы; m_y^β - гидродинамический коэффициент позиционной производной горизонтального момента. n_y^ω, m_y^β характеризуют линейные компоненты зависимости поперечной силы и горизонтального момента на корпусе от угловой скорости и называются вращательными производными.

По аналогии с ними значения n_y^β, m_y^β называются позиционными производными.

n_y^δ - коэффициент, характеризующий эффективность установленных на судне средств управления; δ - угол перекадки руля, выраженный в радианах и от считываемый от диаметральной плоскости судна, причем перекадка руля на правый борт соответствует $\delta > 0$ а на левый борт значению $\delta < 0$; $\bar{l}_p$ - приведенное отстояние баллера руля от центра тяжести судна (безразмерное плечо руля); n, m - коэффициенты нелинейности поперечной силы и

момента.

Обычно исследователя интересуют размерные уравнения. После приведения указанных уравнений к размерному виду получены уравнения:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\beta}{dt} &= \frac{V_0 \sigma \rho W}{2C_\epsilon B(\rho W + \lambda_{22})} \times (n_y^\delta \delta - \beta(n_y^\beta) + \\ &+ n_y^\delta \chi_\beta \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p} - 1}{1 + \sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] + \sum_\epsilon n_{y\epsilon}^\beta \chi_{\beta\epsilon} \Bigg) + \\ &+ \Omega \frac{L}{V_0} \left(-n_y^\omega - n_y^\delta \frac{l_p}{L} \chi_\omega \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p} - 1}{1 + \sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] + \sum_\epsilon n_{y\epsilon}^\beta \chi_{\omega\epsilon} \frac{l_\epsilon}{L} \right) \\ &+ 2 \frac{C_\epsilon B}{\sigma L} \left(\frac{\rho W + \lambda_{11}}{\rho W} \right) - n\beta\Omega \frac{L}{V_0} \operatorname{sign} \left(\beta, \Omega \frac{L}{V_0} \right) \Bigg) \\ \\ \frac{d\Omega}{dt} &= \frac{V_0^2 \sigma \rho W \rho_z^2}{2C_\epsilon B L \rho_z^{-2} (\rho W \rho_z^2 + \lambda_{66})} (n_y^\delta \delta l_p + \beta(m_y^\beta - \\ &- n_y^\delta \frac{l_p}{L} \chi_\beta \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p} - 1}{1 + \sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] - \sum_\epsilon n_{y\epsilon}^\beta \chi_{\beta\epsilon} \frac{l_\epsilon}{L} \Bigg) + \\ &+ \Omega \frac{L}{V_0} \left(m_y^\omega - n_y^\delta \left(\frac{l_p}{L} \right)^2 \chi_\omega \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p} - 1}{1 + \sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] - \sum_\epsilon n_{y\epsilon}^\beta \chi_{\omega\epsilon} \left(\frac{l_\epsilon}{L} \right)^2 \right) + \\ &+ m\beta\Omega \frac{L}{V_0} \operatorname{sign} \left(\beta, \Omega \frac{L}{V_0} \right) \\ \\ \frac{dV}{dt} &= \frac{V V_0}{L} \left[\frac{\sigma \rho W L}{2C_\epsilon B(\rho W + \lambda_{11})} \times \left(n_{x0} \left(\frac{V}{V_0} \right)^3 - n_{x0} + 0.3 \frac{D_B^2}{\sigma L T} \left(\frac{\Omega L}{V_0} \right)^2 - 0.4 n_y^\delta \delta^2 \right) - \right. \\ &\quad \left. - \beta \left(\frac{(\rho W + \lambda_{22}) \Omega L}{(\rho W + \lambda_{11}) V_0} + \frac{d\beta}{dt} \frac{L}{V_0} \right) \right]; \end{aligned} \right. \quad (2)$$

где:

$\bar{l}_\epsilon$ – отстояние диска винта от центра тяжести корабля $\bar{l}_\epsilon = \frac{l_\epsilon}{L}$;

χ_β – поправка, учитывающая справляющее действие корпуса на скос у руля, обусловленный углом дрейфа;

χ_{ω} – поправка, учитывающая справляющее действие корпуса на скос у руля, обусловленный кривизной траектории;

F'_{p+pn} – площадь руля и рудерпоста, попадающая в струю винта;

F_{p+pn} – площадь руля и рудерпоста, соответствующая осадке судна кормой (T_K);

σ_p – коэффициент нагрузки винта;

$\sum$ – число винтов;

$n_{y\beta}^{\beta}$ – позиционная производная безразмерного коэффициента поперечной силы от винта;

$\chi_{\beta\epsilon}$ – поправка учитывающая, спрямляющее действие корпуса на скос у винта от угла дрейфа;

$\chi_{\omega\epsilon}$ – поправка учитывающая, спрямляющее действие корпуса на скос у винта от кривизны траектории;

$\bar{n}_y^{\omega}$ – гидродинамический коэффициент вращательной производной поперечной силы;

C_b – коэффициент общей полноты;

B – ширина судна по действующую ватерлинию;

σ – коэффициент полноты площади диаметральной плоскости;

ρ – массовая плотность жидкости (воды);

ρ_z – радиус инерции массы корпуса относительно вертикальной оси;

W – объемное водоизмещение, рассчитываемое через произведение главных размерений и коэффициентов общей полноты C_b : $W = C_b \times L \times B \times T$.

Коэффициенты при уравнениях динамики судна зависят от отношения осадки судна к глубине акватории, в котором происходит плавание. Всего от отношения осадки судна к глубине зависят 17 коэффициентов. Поэтому при моделировании исследователю приходится каждый раз для каждой осадки и глубины пересчитывать коэффициенты при уравнениях динамики, что занимает много времени.

Ставится задача аппроксимировать представленные в виде графиков коэффициенты влияния мелководья в виде математических зависимостей.

В [2] получены уравнения, учитывающие влияние мелководья на динамику судна с аппроксимацией кривых влияния мелководья на гидродинамические коэффициенты с помощью кривых третьего порядка.

Проведенный анализ показал, что при аппроксимации с помощью уравнений второго порядка максимальная средняя квадратическая погрешность аппроксимации доходит до 6 %, что неприемлемо.

Была поставлена задача осуществить аппроксимацию с точностью до 2%.

$$\begin{aligned}
\left\{ \begin{aligned}
\frac{d\beta}{dt} = & \frac{V_0 \sigma \rho W}{2C_e B (\rho W + \lambda_{22} \left[a_1 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_1 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_1 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right])} \times \left(n_y^\delta \delta - \beta \left(n_y^\beta \left[a_2 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_2 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_2 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right] \right) + \right. \\
& + n_y^\delta \chi_\beta \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p}-1}{1+\sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] + \sum_\epsilon n_{ye}^\beta \chi_{\beta\epsilon} \left. \right) + \Omega \frac{L}{V_0} \left(-n_y^\omega \left[a_3 \left(\frac{T}{H} \right)^3 - b_3 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_3 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right] - \right. \\
& - n_y^\delta \frac{l_p}{L} \chi_\omega \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p}-1}{1+\sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] + \sum_\epsilon n_{ye}^\beta \chi_{\omega\epsilon} \frac{l_\epsilon}{L} \left. \right) + 2 \frac{C_e B}{\sigma L} \left(\frac{\rho W + \lambda_{11} \left[a_1'' \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_1'' \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_1'' \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right]}{\rho W} \right) - \beta \Omega \frac{L}{V_0} \operatorname{sign} \left(\beta, \Omega \frac{L}{V_0} \right) \times \\
& \times \left[\beta n \frac{T}{L} \left(A_1 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + A_2 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + A_3 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right) + \beta |\beta| \left(\left(1,055 + 0,251 \frac{B}{T} + 0,021 \left(\frac{B}{T} \right)^2 + 12,49 \frac{T}{L} + 0,0244 \frac{L}{T} - a_k \right) \times \right. \right. \\
& \times \left. \left(3,34 \left(\frac{T}{H} \right)^2 - 0,234 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right) \right] + \frac{\Omega L}{V_0} \left(A_5 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + A_6 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + A_7 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right) + \beta \left| \frac{\Omega L}{V_0} \right| \left(A_9 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + A_{10} \left(\frac{T}{H} \right)^2 + A_{11} \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right) \Bigg]; \\
\\
\frac{d\Omega}{dt} = & \frac{V_0^2 \sigma \rho W \rho_z^2}{2C_e B L \rho_z^2 (\rho W \rho_z^2 + \lambda_{66} \left[a_1' \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_1' \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_1' \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right])} \times \left(n_y^\delta \delta l_p + \beta \left(m_y^\beta \left[a_2' \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_2' \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_2' \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right] - \right. \right. \\
& - n_y^\delta \frac{l_p}{L} \chi_\beta \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p}-1}{1+\sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] - \sum_\epsilon n_{ye}^\beta \chi_{\beta\epsilon} \frac{l_\epsilon}{L} \left. \right) + \Omega \frac{L}{V_0} \left(m_y^\omega \left[a_3' \left(\frac{T}{H} \right)^3 - b_3' \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_3' \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right] - \right. \\
& - n_y^\delta \left(\frac{l_p}{L} \right)^2 \chi_\omega \left[1 - \frac{F'_{p+pn}}{F_{p+pn}} \left(\frac{\sqrt{1+\sigma_p}-1}{1+\sqrt{1+\sigma_p}} \right) \right] - \sum_\epsilon n_{ye}^\beta \chi_{\omega\epsilon} \left(\frac{l_\epsilon}{L} \right)^2 \left. \right) + \beta \Omega \frac{L}{V_0} \operatorname{sign} \left(\beta, \Omega \frac{L}{V_0} \right) \times \left[\beta \left(3,36 \left(\frac{T}{L} + 0,0136 \right) \times (2S_k/LT + a_k) \right) \times \right. \\
& \times \left. \left(B_1 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + B_2 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + B_3 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right) - \left(0,1595 - 0,0469 \frac{B}{T} + 0,00375 \left(\frac{B}{T} \right)^2 \right) \times \left(B_5 \left(\frac{T}{H} \right)^3 + B_6 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + B_7 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right) \right] \Bigg]; \\
\\
\frac{dV}{dt} = & \frac{V_0^2}{LV} \left[\frac{\sigma \rho L W}{2C_e B \left(\rho W + \lambda_{11} \left[a_1'' \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_1'' \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_1'' \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right] \right)} \times \left(n_{x0} \left(\left(\frac{V_0}{V} \right)^3 - 1 \right) + 0,3 \frac{D_B^2}{\sigma L T} \left(\frac{\Omega L}{V_0} \right)^2 - 0,4 n_y^\delta \delta^2 \right) - \right. \\
& - \beta \left(\frac{(\rho W + \lambda_{22} \left[a_1 \left(\frac{T}{H} \right)^3 - b_1 \left(\frac{T}{H} \right)^2 + c_1 \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right])}{(\rho W + \lambda_{11} \left[-a_1'' \left(\frac{T}{H} \right)^3 + b_1'' \left(\frac{T}{H} \right)^2 - c_1'' \left(\frac{T}{H} \right) + 1 \right])} \frac{\Omega L}{V_0} - \frac{d\beta}{dt} \frac{L}{V_0} \right) \Bigg];
\end{aligned} \right. \quad (3)
\end{aligned}$$

На рис.1 приведена экранная форма аппроксимации кривой влияния мелководья на кинематические характеристики судна, в частности для k22 для значения $\lambda = 0,09$, определяемые в функции отношения осадки судна к глубине акватории, аппроксимированные уравнением 3-го порядка для k22

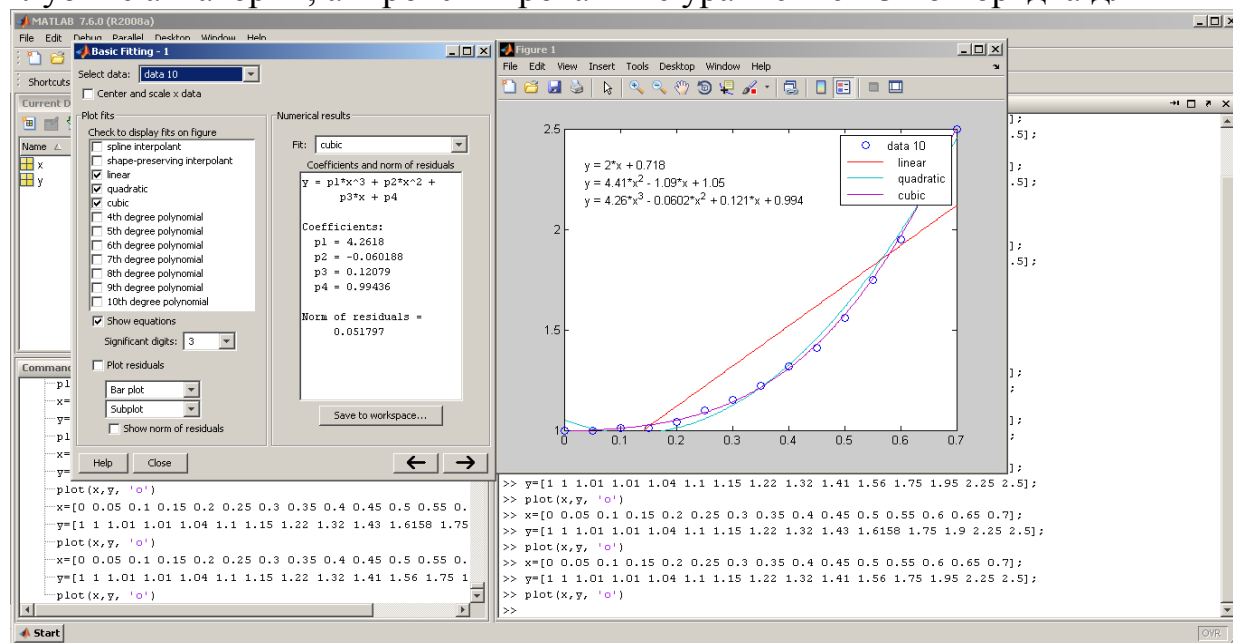


Рисунок 1 - Экранная форма аппроксимации кривой влияния мелководья на кинематические характеристики судна k22 для значения $\lambda = 0,09$

Как указывалось выше, надо было аппроксимировать 17 кривых, из которых мы нашли в литературе аппроксимирующие формулы для 5 кривых, а остальные кривые были аппроксимированы нами. [3, 4]

После подстановки в уравнения, гидродинамика судна математических зависимостей от коэффициентов гидродинамики судна от отношения осадки судна к глубине акватории, получим следующие уравнения (3), где S_k – площадь, дополняющая диаметральную плоскость в корме судна до прямоугольника, D_v – диаметр гребневого винта.

По этим уравнениям могут быть вычислены угол дрейфа, угловая и линейная скорости судна при маневрировании на мелководье.

Следует отметить, что размерные уравнения получены в связанной с судном системе координат.

Нас же интересует движение судна в связанной с землей системе координат. Уравнения движения судна в связанной с землей системе координат будет иметь вид (4):

$$\theta = k + \beta; \quad k = k_0 + \int \frac{\Omega L}{V_0} dt; \quad x = x_0 + \int \frac{V}{V_0} \cos \theta dt; \quad y = y_0 + \int \frac{V}{V_0} \sin \theta dt. \quad (4)$$

где θ – угол между направлением на север и вектором скорости судна;

k – курс судна;

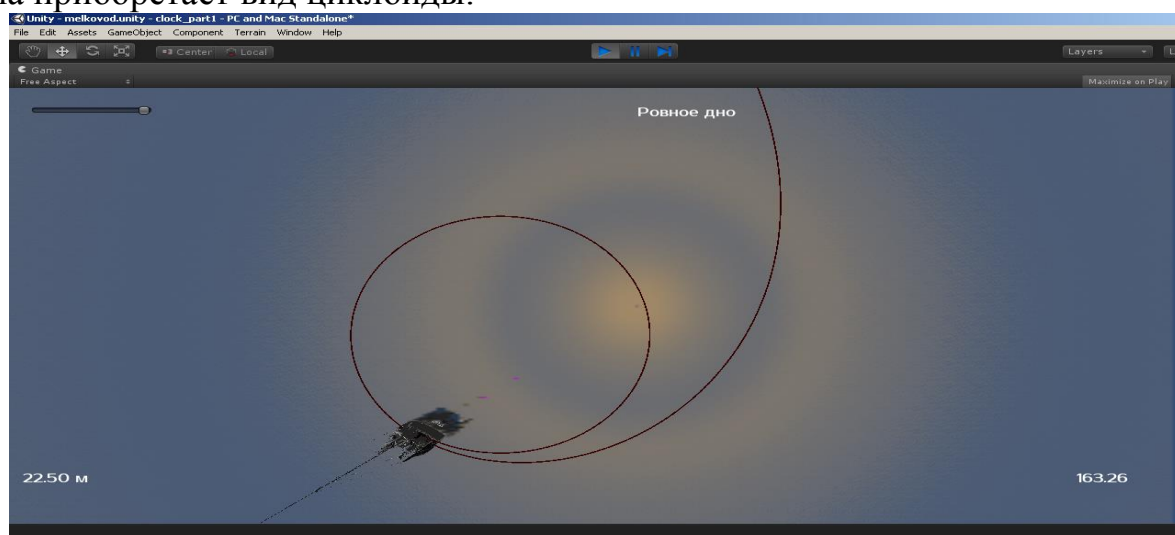
k_0 – курс судна в начальный момент времени;

x, y – текущие координаты судна;

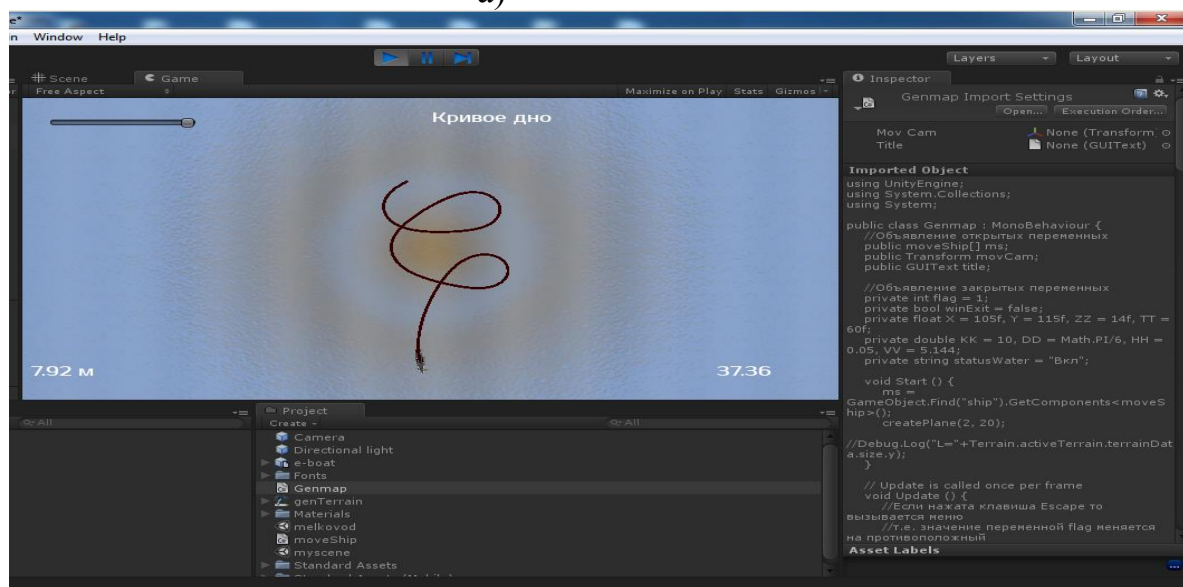
x_0, y_0 – координаты судна в начальный момент времени.

По приведенным выше уравнениям была осуществлена их программная реализация.

В доступной нам литературе моделирование движения судна на мелководье осуществлялось при постоянной заданной глубине акватории. Разработанная нами модель позволяет задать профиль дна с помощью различных наклонных плоскостей и поверхностей второго порядка. Если руль удерживать под постоянным углом перекладки, то судно будет двигаться по некоторой криволинейной траектории, называемой циркуляцией. Проведенный сравнительный анализ движения судна на мелкой и глубокой воде показал, что при движении судна на мелководье, в частности, увеличивается радиус циркуляции. Как видно из рисунка 2, кривая циркуляции при переменной глубине получается совершенно иной, т. е. при переходе от глубокой воды на мелководье радиус циркуляции увеличивается, и траектория движения судна приобретает вид циклоиды.



а)

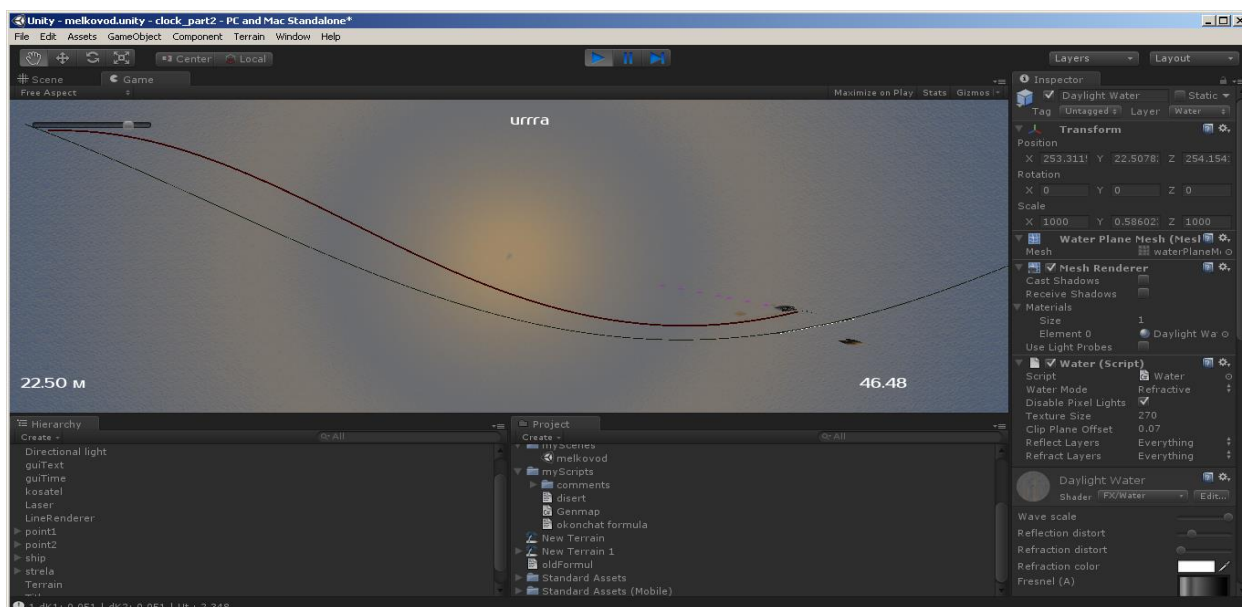


б)

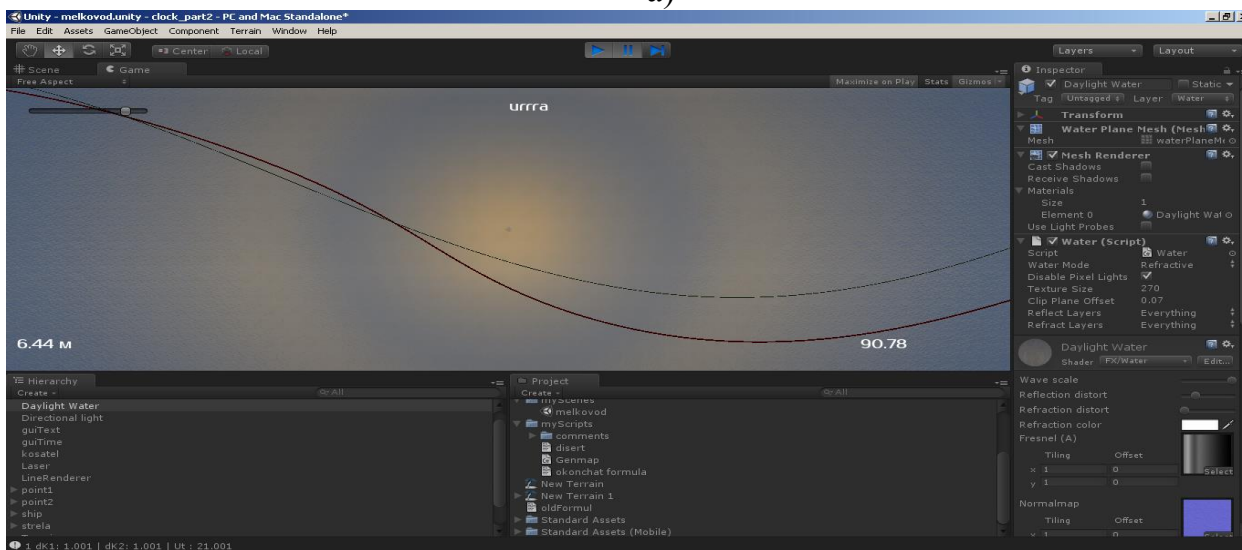
Рисунок 2 - Циркуляция судна на мелководье:
а) при постоянной глубине б) при переменной глубине

На рисунке 2 а) приведены результаты моделирования циркуляции судна на мелководье при постоянной глубине, а на рисунке 2 б) на мелководье при переменной глубине. На рисунке 2 б) цифры рядом с моделью судна показывают глубину под судном.

В программе, при движении судна в акватории с переменной глубиной перед каждым шагом вычислений определяется глубина, по которой производится перерасчет коэффициентов при уравнениях гидродинамики судна, по этим уравнениям определяются координаты судна. Эта операция повторяется при каждом шаге. На рисунке 3 приведены экранные формы результатов моделирования движения судна по заданной криволинейной траектории а) при постоянной и б) переменной глубине акватории.



а)



б)

Рисунок 3 - Экранные формы результатов моделирования движения судна по криволинейной траектории
а) при постоянной и б) переменной глубине акватории

Из рисунка 3 б) видно, что при движении судна на мелководье при переменной глубине по заданной траектории получается большой выброс от заданной траектории, что можно объяснить ухудшением управляемости судна на мелководье.

Исследование модели подтверждают известную из практики истину о том, что на мелководье при переменной глубине значительно ухудшается управляемость судна.

Библиографический список:

1. Соболев Г. В. Управляемость корабля и автоматизация судовождения: Учебник для вузов. Л.: Судостроение, 1976.
2. Асланов Г. К. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Исследование систем автоматического вождения судов по ведущему кабелю». Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала Макарова, Ленинград, 1981. 124с.
3. Асланов Г.К., Абдуллаева З.М. Моделирование влияния мелководья на гидродинамические коэффициенты при уравнениях гидродинамики судна // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки -2011. - №22. – С.54-58.
4. Асланов Г.К., Абдуллаева З.М. Математическая модель движения судна на мелководье // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки - 2012. - №27. – С.36-41.

УДК 556.382

Акаев А.И., Ниналалов А.И.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛООТДАЧИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Akaev A.I., Ninalalov A.I.

METHOD OF CALCULATING THE OPTIMAL HEAT EMISSION GEOTHERMAL WELLS

В работе дается упрощенная методика расчета оптимальных режимов фонтанной и насосной эксплуатации геотермальных скважин, уменьшающая солеотложение и коррозию при эксплуатации. Приводится сравнительная характеристика по количественной оценке теплоотдачи пласта для указанных способов эксплуатации при одинаковых давлениях на устье скважины. Задача решается графоаналитическим методом на основе баланса давлений в скважине с учетом термолифта.

Ключевые слова: фонтанный и насосный способы эксплуатации геотермальной скважины, устье, забой, пласт, водозабор, восходящий поток жидкости, дебит термальных вод, тепловой поток, теплоотдача, термолифт, теплоотбор, давление, индикаторная линия, характеристическое балансовое уравнение, энергетический потенциал.

This paper presents a simplified method of calculating the optimal regimes of the fountain and the pumping exploitation of geothermal wells, reducing scaling and corrosion during operation. Comparative characteristics to quantify the heat of formation for these methods of operation under the same pressure at the well-head. The problem is solved graphic-analytical method based on a balance of pressure in the well with the heat pump.

Key words: fountain pump and method of operation of geothermal wells, the mouth, face, reservoir, water intake, upstream fluid flow rate of thermal water, heat flow, heat transfer, the heat pump, heatselection, pressure, indicator line, characteristic balance equation, energy potential.

Реализация требований Закона № 261 и Государственной программы РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» требует от организаций и учреждений государственных и муниципальных образований, предприятий промышленности, транспорта, сельского и жилищно-коммунального хозяйства, обеспечения снижения энергоемкости ВВП на 13,5% до 2020 года. Поэтому интерес к практическому использованию подземных глубоких термальных вод для теплоснабжения и горячего отопления объектов государственной, муниципальной и хозяйственной деятельности остается по-прежнему высоким.

Районами промышленного освоения геотермальных ресурсов останутся районы развития самоизлива вод: Предкавказье, отдельные участки и площади в пределах Равнинного Крыма, юга Западной Сибири, отдельные участки Сахалина.

Для добычи подземных вод в основном используются поисково-разведочные и термальные скважины. В случае нормального технического состояния также могут использоваться непродуктивные нефтегазовые скважины [1÷3]. Эксплуатируемые месторождения характеризуются высокими пластовыми давлениями, температурами и, как правило, значительной коррозионной агрессивностью флюида. При температуре 85°C и выше термальные воды характеризуются значительным солеотложением. Наличие в воде ΔCa^{2+} даже в небольшом количестве вызывает нестабильность системы и приводит к выпадению карбонатных осадков в виде CaCO_3 . С возрастанием температуры нестабильность воды резко увеличивается. Причинами интенсивного солеотложения являются парциальное давление углекислоты и содержание CO_2 в газовой сфере термальных вод [2]. Для предотвращения интенсивного солеотложения в скважине необходимо поддерживать режим противодавления. Поэтому проблема прогнозирования оптимальных режи-

мов теплоотбора и теплоотдачи при эксплуатации геотермальных скважин является актуальной и требует дальнейших теоретических и практических исследований.

Подъем жидкости обычно осуществляется фонтанным и насосным способами, выбор которых зависит от гидрогеологических и геотермальных параметров пласта, к числу которых относятся глубина залегания, эффективная мощность водоносного горизонта, пластовая температура и др. Фонтанный, сугубо экстенсивный, способ подъема жидкости позволяет без поддержания пластовых давлений, за счет самоизлива скважин, извлекать небольшую часть запасов термальных вод и тепла. Значительное число эксплуатируемых термоводозаборов разрабатывается фонтанным способом. Его существенными недостатками являются: ограниченность территорий, в пределах которых возможно применение этого способа и снижение дебита за счет уменьшения гидростатического давления на пласт при достижении динамического уровня воды в скважине до 150-300 м. Насосный способ эксплуатации технически сложен в реализации, однако позволяет создавать относительно крупные водозаборы. Применение погружных секционных насосов турбинного типа с электродвигателем, установленным на устье скважины, несмотря на удорожание теплоотбора, дает возможность получить максимальные дебиты термальных вод и достигнуть наибольший коэффициент извлечения тепла [1]. Кроме того, в этом случае можно обеспечить достаточное противодействие в системе "скважина-пласт" и предотвратить нарушения режима эксплуатации и отложения солей.

В работе предлагается упрощенная методика расчета оптимальных режимов фонтанной и насосной эксплуатации геотермальных скважин, уменьшающая солеотложение и коррозию при эксплуатации. Для указанных способов эксплуатации приводится сравнительная количественная оценка теплоотдачи пласта при одинаковых давлениях на устье скважины. В качестве критерия оптимизации режима эксплуатации геотермальной скважины принимается отбор максимальной тепловой энергии при сохранении равновесного состояния термальных вод в стволе и теплообменных аппаратах. Задача решается графоаналитическим методом на основе баланса давлений в скважине с учетом термолифта. Предлагаемый метод актуален в связи с потребностями разработки все более глубоких горизонтов, содержащих высокоминерализованные воды.

Фонтанный способ эксплуатации геотермальной скважины.

Составим балансовое уравнение давлений для эксплуатируемой фонтанной скважины. Самоизлив скважины происходит, когда запас пластовой энергии достаточен для преодоления гидростатического давления столба жидкости, противодействия на устье и давления, расходуемого на трение, связанное с движением жидкости по стволу скважины. Сопротивлением призабойной зоны пренебрегаем, т.е. считаем, что скважина совершенна по характеру и степени вскрытия. Для продуктивных объектов, оборудованных не специальным фильтром, а обсадной колонной с последующим цементи-

рованием и перфорацией, или нескрытых на всю свою мощность, учитываем также потери давления в фильтровой зоне. В случае несовершенства скважины как по степени, так и по характеру вскрытия дополнительное динамическое понижение уровня определяется в соответствии с известными методами В.И. Щунова [4].

Общим условием для работы фонтанирующей скважины будет следующее равенство

$$P_3 = P_{\Gamma} - P_T - P_y, \quad (1)$$

где P_3 - давление на забое скважины; P_{Γ} , P_T , P_y , - соответственно гидростатическое давление столба жидкости в скважине, потери давления на трение и противодействие на устье.

Полное изменение устьевого давления P_y , выраженное через напор жидкости, приведенный к пластовым условиям, определяется по зависимости (1). Потеря напора в водоподъемных трубах при движении жидкости от пласта до устья скважины возникает за счет преодоления разного рода сопротивлений: трения, местных сопротивлений, пульсации потока жидкости и т.д. Гидростатическое давление столба жидкости P_{Γ} и потери на трение P_T могут быть определены по формулам гидростатики и Дарси-Вейсбаха следующим образом [3÷5]:

$$P_{\Gamma} = g \int_0^L \rho dz; \quad P_T = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}, \quad (2)$$

где $\rho = \rho_{20}(1 - \alpha_T T)$ - плотность жидкости; $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$ - коэффициент гидравлического сопротивления; $Re = VD/\nu$ - число Рейнольдса; $T = T_c - 20^\circ C$ - температура жидкости на забое; $T_c = \frac{1}{L} \int_0^L T(z) dz$ - средневзвешенная температура жидкости в скважине; $T(z) = T_n - \frac{\Gamma \pi (z - L)^2}{Qc\rho R}$ - текущая температура жидкости в скважине; D - диаметр подъемных лифтовых труб; λ - коэффициент гидравлического сопротивления; V - скорость восходящего потока жидкости; g - ускорение свободного падения; ν - кинематическая вязкость; L - длина колонны; z - осевая текущая координата; α_T - коэффициент термического расширения жидкости; ρ_{20} - плотность жидкости при $20^\circ C$; T_n - пластовая температура; Q - дебит скважины; c - объемная теплоемкость; Γ - геотермический градиент; R - суммарное тепловое сопротивление скважины.

Приток жидкости из пласта в скважину может быть определен по формулам, приведенным в работе [4]:

$$Q = K(P_n - P_z)^n \text{ или } P_z = P_n - \sqrt[n]{Q/K}, \quad (3)$$

где K — коэффициент продуктивности; n - коэффициент, показывающий характер фильтрации жидкости через пористую среду; P_n - пластовое давление. При совместной работе пласта и скважины устанавливается общее забойное давление, определяющее такой приток жидкости при данной глубине скважины, чтобы он мог преодолеть противодействие на устье. Приравняв (1) и (3), получим характеристическое балансовое разрешающее уравнение для решения поставленной задачи:

$$P_r - P_T - P_y = P_n - \sqrt[n]{Q/K}, \quad (4)$$

Фонтанирование возможно лишь в том случае, если энергия, приносимая на забой жидкостью, равна или больше энергии, необходимой для подъема этой жидкости на поверхность при условии, что фонтанный подъемник работает на оптимальном режиме, т.е. на режиме наибольшего к.п.д.

Величина тепловой энергии W на устье скважины, соответствующая оптимальному дебиту, определяется согласно [5]:

$$W = gcqT_y = gcqT_n - 2\pi L^2/R, \quad (5)$$

где T_y , T_n - соответственно температура на устье и в пласте; q – часовой расход воды.

Высокие дебиты скважин в сочетании с пластовыми давлениями приводят к тому, что потери на гидравлическое трение при транспортировании на поверхность становятся сравнимыми с энергетическими возможностями пласта. Поэтому эффективным средством уменьшения гидравлических потерь является увеличение диаметра лифтовых подъемных труб [5].

Насосный способ эксплуатации геотермальной скважины.

Довольно часто на практике из-за длительной эксплуатации высокопотенциальных терм или интенсивного отбора жидкости пластовое давление падает до такой степени, что дальнейшая фонтанная эксплуатация скважины становится вообще невозможной. Кроме этого встречаются очень много месторождений с низким энергетическим потенциалом термальных вод, не обеспечивающим эксплуатацию скважин с противодействием на устье. В этих условиях бесперебойное обеспечение потребителей энергией возможно с применением механизированных способов эксплуатации скважин. Одним из мероприятий для повышения теплоотбора, является эксплуатация скважины через подъемники большого диаметра погружными высокопроизводительными электронасосами. Однако, увеличение диаметра труб не всегда

возможно из-за ограничений, вносимых размерами эксплуатационных колонн. В таком случае гидростатическое давление и потери на трение, входящие в балансовое уравнение (4), необходимо определять по следующим формулам:

$$P_r = g \int_0^{L-l} \rho dz; \quad P_T = \lambda \frac{L-l}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}, \quad (6)$$

где l - глубина погружения электронасоса.

Рассмотрим пример расчёта уравнения (4) графоаналитическим способом на примере скважины I–Т Грязнореченской площади при условии использования фонтанного и насосного способов подъема жидкости. Характеристика продуктивного пласта: интервал перфорации эксплуатационной колонны диаметром 168 мм в пределах 2608÷2680 м; коэффициент продуктив-

ности пласта $K=2000$ м³/Мпа·с; гидропроводность $\frac{KI}{\mu} = 3570$ д·см/сПз; проницаемость $K = 120$ мд; плотность воды $\rho_{20} = 1001$ кг/м³; минерализация – 3,1 г/л; μ – динамическая вязкость, сПз. Результаты исследований скважины приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Термогидродинамические показатели геотермальной скважины I–Т

Диаметр штуцера, мм	Продолжит. работы, часы	Q, м ³ /сут	P_y , Мпа	P_z (L = 2650 м), Мпа				Температура	
				расчетное		по замеру глубин. манометра		T_y , °С	T_z , °С
				P_z	ΔP	P_z	ΔP		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Закр.	600	0	1,026	26,868	0	26,910	-	11	119
10	48	400	1,491	26,794	0,074	26,810	0,10	90	120
25	48	1150	1,094	26,367	0,601	26,350	0,560	101	120
50	36	1500	0,812	26,160	0,708	26,150	0,676	107	120

По данным исследований скважины на установившихся режимах (см. табл. 1 и табл. 2) строим график левой части уравнения (4), который представляет так называемую индикаторную линию и выражает зависимость забойного давления от дебита. Наложим на этот график семейство кривых правой части характеристического уравнения (4), построенного для выбранного диаметра лифтовых труб при различных устьевых давлениях. Точки пересечения семейства кривых с индикаторной линией определяют совместную устойчивую работу пласта и подъемника для различных значений устьевого давления.

Таблица 2 - Изменение температуры терма по глубине геотермальной скважины I–Т

Глубина, м	Температура, °С	
	закрыта на 600 часов	$Q = 1500 \text{ м}^3/\text{сут}$
1	2	3
Устье	11	107
40	21	не замерялась
394	не замерялась	114
550	39	не замерялась
1000	не замерялась	117
1150	69	не замерялась
1300	80	не замерялась
1450	84	не замерялась
1675	94	не замерялась
2080	105	120
2300	114	не замерялась
2608	119	120
2650	120	120

На рис. 1 приведены индикаторная линия А и семейства расчетных характеристик кривых В, построенные для подъемника диаметром 168 мм при различных устьевых давлениях $P_y = 0,02; 0,1; 0,3; 0,5; 0,8$ и $1,0$ МПа.

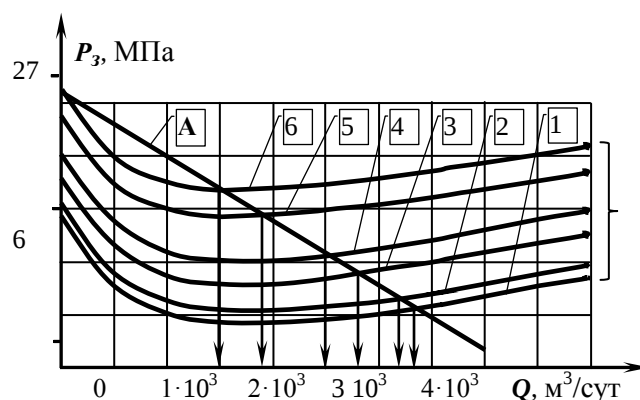


Рисунок 1 - Индикаторная линия (А) и характеристические кривые (В) при диаметре лифтовых труб $D = 168$ мм и устьевых давлениях P_y соответственно: 1 – 0,02; 2 – 0,1; 3 – 0,03; 4 – 0,5; 5 – 0,8; 6 – 1,0 МПа.

Как видно из рисунка 1 расчетные результаты хорошо согласуются с фактическими данными. Так, при забойном давлении 26 МПа и противодавлении на устье 0,8 МПа расчетный дебит составляет $1500 \text{ м}^3/\text{сут.}$, а фактическая производительность скважины при устьевом противодавлении 0,7 МПа составила $1650 \text{ м}^3/\text{сут.}$

По формуле (5) выполнены, приведенные на рисунке 2, практические расчеты изменения тепловой энергии, получаемой на устье скважины, в зависимости от внутреннего диаметра лифтовых труб при различных давлениях на устье. Полученные результаты показывают ее пригодность для оценки тепловой энергии скважины при значениях дебита $Q \geq 60$ м³/сут. Уравнение (5) позволяет прогнозировать количество тепловой энергии, получаемой на устье скважины в зависимости от диаметра подъемных труб. Для этого необходимо предварительно определить дебит скважины по графику на рисунке 1. Абсцисса точки пересечения индикаторной линии с характеристической кривой дает искомую величину Q для данного противодавления на устье. Анализ, представленных на рисунке 2, графиков показывает, что уменьшение диаметра лифтовых труб приводит к резкому уменьшению дебита и тепловой энергии, получаемой из скважины. Это объясняется следующим образом. С одной стороны, эксплуатация геотермальных скважин с применением насосно-компрессорных труб приводит к возрастанию скорости потока жидкости, что вызывает уменьшение потерь температуры восходящего потока и способствует сохранению тепловой энергии. С другой стороны, увеличение скорости восходящего потока из-за уменьшения диаметра подъемных труб приводит к резкому возрастанию потери давления на трение. В результате резко возрастает забойное давление, что приводит к уменьшению депрессии на пласт, а, следовательно, к уменьшению дебита скважины.

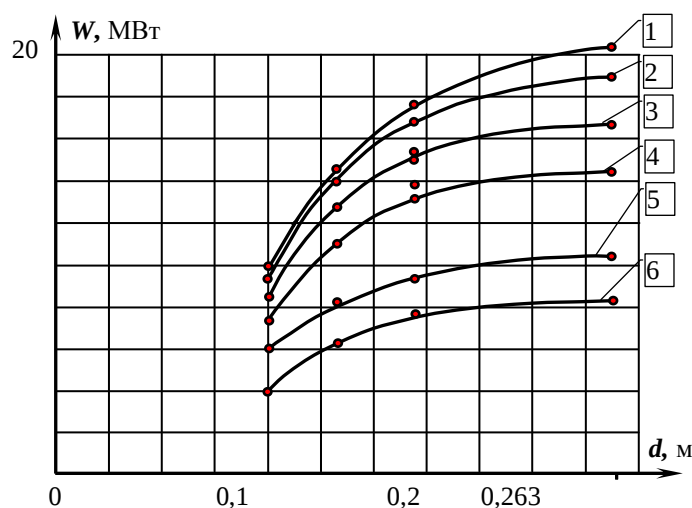


Рисунок 2 - Графики зависимости тепловой энергии на устье скважины от диаметра лифтовых труб для различных значений устьевых давлений: 1 - 0,02 МПа; 2 - 0,1 МПа; 3 - 0,3 МПа; 4 - 0,5 МПа; 5 - 0,8 МПа; 6 - 1,0 МПа.

На рис.3 показаны совмещенные графики индикаторной линии А, характеристических кривых В', изображающих работу лифта фонтанным способом при $P_y = 0,3$ МПа и аналогичных кривых В для насосного способа эксплуатации скважины.

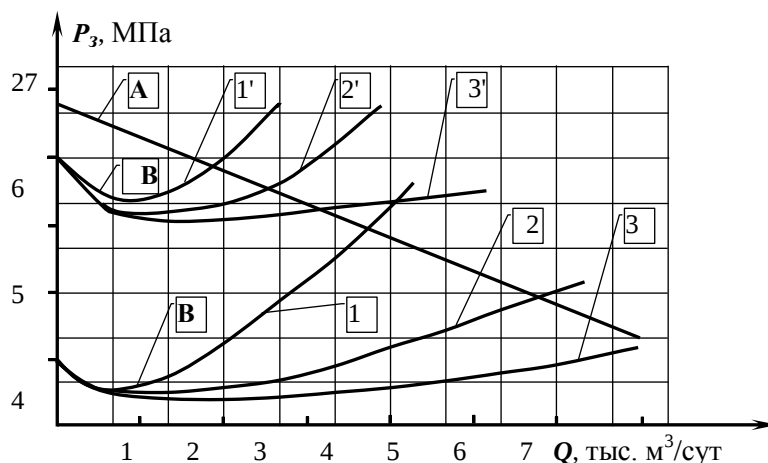


Рисунок 3 - Индикаторная линия (A) и характеристические кривые: (B') – при фонтанной эксплуатации для диаметров подъемных труб: 1 - 100 мм, 2 - 130 мм, 3 - 168 мм; (B) – при насосной эксплуатации.

Из рисунка 3 видно, что при эксплуатации скважины электронасосами, погруженными до глубины 300 м при диаметре листовых труб 100 мм расчетный дебит составляет 3750 м³/сут, в то время, когда дебит для фонтанного способа при этом же диаметре и противодавлении $P_y = 0,3$ МПа составляет 1825 м³/сут. Таким образом, насосный способ эксплуатации позволяет увеличить дебит по сравнению с фонтанным способом в два раза. С увеличением диаметра лифтовых труб эта разница возрастет еще больше. Выигрыш тепловой энергии при насосном способе ещё более ощутим, из-за резкого увеличения скоростей и уменьшения потери пластовой температуры.

Вывод:

1. Повышение дебита за счет увеличения диаметра подъемных труб более выгодно, нежели достижение высокой устьевой температуры за счет повышения скоростей восходящего потока жидкости.
2. Насосный способ эксплуатации обеспечивает значительное расширение возможностей практического использования термальных вод и создания крупных водозаборов при существенном увеличении теплоотдачи пласта.
3. Для прогнозирования оптимальных величин отбора тепловой энергии при условии исключения солеотложения на поверхности технологического оборудования, рекомендуется использовать предлагаемые формулы (4) и (5).

Библиографический список:

1. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод/Под ред. С.С. Бондаренко и Г.С. Вартамяна. М.: Недра, 1986.– 479 с.
2. Геотермические исследования в Средней Азии и Казахстане. М.: Наука, 1985.– 272 с.
3. Гаджиев А.Г., Курбанов М.К., Суетнов В.В. и др. Проблемы геотермальной энергетики. М.: Недра, 1980.– 208 с.

4. Щуров В.И. Технология и техника добычи нефти. М.: Недра, 1983.– 510 с.
5. Ниналалов А.И., Матаев Г.А., Малачиханов Т.Б. Прогнозирование теплоотдачи геотермальной скважины//термомеханика геотермальных систем. Сб. научн. тр. Махачкала: Даг. ФАН СССР, Инс-т проблем геотермии, 1990, С. 31-41.

УДК 656.2.07

Баламирзоев А.Г., Баламирзоева Э.Р., Гаджиева А.М., Курбанов К.О.

**ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА**

Balamirzoev A.G., Balamirzoeva E.R., Gadzhieva A.M., Kurbanov K.O.

**TASK ALLOCATION AND DEVELOPMENT OF ENTERPRISES OF
TRANSPORT COMPLEX OF THE REGION**

(Статья аннулирована по причине недобросовестного заимствования)

УДК 681.31:620.179.14

Дедегкаев А.Г., Степанов А.Л.

**ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДЛЯ САПР УНИВЕРСАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ.
ЧАСТЬ 1. РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЕ ПОЛЕ ОБМОТКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ**

Dedegkaev A.G., Stepanov A.L.

**ORIENTED FOR CAD UNIVERSAL MATHEMATICAL MODEL OF THE
EDDY CURRENT PROBE. PART 1. THE RESULTING FIELD OF THE
DRIVE WINDING**

Работа относится к области САПР методов и средств неразрушающего электромагнитного контроля проводящих плоских изделий. Рассмотрен вопрос построения математической модели обмотки возбуждения трансформаторных вихретоковых преобразователей линейно-протяженной формы с поперечным сечением в виде выпуклого многоугольника. Это позволяет создать универсальную модель, в которую включены

модели более простой формы в поперечном сечении, как частный случай.

Ключевые слова: математическая модель, вихретоковый преобразователь, обмотка возбуждения, вектор-потенциал электромагнитного поля.

The work relates to the field of CAD methods and means of nondestructive electromagnetic testing of conductive flat products. The problem of constructing mathematical model of the drive winding eddy current probe linearly extended form is polygon in cross section. This allows you to create a universal mathematical model, which includes a model of a simpler shape in cross-section, as a special case.

Key words: mathematical model, eddy current probe, the drive winding, the vector potential of the electromagnetic field.

Внедрение автоматизированного проектирования (САПР) в создание контрольно-диагностического оборудования позволяет сократить время разработки и повысить надежность проектных решений. Важной составной частью автоматизированного проектирования является использование готового математического обеспечения – математических моделей (ММ) [1].

В данной работе продолжены результаты исследований по созданию ориентированной для САПР универсальной ММ трансформаторного вихретокового преобразователя (ВТП) линейно-протяженной формы [2]. В развитие указанных исследований рассмотрена базовая ММ ВТП указанной формы, включающая обмотку возбуждения (ОВ1) с поперечным сечением в виде плоского выпуклого многоугольника (рис.1), и измерительную обмотку (ИО1), расположенные (в пустоте 2) между проводящими полупространствами (1 и 3). Пренебрегая влиянием коротких сторон обмоток, ОВ1 и ИО1 представлены в виде двух бесконечно длинных половин: правой (**В**) и левой. (**А**). Упрощающие анализ допущения для такой формы обмоток изложены в работе [3].

Целью и задачей работы являлось построение математических выражений, описывающих в пустоте (2) начальное (первичное) электромагнитное поле ОВ1 указанной формы и вторичное поле вихревых токов, протекающих в проводящей среде. Эти выражения составляют основу ММ ОВ и в развернутом виде весьма громоздки. Поэтому приведем их в обобщенном виде. Так начальное электромагнитное поле описывает вектор-потенциал [3,4]

$$\vec{A}_{0k} = \frac{I \mu_0 w_1}{4\pi S_1} \iint_{S_1} \ln \frac{(x - x_{2\xi\chi})^2 + (y - y_{2\xi\chi})^2}{(x - x_{1\xi\chi})^2 + (y - y_{1\xi\chi})^2} dS_1 \vec{1k}; \quad (1)$$

вторичное поле вносимого векторного потенциала определяет выражение [3,4]

$$\vec{A}_{\text{BHK}} = -\frac{i\mu_0 w_1}{2\pi S_1} \int_0^\infty \int_{S_1} \left\{ \frac{\underline{F}_1(\xi\chi) e^{\lambda x} + \underline{F}_2(\xi\chi) e^{-\lambda x}}{\lambda \underline{F}} \cos \lambda(y - y_{1\xi\chi}) - \right. \\ \left. - \frac{\underline{F}_3(\xi\chi) e^{\lambda x} + \underline{F}_4(\xi\chi) e^{-\lambda x}}{\lambda \underline{F}} \cos \lambda(y - y_{2\xi\chi}) \right\} dS_1 d\lambda \vec{1}_{\mathbf{k}}, \quad (2)$$

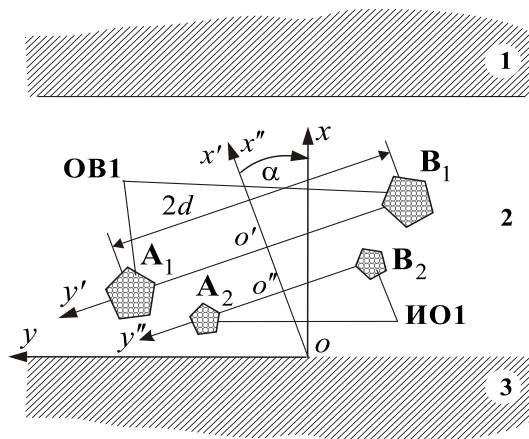


Рисунок 1 - Схема расположения ВТП линейно-протяженной формы

где x, y - координаты системы Oxy , $\vec{I}$ - комплекс действующего значения тока в проводниках OB1, μ_0 - магнитная постоянная, w_1 - число проводников, уложенных на каждой половине OB1, S_1 - площадь поперечного сечения каждой половины обмотки, $\vec{1k}$ - орт по оси Z , ξ, χ - некоторые взаимно ортогональные переменные интегрирования, имеющие область определения в пределах площади поперечного сечения обмотки, $y_{1\xi\chi}, x_{1\xi\chi}; x_{2\xi\chi}, y_{2\xi\chi}$ - координаты срединных точек на площади поперечного сечения OB1, определенные в системе декартовых координат Oxy , $\underline{F}_1(\xi\chi), \underline{F}_2(\xi\chi), \underline{F}_3(\xi\chi), \underline{F}_4(\xi\chi), \lambda \underline{F}$ комплексные величины, включающие постоянные интегрирования (их развернутые выражения приведены в [3,4]). Вектор-потенциалы направлены вдоль оси Z . Будем рассматривать их комплексные модули.

В процессе анализа и вычисления (1) и (2) установлено:

•интегралы (1) и (2) можно представить, в общем случае, в виде повторных интегралов, поскольку:

- $y_{1\xi\chi}, x_{1\xi\chi}; x_{2\xi\chi}, y_{2\xi\chi}$ можно выразить через ξ, χ с помощью формул линейного преобразования координат [5];

-при замене переменных x и y на ξ и χ не происходит искажение площади поперечного сечения обмотки и функциональный определитель прямого отображения (якобиан) [6] в данном случае равен

$$J(\xi; \chi) = \begin{vmatrix} \frac{\partial \chi}{\partial \xi} & \frac{\partial \chi}{\partial y} \\ \frac{\partial \xi}{\partial y} & \frac{\partial \xi}{\partial \chi} \end{vmatrix} = +1.$$

Получим первоначальную форму представления (1) и (2)

$$\dot{A}_{0k} = \frac{\dot{I} \mu_0 w_1}{4\pi S_1} \left\{ \begin{matrix} \xi_3^{\mathbf{B}} & \chi_3^{\mathbf{B}}(\xi) & \xi_1^{\mathbf{A}} & \chi_1^{\mathbf{A}}(\xi) \\ \int d\xi & \int \ln[\text{ch}(\chi)] d\chi & - \int d\xi & \int \ln[\text{zn}(\chi)] d\chi \end{matrix} \right\}; \quad (3)$$

$$\dot{A}_{\text{внк}} = -\frac{\dot{I} \mu_0 w_1}{2\pi S_1} \int_0^\infty \left\{ \begin{matrix} \xi_1^{\mathbf{A}} & \chi_1^{\mathbf{A}}(\xi) & \xi_3^{\mathbf{B}} & \chi_3^{\mathbf{B}}(\xi) \\ \int d\xi & \int \text{vn}_1(\chi) d\chi & - \int d\xi & \int \text{vn}_2(\chi) d\chi \end{matrix} \right\}, \quad (4)$$

где $\text{ch}(\chi), \text{zn}(\chi), \text{vn}_1(\chi), \text{vn}_2(\chi)$ - соответственно числитель и знаменатель в (1), а также 1-ое и 2-ое слагаемые в (2). Они соответствуют выражениям для левой ($\mathbf{A}$) и правой ($\mathbf{B}$) половины обмотки; $\xi_i^{\mathbf{A(B)}}$ - координата пока неизвестной точки на площади поперечного сечения обмотки (на любой половине обмотки), как предел внешнего интеграла в (3) и (4); $\chi_i^{\mathbf{A(B)}}(\xi)$ - уравнение пока неизвестной прямой также как предел внутреннего интеграла в (3) и (4);

•каждое слагаемое в (3) и в (4) можно представить в виде алгебраической суммы простых интегралов (это заключение обосновано анализом (3) и (4) при произвольном числе сторон указанного многоугольника, используя приемы взятия внутреннего интеграла и свойство аддитивности для простых определенных интегралов [6]). Их число равно удвоенному числу сторон многоугольника ($2n$) на каждой половине обмотки. Так (3) примет вид

$$\begin{aligned} \dot{A}_{0k} = \frac{\dot{I} \mu_0 w_1}{4\pi S_1} & \left\{ \left[\int_{x_{22}}^{x_{21}} [\text{CH}(\chi)] \chi_{12}^{\mathbf{B}}(\xi) d\xi + \int_{x_{23}}^{x_{22}} [\text{CH}(\chi)] \chi_{23}^{\mathbf{B}}(\xi) d\xi + \dots \right. \right. \\ & \left. \dots + \int_{x_{2,n-1}}^{x_{2n}} [\text{CH}(\chi)] \chi_{n-1,n}^{\mathbf{B}}(\xi) d\xi + \int_{x_{2n}}^{x_{21}} [\text{CH}(\chi)] \chi_{n1}^{\mathbf{B}}(\xi) d\xi \right] - \left[\int_{x_{12}}^{x_{11}} [\text{ZN}(\chi)] \chi_{12}^{\mathbf{A}}(\xi) d\xi + \right. \\ & \left. + \int_{x_{13}}^{x_{12}} [\text{ZN}(\chi)] \chi_{23}^{\mathbf{A}}(\xi) d\xi + \dots + \int_{x_{1,n-1}}^{x_{1n}} [\text{ZN}(\chi)] \chi_{n-1,n}^{\mathbf{A}}(\xi) d\xi + \int_{x_{1n}}^{x_{11}} [\text{ZN}(\chi)] \chi_{n1}^{\mathbf{A}}(\xi) d\xi \right] \}; \quad (5) \end{aligned}$$

приведем обобщенную форму интеграла (4)

$$\dot{A}_{\text{внк}} = -\frac{w_1 \dot{I} \mu_0}{2S_1 \pi} \int_0^\infty \left\{ \left[\int_{x_{12}}^{x_{11}} [\text{VN}(\chi)] \chi_{12}^{\mathbf{A}}(\xi) d\xi + \int_{x_{13}}^{x_{12}} [\text{VN}(\chi)] \chi_{23}^{\mathbf{A}}(\xi) d\xi + \dots \right. \right.$$

$$\dots + \int_{x_{1,n-1}}^{x_{1n}} [\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{n-1,n}^{\mathbf{A}}(\xi)} d\xi + \int_{x_{1n}}^{x_{11}} [\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{n1}^{\mathbf{A}}(\xi)} d\xi - \left[\int_{x_{22}}^{x_{21}} [\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{12}^{\mathbf{B}}(\xi)} d\xi + \right. \\ \left. + \int_{x_{23}}^{x_{22}} [\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{23}^{\mathbf{B}}(\xi)} d\xi + \dots + \int_{x_{2,n-1}}^{x_{2n}} [\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{n-1,n}^{\mathbf{B}}(\xi)} d\xi + \int_{x_{2n}}^{x_{21}} [\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{n1}^{\mathbf{B}}(\xi)} d\xi \right] d\lambda, \quad (6)$$

где $[\mathbf{CH}(\chi)]^{\chi_{i,i+1}^{\mathbf{B(A)}}(\xi)}$; $[\mathbf{ZN}(\chi)]^{\chi_{i,i+1}^{\mathbf{B(A)}}(\xi)}$; $[\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{i,i+1}^{\mathbf{B(A)}}(\xi)}$; $[\mathbf{VN}(\chi)]^{\chi_{i,i+1}^{\mathbf{B(A)}}(\xi)}$ - первообразные внутренних интегралов (3) и (4), определенные одним из пределов интегрирования $\chi_{i,i+1}^{\mathbf{B(A)}}(\xi)$; $\chi_{i,i+1}^{\mathbf{A(B)}}$ - уравнение прямой проходящей через вершины многоугольника $A_i A_{i+1} (B_i B_{i+1})$, как уравнение прямой с угловым коэффициентом [5];

• произвольный член в (5) и (6) представляет собой линейный табличный интеграл, взятый вдоль i -той стороны правого многоугольника и i -той стороны левого многоугольника соответственно. При этом $x_{\max,1i}$; $x_{\min,1i}$ и $x_{\max,2i}$; $x_{\min,2i}$ - соответственно, большая и меньшая по величине координата двух вершин, ограничивающих i -тую сторону левого и правого многоугольника соответственно;

• знаки слагаемых определяют соотношения между координатами вершин многоугольников и координатами основания перпендикуляра, опущенного из вершины на диагональ многоугольника [7].

Результирующее поле определяем наложением рассмотренных полей

$$\dot{\mathbf{A}}_{dk} = (\dot{\mathbf{A}}_{0k} + \dot{\mathbf{A}}_{\text{вн}k}) \mathbf{1k}. \quad (7)$$

В качестве примера рассмотрим порядок (алгоритм) вычисления вектор-потенциалов для ММ ОБ с поперечным сечением в виде ромба (рис.2):

Считают заданными координаты вершин в системе $O'x'y'$ $\mathbf{A}_1(x'_{11}; y'_{11})$; $\mathbf{A}_2(x'_{12}; y'_{12})$; $\mathbf{A}_3(x'_{13}; y'_{13})$; $\mathbf{A}_4(x'_{14}; y'_{14})$; $\mathbf{B}_1(x'_{21}; y'_{21})$; $\mathbf{B}_2(x'_{22}; y'_{22})$; $\mathbf{B}_3(x'_{23}; y'_{23})$; $\mathbf{B}_4(x'_{24}; y'_{24})$ и, следовательно S_1 . Также считают заданным число проводников w_1 в пределах каждой половины ОБ1;

- определяют координаты вершин ромба в системе Oxy (рис.2) по формулам перехода [5]

$$x_i = x_0 + x'_i \cos \alpha - y'_i \sin \alpha; y_i = y_0 + x'_i \sin \alpha + y'_i \cos \alpha,$$

где x_0, y_0 - координаты центра O' системе Oxy ;

- рассчитывают параметры уравнения прямой, проходящей через соседние вершины ромба: в общем случае, для стороны $\mathbf{A}_i \mathbf{A}_{i+1}$

$$(i \in \{1, 2, 3, 4\}), \text{ как уравнение прямой с угловым коэффициентом } \chi = -(k_{1i}\xi + d_{1i}),$$

$$k_{1i} = \frac{(x_{1,i+1} - x_{1i}) \sin \alpha + (y_{1,i+1} - y_{1i}) \cos \alpha}{(x_{1,i+1} - x_{1i}) \cos \alpha - (y_{1,i+1} - y_{1i}) \sin \alpha};$$

$$d_{1i} = \frac{(x_0 - x_{1,i})(y_{1,i+1} - y_{1i}) - (x_{1,i+1} - x_{1,i})(y_0 - y_{1,i})}{(x_{1,i+1} - x_{1,i}) \cos \alpha - (y_{1,i+1} - y_{1,i}) \sin \alpha}.$$

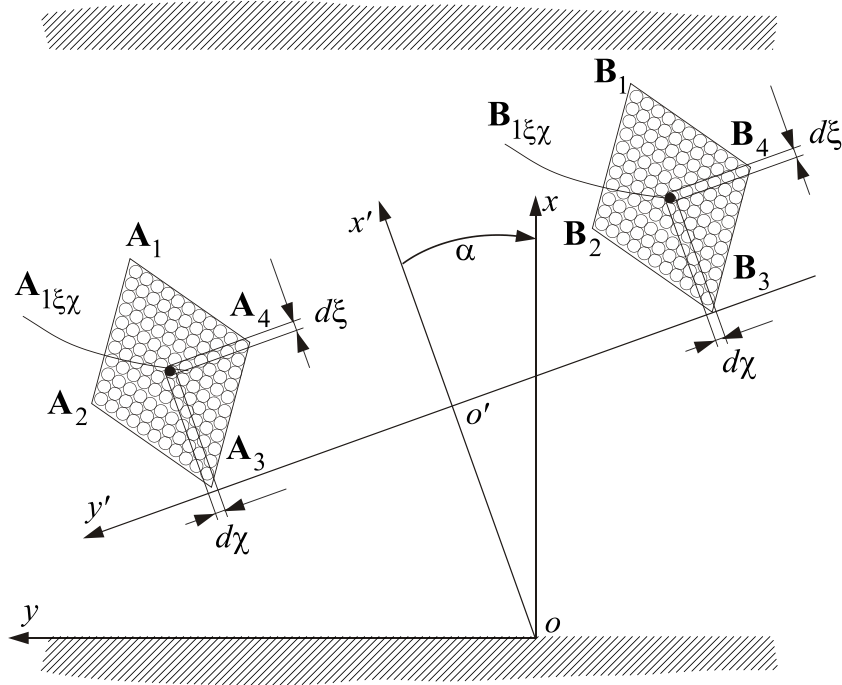


Рисунок 2 - Схема ОБ с поперечным сечением в виде ромба

Аналогично определяют коэффициенты k_{2i} и d_{2i} уравнения прямой

$B_i B_{i+1}$

$$\chi = -(k_{2i} \xi + d_{2i}).$$

$$k_{2i} = \frac{(x_{2,i+1} - x_{2i}) \sin \alpha + (y_{2,i+1} - y_{2i}) \cos \alpha}{(x_{2,i+1} - x_{2i}) \cos \alpha - (y_{2,i+1} - y_{2i}) \sin \alpha};$$

$$d_{2i} = \frac{(x_0 - x_{2,i})(y_{2,i+1} - y_{2i}) - (x_{2,i+1} - x_{2,i})(y_0 - y_{2,i})}{(x_{2,i+1} - x_{2,i}) \cos \alpha - (y_{2,i+1} - y_{2i}) \sin \alpha};$$

фиксируют количество слагаемых для данной формы поперечного сечения обмотки, определяющих модуль $\dot{A}_{Ok}$ и $\dot{A}_{Bhk}$. Каждое слагаемое подобно приведенным в (5) и (6), их число равно 8 (для каждой стороны ромба $A_1 A_2 A_3 A_4$ и $B_1 B_2 B_3 B_4$);

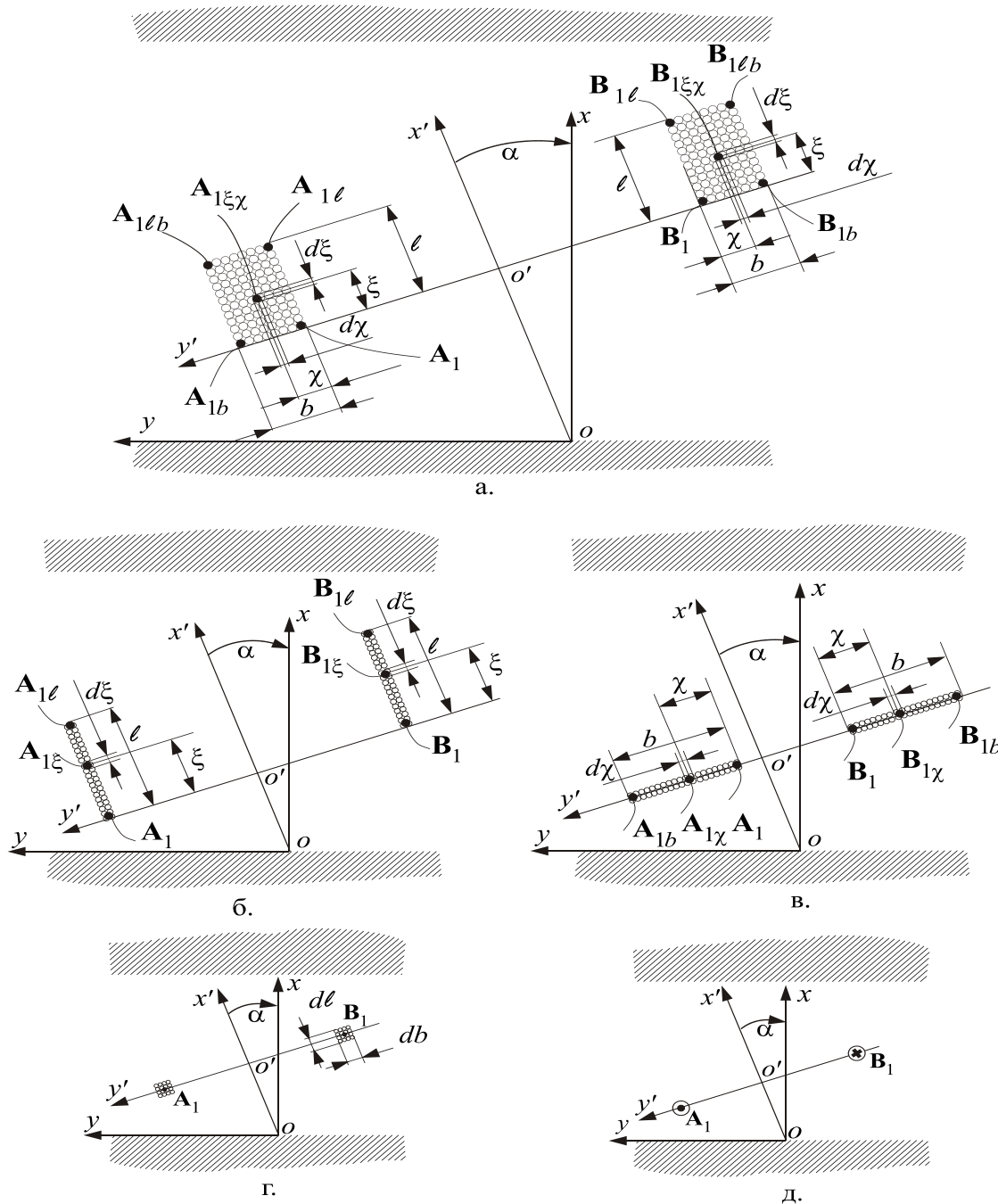


Рисунок 3 - Схемы ОВ с различным профилем в поперечном сечении

Используют полученное развернутое выражение первообразной в (1) и (2) для каждой стороны $\mathbf{A}_i \mathbf{A}_{i+1}$ и $\mathbf{B}_i \mathbf{B}_{i+1}$ многоугольника [7], вычисляют величину модуля каждого слагаемого в формулах (5) и (6); определяют знак каждого слагаемого в (5) и (6). Фиксируют вершины ромба (на каждой половине обмотки), имеющие максимальную и минимальную координату X . Определяют уравнение прямой, проходящей через эти вершины и координаты основания перпендикуляра, опущенного из каждой вершины на эту прямую. Сопоставляя координату u вершины ромба и координату u основания перпендикуляра по известному правилу [7], определяют знаки этих слагаемых; алгебраически суммируя указанные слагаемые, определяют величину

ну $\dot{A}_{0k}$, $\dot{A}_{внк}$, и вектор-потенциал результирующего поля, создаваемого ОБ1 (7). Аналогичным образом рассчитывают поля, создаваемые линейно-протяженными ОБ с поперечным сечением в виде: прямоугольника (рис.3а), идеально тонкостенной ОБ (рис. 3б) и идеально короткой (спиральной) ОБ (рис. 3в), а также ММ ОБ многопроводных со средоточенными размерами в поперечном сечении (рис. 3г) и в виде нитевидных двухпроводных линий (рис.3д).

Алгоритм расчета таких форм обмоток проверен в [3]. Указанная терминология ОБ линейно-протяженной формы собрана и предложена авторами в результате литературного обзора и собственного опыта (Таблица 1).

Таблица 1 - Варианты ММ линейно-протяженных ОБ1 и их аббревиатура

Русская аббревиатура обозначения	Abbreviation marks in English
Обмотка возбуждения вихретокового преобразователя [8] (ОВ)	Drive winding of eddy current probe [8] (DW)
Нитевидная двухпроводная линия (НДЛ)	Filiform two-wire line (TWL)
Обмотка многопроводная сосредоточенная в поперечном сечении, обмотка в виде двухпроводной многожильной линии (ОМС)	Multi-wire winding centered in the cross section (MWC)
Линейно-протяженная идеально тонкостенная обмотка (ТО)	Linearly extended perfectly thin walled winding (TW)
Линейно-протяженная идеально короткая обмотка (спиральная обмотка) (СО)	Spiral winding (SW)
Линейно-протяженная обмотка прямоугольная в поперечном сечении (ОПС)	Linearly extended winding is rectangular in cross section (WRS)
Линейно-протяженная обмотка ромбовидная в поперечном сечении (ОРС)	Linearly extended winding diamond-shaped in cross section (WDS)
Линейно-протяженная обмотка эллиптическая в поперечном сечении (ОЭС)	Linearly extended winding is elliptical in cross section (WES)
Линейно-протяженная обмотка круглая в поперечном сечении (ОКС)	Linearly extended winding round in cross section (WRS)
Линейно-протяженная обмотка с формой поперечного сечения в виде многоугольника (ОМС)	Linearly extended winding is polygon in cross section (WPS)

Вывод.

Таким образом в данной работе построена универсальная ММ ОБ1 трансформаторного ВТП линейно-протяженной формы с поперечным сечением в виде выпуклого многоугольника, которая включает ОБ разнообразных по профилю поперечного включения, как частные случаи.

При этом:

- получены расчетные выражения, описывающие поле этой обмотки в отсутствие проводящей среды (начальное или первичное поле);
- построены расчетные выражения, описывающие поле вихревых токов в проводящей среде в области пространства, где расположена ОБ (вторичное поле);
- предложен алгоритм расчета этих полей (в словесной форме) и результирующего поля обмотки возбуждения, который конкретизирован на примере расчета поля обмотки с поперечным сечением в виде ромба;
- предложена терминология обозначения подобных по форме обмоток возбуждения.

Библиографический список:

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с
2. Степанов А.Л., Дедегкаев А.Г. Ориентированная для САПР универсальная ММ ВТК плоских проводящих сред. Часть 2 Решение задач для построения ММ. Труды Северо-Кавказского горно-металлургического института (ГТУ). Выпуск 21. Владикавказ, 2014. С. 112-121.
3. Степанов А.Л., Воронин П.А. Математическая модель линейно - протяженного вихретокового преобразователя для контроля плоских многослойных проводящих сред. Деп. в ВИНТИ 06.08.97. № 2619 - В97.
4. Воронин П.А., Степанов А.Л. Математические основы автоматизированного проектирования режимов контроля и параметров вихретоковых преобразователей в однородных и неоднородных электромагнитных полях. Известия вузов. Сев.- Кав. регион. Техн. науки. Специальный выпуск «Математическое моделирование и компьютерные технологии». 2004. С. 89-93.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: Наука, 1974. - 832 с.
6. Будак Б.М., Фомин С.В. Кратные интегралы и ряды. М.: Наука, 1965. 608 с.
7. Степанов А.Л., Воронин П.А. Математическая модель обмотки возбуждения вихретокового преобразователя линейно-протяженной формы с поперечным сечением в виде многоугольника. Деп. в ВИНТИ 26.03.99 № 925 - В99.
8. ГОСТ 24289-80. Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения.

УДК 519.6

Кадиев И.П., Кадиев П.А.

ЦИКЛИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИНДЕКСНОЙ СОРТИРОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВОВ ДАННЫХ

Kadiev I.P., Kadiev P.A.

CYCLICAL METHODS OF SORTING THE INDEX ELEMENTS DATASETS

В работе рассматриваются циклические методы индексной сортировки массивов данных, в основе которой перестановка элементов с целью получения конфигураций, обладающих определенными свойствами.

Ключевые слова: массивы данных, индексы, сортировка, перестановки.

In work cyclic methods of index sorting of data files, at the heart of which shift of elements for the purpose of receiving the configurations possessing certain properties are considered.

Key words: data files, indexes, sorting, permutation.

Под массивом данных в работе понимается упорядоченное двумерное множество элементов. Математическим прообразом этих массивов являются матрицы.

В комбинаторике одним из наиболее распространенных преобразований массивов являются сортировки. Сортировка массивов данных представляет собой процесс, заключающийся в перестановке элементов массива с размещением их в определенном порядке. Сортировка нашла в качестве модели при решении задач в самых различных приложениях: теория расписаний, планирование экспериментов, теория информации и др.

Множество существующих методов сортировки можно условные разбить на две группы. В основе первой группы сортировок – существенные свойства каждого отдельного элемента, которые определяют его местоположение после перестановки. Примеров таких сортировок достаточно много [3]. Вторую группу образуют сортировки, в основе которых расположение элементов массива после перестановок в соответствии с их индексами, в которых сущность и свойства самих элементов не рассматриваются, что весьма важно при решении ряда задач, когда раскрытие содержания элемента нежелательно.

Сущность циклических методов индексной сортировки состоит в изменении местоположения элементов путем циклических сдвигов строк или столбцов. Местоположение элемента при циклической сортировке определя-

ется индексами в исходном массиве и числом тактов и направлений сдвигов. Целью таких перестановок элементов массива является формирование конфигураций с определенной системой индексации элементов, определяющей новые свойства образовавшихся при этом массивов. При этих перестановках формируются подмножества, составленные из элементов множеств, являющихся строками или столбцами исходного массива.

В данной работе рассматриваются вопросы индексной сортировки массивов произвольной природы, моделями которых являются комбинаторные конфигурации в виде квадратных $n \times n$ – матриц. Для этого класса массивов предлагается выделить следующие методы сортировки:

- циклические сдвиги: по строкам, по столбцам, в последовательности строк – столбцы и столбцы – строки;
- перестановки строк;
- перестановки столбцов;
- комбинированные перестановки.

Циклическими строчными сортировками называются преобразования массивов, при котором каждая i – ая его строка циклически сдвигается в одну и ту же сторону на $(i - 1)$ -у позицию. Результатом такой сортировки является формирование массива, в котором в каждом столбце находится один элемент из каждой его строки.

Циклическими сортировками по столбцам называются преобразования массивов, при котором каждый j – ый его столбец циклически сдвигается в одну и ту же сторону на $(j - 1)$ позицию. При этом формируется массив, в котором в каждой строке находится один элемент из каждого его столбца.

Циклическими сортировками по строкам и столбцам называются преобразования массивов, при котором на первом этапе каждая i – ая его строка циклически сдвигается в одну и ту же сторону на $(i - 1)$ позицию, на втором этапе в полученном массиве каждый j – ый столбец циклически сдвигается в одну и ту же сторону на $(j - 1)$ позицию. В сформированном при этом массиве в каждом столбце и каждой строке находится один и только один элемент из каждой его строки и каждого столбца.

Циклическая сортировка в последовательности столбцы – строки предполагает сдвиги, аналогичные сортировке строки – столбцы, но при этом на первом этапе выполняются сдвиги столбцов, а на втором – строк. В результате перестановок формируется массив, транспонированный по отношению к массиву, полученному при сдвигах в последовательности строки – столбцы.

Анализ индексов элементов массивов, полученных при циклических 2-х этапных сортировках «строка – столбец» или «столбец – строка» позволяет выявить закономерности в изменениях индексов их элементов.

Так, при циклических группировках, с последовательностью сдвигов «строка – столбец», индексы элемента a_{ij} в строках, независимо от его местоположения, меняются слева на право следующим образом: первый индекс элемента, следующего за данным в строке увеличивается всегда на 1, т.е. он

равен $(i+1)$, а второй увеличивается на 2, т.е. он равен $(j+2)$.

Индексы элементов, расположенных над и под данным элементом a_{ij} , меняются по правилу: оба индекса элемента расположенного над ним уменьшаются на 1 и равны $(i-1)$ и $(j-1)$, у элемента расположенного в столбце под ним индексы увеличиваются на 1 и равны $(i+1)$ и $(j+1)$.

Суммирование по индексам выполняется по модулю размерности массива $-n$.

При известной закономерности изменения индексов элементов в строках и столбцах массивов, сортировка может быть выполнена с вычислением индексов. Любой элемент исходного массива может быть расположен на любом из $n \times n$ заранее выбранном в формируемом массиве месте, без циклических сдвигов, путем вычисления индексов могут быть определены расположенных всех остальных элементов. Метод сортировки может позволить получить комбинаторный конфигурации, приведенные выше, без циклических сдвигов.

Сортировки перестановками строк и столбцов предполагают изменение в массиве местоположения строк и столбцов. При этом некоторые свойства исходного массива могут быть сохранены или потеряны. Так, например, любые перестановки и строк, и столбцов в массиве, полученном циклическими сдвигами в последовательности «строка–столбец» или «столбец – строка» свойства сохраняются, что является их важным свойством при решении ряда практических задач.

Ниже, в качестве примера, приведен массив M_{Π} , образованный циклическими сдвигами в последовательности «строка - столбец» исходного массива $M_{9 \times 9}$ с элементами a_{ij} , и массив, полученный последующими перестановками строк в M_{Π} , с расположением их по номерам в порядке 1-4-3-6-9-5-8-2 - M_c .

$a_{11}a_{23}a_{35}a_{47}a_{59}a_{62}a_{74}a_{86}a_{98}$	$a_{11}a_{23}a_{35}$	$a_{47}a_{59}a_{62}$	$a_{74}a_{86}a_{98}$
$a_{22}a_{34}a_{46}a_{58}a_{61}a_{73}a_{85}a_{97}a_{19}$	$a_{44}a_{56}a_{68}$	$a_{71}a_{83}a_{95}$	$a_{17}a_{29}a_{32}$
$a_{33}a_{45}a_{57}a_{69}a_{72}a_{84}a_{96}a_{18}a_{21}$	$a_{77}a_{89}a_{92}$	$a_{14}a_{26}a_{38}$	$a_{41}a_{53}a_{65}$

$a_{44}a_{56}a_{68}a_{71}a_{83}a_{95}a_{17}a_{29}a_{32}$	$a_{33}a_{45}a_{57}$	$a_{69}a_{72}a_{84}$	$a_{96}a_{18}a_{21}$
$M_{\Pi} = a_{55}a_{67}a_{79}a_{82}a_{93}a_{15}a_{27}a_{39}a_{43}$	$M_c = a_{66}a_{78}a_{81}$	$a_{93}a_{15}a_{27}$	$a_{39}a_{42}a_{54}$
$a_{66}a_{78}a_{81}a_{93}a_{15}a_{27}a_{39}a_{42}a_{54}$	$a_{99}a_{12}a_{24}$	$a_{36}a_{48}a_{51}$	$a_{63}a_{75}a_{87}$

$a_{77}a_{89}a_{92}a_{14}a_{26}a_{38}a_{41}a_{53}a_{65}$	$a_{55}a_{67}a_{79}$	$a_{82}a_{93}a_{15}$	$a_{27}a_{39}a_{42}$
$a_{88}a_{91}a_{13}a_{25}a_{37}a_{49}a_{52}a_{64}a_{76}$	$a_{22}a_{34}a_{46}$	$a_{58}a_{61}a_{73}$	$a_{85}a_{97}a_{19}$
$a_{99}a_{12}a_{24}a_{36}a_{48}a_{51}a_{63}a_{75}a_{87}$	$a_{88}a_{91}a_{13}$	$a_{25}a_{37}a_{49}$	$a_{52}a_{64}a_{76}$

Для массива M_{Π} характерны указанные выше свойства: в каждой строке

и каждом столбце располагаются по одному элементу из каждой строки и каждого столбца исходного массива. На это свойство указывает то, что оба индекса элементов в каждой строке и каждом столбце принимают значения от 1 до n . Алгоритмы перестановок, позволяющие получить массивы с этими свойствами, были предложены в [2].

Особенностью массива M_c , полученного путем перестановок местами строк в M_n в указанном выше порядке, является то, что в нем можно выделить 9 квадратных конфигураций размерности 3×3 , в каждой из которых имеются по одному элементу из каждой строки и каждого столбца исходного массива, сохраняя при этом свойства исходного массива M_n .

Полученная конфигурация M_c может представлять интерес как определенный тип конфигураций, изучаемых в комбинаторике и как конфигурация, с которой можно считывать информации новыми способами, что важно при практическом использовании методов перестановки в теории информации при шифровании.

Известно, что в комбинаторике для характеристик любых новых конфигураций необходимо указать правила их формирования и число образований данного типа.

Число возможных конфигураций, обладающих рассмотренными свойствами внутренней структуризации в виде сортировки элементов на $k \times k$ квадратов, общее число которых равно n , определяется числом возможных перестановок их элементов с сохранением основных свойств конфигурации. Число перестановок строк внутри каждой из групп квадратов размерности $k \times k$ равно $k!$, общее число внутригрупповых перестановок будет определяться числом $(k!)^{n/k}$. Таким же будет число перестановок групп по вертикальным и по горизонтальным группам квадратов. Общее число перестановок будет определяться числом $(k!)^{(n/k) * (n/k)}$, и оно равно общему числу вариантов построения массивов, с указанными выше свойствами. Каждой конфигурации при этом будет соответствовать свой алгоритм перестановки элементов матрицы. Для рассмотренного примера это число равно $(3!)^6 = 53236$.

Остается открытым вопрос: для всех ли « n » могут быть построены эти конфигурации? Ответ на этот вопрос может быть легко сформулирован, если учесть, что числа k и n должны быть кратными числами и должно выполняться условие: $n = k \times k = k^2$ и $k = \sqrt[2]{n}$. (1)

Таким образом, можно утверждать, что предложенные в работе конфигурации с группировкой элементов в виде квадратов, существуют только для образований матричного типа размерности $n \times n$, в которых выполняются условия (1), для чисел n , образующих ряд 4, 9, 16, 25, 36, 49, ... , из которых корень квадратный - целое число.

Любая сортировка имеет своим назначением перестановки элементов массива с целью получения конфигурации, обладающей определенными свойствами. Свойства, характерные для массивов после тех или иных перестановок, определяют во многом назначение и последующее практическое приме-

нение. Практическим применением предлагаемых методов индексной сортировки является их использование при решении задач, стоящих перед теорией информации: шифрование данных, кодирования для обеспечения достоверности и защиты от естественных и искусственных помех, вызывающих искажение данных, устранения влияния статистических связей между символами на эффективность процесса сжатия информации при статистическом кодировании. Кроме того предлагаемые методы сортировки могут быть использованы при планировании экспериментов, составлении расписаний и т.д.

В качестве отличительной особенности предлагаемых решений по перестановке элементов матриц – массивов при решении задач теории информации следует отметить возможность считывания содержимого преобразованных конфигураций не только по строкам или столбцам, как традиционно принято выполнять, но и возможность организации считывания по отдельным частям строк или столбцов, на которые они разбиваются и размещаются в образовавшихся в матрице квадратах, что может существенно повысить стойкость шифрования, снизит статистические связи между символами, и уменьшить вероятность возникновения в блоках данных ошибок большой кратности.

В данной статье предложены:

- классификация методов индексной сортировки элементов массивов данных и дана характеристика методов и алгоритмы их реализации;
- предложены метод индексной сортировки строк, позволяющий в массивах с определенными размерностями формировать из элементов квадратные конфигурации, включающие в себе по одному элементу из каждой строки и каждого столбца исходного массива;
- определены размерности класса массивов матричного типа, позволяющих внутреннюю группировку с формированием квадратных конфигураций и число конфигураций этого класса.

Библиографический список:

1. Тараканов В.Е. Комбинаторные задачи и (0,1)-матрицы. М.; Наука, 1985, с.193
2. Кадиев И.П., Кадиев П.А. Об одном классе комбинаторных конфигураций. Вестник ДГТУ, Технические науки, №31. 2013, стр.45-49
3. Массивы данных /Электронный ресурс. <http://www.cyberforum.ru/>

УДК 681.5

Омаров М.Д.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Omarov M.D.

ANALYTICAL REVIEW OF THE METHODOLOGY OF COMPUTER MODELING

Применение компьютерного моделирования дает дополнительные стимулы развития направлениям науки, помогает ограничить интуитивное умозрительное моделирование и расширяет приложение рациональных методов информационных технологий.

Предлагается обзор методологии компьютерного моделирования, даются основные понятия компьютерного моделирования, приведена методология алгоритмов поэтапного и пошагового моделирования.

Ключевые слова: модель, моделирование, алгоритм, имитационное моделирование, методология, компьютерная модель, адекватность.

The application of computer modeling gives additional incentives of development to the branches of science, helps to limit intuitive speculative modeling and expands the appendix of rational methods of information technologies.

The review of methodology of computer modeling has been offered, the basic concepts of computer modeling have been given, the methodology of algorithms of stage-by-stage and step-by-step modeling has been also given.

Key words: model, modeling, algorithm, imitating modeling, methodology, computer model, adequacy.

Как известно, современная цивилизация способна решать многие сложные задачи: строить прогнозы; планировать; организовывать производственные процессы; проводить большие научно-исследовательские эксперименты и т.д.

Следовательно, настоящие достижения в различных областях науки не являются пределом: общество постоянно наращивает свой интеллектуальный потенциал, изобретая новые средства и возможности для развития и совершенствования. На сегодняшний день одним из важнейших устремлений человеческой мысли и интеллектуально-технического прогресса является создание и функционирование информационных систем, в которые человечество направляет значительные средства, стабильно увеличивая мировой рынок информационных технологий.

Наука всегда активно участвовала в эволюции человеческого общества

и сегодня ученые, продолжая традицию, создают различные *компьютерные модели*, позволяющие познавать реальную действительность, несмотря на длительность, трудоемкость и сложность процессов.

Если в начале XX века исследования посредством моделирования носили узкоспециальный характер и означали реальный физический эксперимент, либо построение макета, имитирующего этот процесс, то в настоящее время под термином «моделирование» подразумевают чаще компьютерные модели в основе которых лежит постановка физических и математических экспериментов. Работа не с самими объектами, явлениями, процессами, а с их моделями даёт возможность, без существенных затрат и быстро исследовать их свойства и поведение. Главное преимущество компьютерного моделирования заключается в том, что оно дает возможность «действовать» на границе человеческого воображения и «осуществлять» самые смелые проекты.

Определим компьютерное моделирование как последовательное оптимальное описание процесса создания информационных систем с их ориентацией на результат для получения достоверных и максимально точных данных.

Компьютерное моделирование, как методология, вносит синтезирующую роль во многие научные дисциплины, дает новые дополнительные стимулы разным направлениям науки, помогает ограничить интуитивное умозрительное «моделирование» и расширить приложение рациональных методов. А современный интеллектуальный анализ перерабатывает информацию для автоматического поиска шаблонов, характерных для каких-нибудь фрагментов неоднородных многомерных данных, переводя сложность описания гипотез и выявления нестандартных закономерностей на ЭВМ.

Термин *методология* ведет свою историю от слова метод, греч. λόγος, которое переводится как понятие, учение; в современном научном контексте – это система понятий и способов в построении теоретической и практической деятельности и учение об этой системе. Методология направлена на упорядоченное получение, обработку информации об объектах, которые существуют вне нашего сознания, взаимодействуют между собой и внешней средой и пересекается с теоретическим знанием. Если теория представляет собой результат познания, то методология является способом построения и достижения знания, таким образом, компьютерное моделирование процессов и явлений можно отнести к методологии.

Предмет *моделирования* начинается с формирования предмета исследования, т.е. системы понятий, отражающей существенные характеристики объекта и предполагает наличие *объекта исследования, исследователя, поставленной задачи и модели*, созданной для получения информации и решения поставленной задачи. По отношению к модели исследователь является экспериментатором, а эксперимент проводится с моделью.

Заметим, что любой эксперимент может иметь существенное значение только при специальной его обработке и обобщении.

Дадим основные понятия компьютерного моделирования:

Объект (лат. objectum-предмет) - это все то, на что направлена человеческая деятельность;

Гипотеза – определенные предсказания, основанные на небольшом количестве опытных данных, наблюдений, догадок;

Пассивный эксперимент – наблюдение протекающего процесса;

Активный эксперимент – вмешательство с целью организации процесса; в последнее время распространён активный эксперимент, поскольку именно на его основе удастся выявить критические ситуации, получить наиболее интересные закономерности;

Информационные процессы – лежат в основе моделирования, в процессе реализации модели получается информация о данном объекте, где важное место занимает обработка полученных результатов и т.д.;

Аналогия – имеет большое значение в качестве метода суждения при формулировании и проверке правильности гипотез, это суждение о частном сходстве двух объектов; существенность сходства (различия) условна и относительна, зависит от уровня абстрагирования и в общем случае определяется конечной целью проводимого исследования; современная научная гипотеза создается по аналогии с проверенными на практике научными положениями, связывая гипотезу с экспериментом; часто при попытке построить компьютерную модель, либо невозможно прямо указать фундаментальные законы или вариационные принципы, которым он подчиняется, либо, вообще нет уверенности в существовании подобных законов, допускающих математическую формулировку;

Модель (лат. Modulus - мера) – это гипотезы и аналогии, отражающие объективно существующий мир, обладающие наглядностью или сводящиеся к удобным логическим схемам, упрощающим рассуждения и логические построения, позволяющие проводить эксперименты, для уточнения природы явлений;

Моделирование – это замещение одного объекта другим с целью получения информации о важных свойствах оригинала с помощью его модели;

Теория моделирования – это теория замещения одних сложных объектов другими объектами более простыми и исследование их свойств.

Гносеологический фундамент моделирования начинает складываться уже с XVIII века в работах Канта, Гегеля, Гуссерля.

Основное положение материалистической философии гласит, что именно экспериментальное исследование, опыт, практика являются критерием истины.

Гносеологическая роль теории моделирования – это выделение общего, что присуще моделям различных по своей природе объектов реального мира, т.е. наличия универсальной структуры - статической или динамической, материальной или мысленной, которая подобна структуре виртуального объекта.

Лингвистическое или математическое описание объекта возможно до

определенного уровня детализации, поэтому любое теоретическое исследование сводится, по своей сути, к рассмотрению *модели* объекта, где успех исследования зависит от её адекватности исследуемому объекту.

Если результаты моделирования подтверждаются и могут служить основой для прогнозирования процессов, протекающих в исследуемых объектах, то говорят, что модель *адекватна* объекту, а ее адекватность зависит от цели моделирования и принятых критериев.

В общем случае *математическая модель* реального объекта, процесса или системы представляется в виде системы функционалов:

$$F(x, y, z, t) = 0$$

где x – вектор входных переменных, $x [x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]$;

y – вектор выходных переменных, $y [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n]$;

z – вектор внешних воздействий, $z [z_1, z_2, z_3, \dots, z_n]$;

t – координата времени.

Исторически сложилось, что *интеллектуальным ядром* компьютерного моделирования является математическое моделирование.

Далее перейдем к более детальному рассмотрению математического моделирования. При математическом моделировании какого-либо объекта выделяют три важных этапа: *модель-алгоритм-программа*. Эти этапы наглядно представлены на следующей схеме:

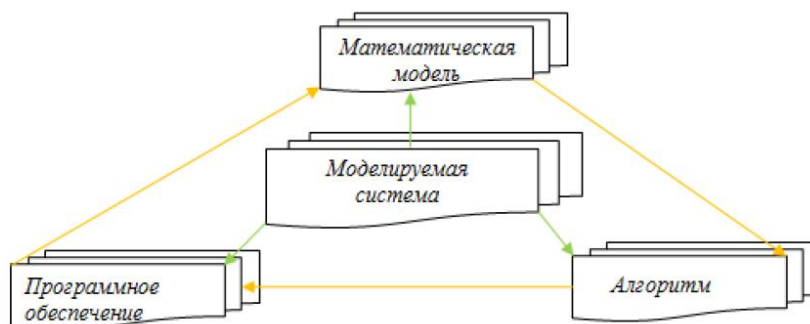


Рисунок 1 - Триада моделирования

1) Выбирается или «строится» эквивалент объекта, отражающий в математической форме основные его свойства – законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям, и т.д., математическая модель или ее фрагмент исследуется теоретическими методами, что позволяет получить важные предварительные знания об объекте;

2) Выбирается или «разрабатывается» алгоритм для реализации компьютерной модели, где модель представлена в форме удобной для применения численных методов, определяется последовательность вычислительных и логических операций, которые нужно произвести, чтобы найти искомые величины с заданной точностью;

3) Создается программа, переводящая модель и алгоритм на доступный ЭВМ язык, т.е. создается электронный эквивалент изучаемого объекта.

Решая проблемы информационного общества, необходимо постоянно совершенствовать триаду математического моделирования и ее внедрение в современные информационно-моделирующие системы – *методологический императив*, для получения высокотехнологичного, конкурентоспособного и разнообразного материального и интеллектуального продукта.

Рассмотрим *процесс построения модели по шагам*:

Первый шаг: словесно-смысловое описание объекта или явления – даются сведения общего характера о природе объекта и целях его исследования, формулируется предмодель.

Второй шаг: завершение идеализации объекта – отбрасываются все факторы и эффекты, которые представляются не самыми существенными для его поведения, и записываются в математической форме, для удобства количественного контроля.

Третий шаг: выбор или формулировка закона, которому подчиняется объект, и его запись в математической форме - даже для простых объектов выбор соответствующего закона – нетривиальная задача.

Четвертый шаг: завершение формулировки объекта или ее «оснащение», т.е. даются сведения о начальном состоянии и иные важные характеристики, для определения поведения объекта и, в итоге - формулируется цель исследования объекта.

Пятый шаг: изучение построенной модели, в том числе с взаимной проверкой различных подходов, большинство моделей (за исключением простейших) не поддаются чисто теоретическому анализу, и поэтому возникает потребность в использовании вычислительных методов, особенно при изучении поведения нелинейных объектов.

Шестой шаг: достижение поставленной цели в результате исследований и установления адекватности модели, т.е. соответствия между исследуемой кибернетической модели и предложенными гипотезами; если неадекватная модель даёт результат отличный от истинного, то ее необходимо модифицировать или отбросить.

Если отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в компьютерном моделировании, реальным процессам, то речь идет о *кибернетическом моделировании*, т.е. отображении некоторой функции и рассматриваемого реального объекта, как объекта, имеющего ряд ходов и выходов с моделируемыми связями между ними.

В заключении добавим, что чем больше аналитик может варьировать с данными, строить компьютерную модель и оценивать результаты, тем качественнее конечные (выходные) показатели.

Работа с данными становится эффективней при интеграции средств обработки: визуализации, использовании графического инструментария, средств формирования запросов и оперативного анализа.

На современном этапе развития компьютерного моделирования можно выделить следующие алгоритмы интеллектуальных вычислений:

- нейронные сети,

- дерево решений,
- системы размышлений на основе аналогичных случаев,
- алгоритмы определений ассоциаций и последовательностей,
- нечеткую логику,
- генетические алгоритмы,
- эволюционное программирование,
- визуализацию данных,
- комбинацию и т.д.

Наиболее перспективным видом компьютерного моделирования является *имитационное моделирование* - возможность имитировать реальные явления в определенном формате.

Не смотря на все многообразие научной мысли, окружающий мир един, и исследователи эффективно используют этот дар природы, выражающийся, в том числе и в универсальности компьютерного моделирования.

Библиографический список:

1. Демин А.В., Гунина А.С., Малафеев П.В. Оценка рисков при выполнении НИОКР // Труды Конгресса "IS&IT'11", AIS'11 CAD-2011. - 2011. - Т. 2. - С. 350-354. - ISBN 978-5-9221-1329-8. Статья.
2. Демин А.В., Денисов А.В. Имитационная модель системы приема и преобразования информации комплексов дистанционного зондирования земли // Труды конференции - Конгресс "IS&IT'11", AIS'11, CAD-2011. - 2011. - Т. 1. - С. 410-414. - ISBN 978-5-9221-1329-8. Статья.
3. Демин А.В., Моисеева М.И. Оценка достоверности представления экспериментальных данных аналитической зависимостью // Труды конференции - Конгресс "IS&IT", AIS'11, CAD-2011. - 2011. - Т. 1. - С. 414-416. - ISBN 978-5-9221-1329-8. Статья.

УДК 33:518/519

ББК 65в6

Тагавердиева Д.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Tagaverdieva D.S.

MODELING OF CORPORATE STRUCTURES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

В данной статье впервые на основе использование комплекса матема-

тической модели динамического программирования проанализирована проблема оптимизации распределения внутрифирменных инвестиций.

В результате проведенного исследования автором впервые продемонстрирована модель, позволяющая проанализировать конкурентоспособность и устойчивость корпоративной группы. Данная методика основана на ранжировании участников группы по степени их инвестиционной привлекательности и приоритетности.

Выявлена и обоснована возможность достижения эффективности группы на основе пошаговых и поэтапных процессов инвестиционной составляющей участников корпоративной структуры, так же отмечены критерии эффективности.

Автором замечено, что в качестве критерия экономической эффективности может служить общий гарантированный объем прибыли, получаемой членами корпоративной группы в течение определённого периода времени. Главное достоинство новой математической модели заключается в том, что практика применения данного механизма демонстрирует его надежность и перспективность.

Ключевые слова: модель, программирование, выигрыш, инвестиции, прибыль, шаг, корпорации, группа, эффективность, оптимальность, критерий.

This article was first based on the use of complex mathematical models of dynamic programming analyzed the problem of optimizing the distribution of internal investment.

As a result of research by the author for the first time demonstrated the model to analyze the competitiveness and sustainability of the corporate group, This methodology is based on the ranking of participants in groups according to the degree of their investment attractiveness and priority.

Identified and the possibility of achieving the group's performance based on an iterative and incremental processes of the investment component of the members of the corporate structure, as noted performance criteria.

The author observed that as the criterion of economic efficiency can serve as a total guaranteed amount of income received by members of the corporate group within a certain period. The main advantage of the new mathematical model is that the practice of application of this mechanism demonstrates its reliability and availability.

Key words: model, programming, win, investments, profit, step, corporations, group, effectiveness, efficiency, criterion.

Корпоративная форма организации производства и предпринимательства в России стала одной из составляющих многоукладной рыночной экономики. При всей безусловной важности малых и средних форм предпринимательства именно крупные структуры, имеющие огромные собственные финансовые ресурсы, а также значительные возможности по их привлече-

нию и в состоянии конкурировать на мировом рынке [1].

Актуальность и значимость вопросов совершенствования механизма функционирования корпоративных структур в отраслях промышленности определяются радикальными преобразованиями экономической системы в целом.

В рамках усиливающейся конкуренции ключевым звеном системы управления экономикой является эффективное функционирование корпоративных структур, стремящихся стать полноценным участником рынка. Основной причиной повышенного внимания к вопросам экономической эффективности корпораций можно считать стремление организовать безопасные условия для инвесторов [2, с. 5-7].

Разработка и внедрение новой модели корпоративных структур, по нашему мнению, позволит оценить в короткие сроки риски инвесторов и принять решение о том, вкладывать свой капитал или нет. Можно отметить, что недостаточная разработанность эффективного функционирования корпоративных образований в промышленности и позволило прибегнуть к разработке экономико-математического моделирования. На современном уровне динамическое программирование относится к числу наиболее эффективных методов.

В рамках цели данного исследования можно отметить, что повышение эффективности корпоративных структур можно достичь за счет использования долевого финансирования участников группы, способствующих их устойчивости, перспективности и надежности.

В целом, можно сослаться на то, что различные предприятия могут иметь различный уровень доходности и конкурентоспособности продукции. Данный метод позволяет оценить результаты деятельности промышленных корпораций, с целью выявления наиболее эффективных и инвестиционно привлекательных. Главной задачей головной компании, в данном случае, – разработка планов развития предприятий – участников, входящих в состав корпоративной группы. Центральная компания ранжирует участников группы по степени их инвестиционной приоритетности. Проблемой корпорации является эффективное распределение внутренних инвестиций, опираясь на соотношение прибыльности и вложенного капитала. Другими словами, необходимо выделить подразделения, обладающие наибольшим потенциалом по доходам. При этом большое значение придается конкурентоспособности группы и ее полезности для всей компании. Определение полезности предприятия-участника группы для компании опирается на оценку значимости данной единицы. Таким образом, можно отметить, что наибольшее значение уделяется важности бизнеса данного подразделения в качестве составной части фирмы.

Для достижения поставленной цели необходимо исследование предприятий с точки зрения их эффективности. В качестве показателя эффективности берется прибыль участников группы.

Основная цель – это показать, что использование долевого финанси-

вания способствует повышению экономической эффективности группы, что обеспечит ее устойчивое функционирование.

Основным критерием эффективности является валовый объем прибыли, получаемой участниками группы.

Допустим, рассматривается задача, которая состоит из n шагов, например, инвестиционная привлекательность, конкурентоспособность продукции, и т.д.

Обозначим эффективность в целом через R , а показатель эффективности через β_i , $i = 1 \dots n$.

Таким образом, если R обладает свойством аддитивности, т.е.

$$R = \sum_{i=1}^n \beta_i \quad (1)$$

то возможно нахождение оптимального решения исследуемой задачи с помощью методики динамического программирования.

В целом, реализовать данный механизм возможно применяя методику программирования с помощью пошагового механизма процессов управления, показателем эффективности которых обладает вышеприведенным свойством (1) [3, с. 112-114].

Основным показателем эффективности в задачах такого рода является выигрыш. Всеми этими процессами возможно управлять, и от оптимального выбора зависит размер выигрыша.

Оптимизированное управление y – это критерий управления y , при котором $R(y^*)$ является наибольшим (или наименьшим, если есть необходимость сократить проигрыш).

$$R^* = R(y^*) = \max \{R(y)\}, y \in Y \quad (2)$$

где Y – допустимая величина управления.

Можно отметить, выбор оптимизированного управления y^* зависит от последовательности оптимальных шаговых управлений.

$$y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_1^*, \dots, y_n^*).$$

В рамках динамического программирования находится следующий принцип: управление на каждом уровне надо выбрать таким образом, чтобы сумма выигрыша была оптимальной на всех оставшихся уровнях. Все уровни являются независимыми друг от друга, и оптимальным уровнем управления будет управление, которое приносит максимальную отдачу.

Так, например, при приобретении нового оборудования взамен изношенного, на ее покупку затрачиваются денежные средства. Поэтому отдача от эксплуатации может быть вначале незначительной. Однако в будущем ожидается отдача в виде большей прибыли. И наоборот, если руководство

решил не заменять старое оборудование на новое, то в дальнейшем это может привести к серьезным последствиям в виде убытков.

Вышеприведенный пример освещает следующий факт: в многоэтаповых (многошаговых) процессах все этапы (шаги) взаимосвязаны, и, следовательно, управление на каждом этапе необходимо выбирать с учетом его будущих результатов. Например, важно знать прибыль предыдущего года ($i-1$), полученная предприятием при определении количества средств, инвестируемых в i -м году.

Таким образом, можно сделать вывод, что при выборе шагового управления необходимо учитывать результаты предыдущего шага, а также воздействие управления на все оставшиеся до реализации системы шаги.

Введем следующие обозначения для составления математической модели программирования управления:

f – положение реализуемого процесса;

F – вариация состояний системы перед i – м этапом;

R_i – отдача с i – го этапа до окончания процесса, $i = 1 \dots n$.

Учитывая вышеизложенное, определим главные этапы составления данной модели.

1. Пошаговое деление процесса. Необходимо, чтобы шаг не был маленьким, с той целью, чтобы не пришлось делать дополнительных расчетов и не должен быть слишком большим, усложняющим данный процесс.

2. Выявление ограничений и выделение переменных, которые влияют на состояние f моделируемого процесса перед каждым шагом. В роли таких переменных могут служить такие показатели как например: годовая рентабельность продукции.

3. Выбор множества шагов управления y_i , $i = 1 \dots n$.

4. Определение выгоды

$$\beta_i = (f, y_i), \quad (3)$$

который принесет на i – м этапе управление y_i , в случае если система перед этим находилась в положении $f^{\wedge}$.

5. Определение положения $f^{\wedge}$, в которое переходит система из состояния под воздействием управления y_i .

6.

$$f^{\wedge} = g_i(f, y_i) \quad (4)$$

где g_i – функция перехода на i – м шаге из положения f в положение $f^{\wedge}$.

7. Составление уравнения, которое позволит выявить оптимальный выигрыш на последнем шаге системы.

$$R_m(F) = \max \{ \beta_m(f, y_n) \} \quad (5)$$

8. Составление основного функционального уравнения динамического программирования, который выявит условный выигрыш для составления f с i – го шага и до окончания процесса.

$$R_i(F) = \max \{ \beta_i(f, y_i) + R_{i+1}(K_i(f, y_i)) \} \quad (6)$$

В уравнении (6) в уже существующую функцию $R_{i+1}(f)$, которая демонстрирует условный выигрыш с $(i+1)$ – го шага до окончания процесса, вместо положения f подставлено новое положение $f' = K_i(f, y_i)$, в которое процесс переходит на i -м шаге под воздействием управления y_i .

В рамках вышеприведенного можно отметить, что в динамических моделях, в отличие от линейных вносятся переменные управления y_i , а также переменные, характеризующие динамику состояния f под воздействием управления.

Можно сделать вывод, что в условиях избыточного функционирования рынка главной проблемой руководства компании является обеспечение долгосрочной конкурентоспособности.

Главный фактор успеха – это возможность конкурировать и способность управлять развитием, т.е. от чего зависит прибыль сегодня и завтра. Без понимания своих возможностей невозможно эффективно развиваться и меняться.

На современном уровне задачи управления организации можно решить с помощью построения модели динамического программирования ее деятельности. Механизм динамических моделей более сложный, т.к. в данных моделях учитывается временной фактор. Данная методика может быть апробирована на предприятиях и организациях с целью получения практической значимости данного исследования [4].

Таким образом, данный подход позволил обоснованно и комплексно подойти к существующей проблеме.

Разработанная модель оценки эффективности инвестирования корпоративных промышленных предприятий, сформированная с помощью метода динамического программирования учитывает, управленческие, экономические инвестиционные составляющие, влияющие на данный процесс.

Можно, также, отметить, что разработанная модель динамического программирования позволяет включать в анализ:

- а) большое количество корпораций;
- б) предприятия различных отраслей, что делает ее еще более привлекательной с точки зрения эффективности вложения капитала.

Эффективность применения разработанных методов инвестиционного моделирования обусловлена тем, что они могут быть легко реализованы обычным пользователем ПК в среде MS Excel, а универсальность математических алгоритмов, используемых в технологиях, позволяет применять их для широкого круга ситуаций неопределённости, а также модифицировать и дополнять другими инструментами. Практика реализации предлагаемого механизма демонстрирует его высокую надежность и перспективность [5].

Положительный эффект данного новшества состоит в возможности принятия более качественных и эффективных инвестиционных решений.

Библиографический список:

1. Совершенствование механизма корпоративного управления на промышленных предприятиях: на примере Республики Дагестан. Тагавердиева Д.С.: диссертация кандидата экономических наук Махачкала, 2010.- 174 с.:
2. Анализ результативности деятельности АО.//Проблемы теории и практики управления. Пласкова Н. – 2007. - № 3. – с. 53-56
3. Финансовый анализ. Васильева Л.С. – М.: Изд-во «Кнорус», 2006. – 348с. (112-115)
4. Аналитический центр «Эксперт» под руководством Шмаровой А. <http://www.raexpert.ru/>
5. Формирование корпоративных образований в промышленности региона. Бейбулатова З.М. Дис. канд. экон. наук : 08.00.05 : Махачкала, 2004. с - 181 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 624.74:624.075

Агапов В.П., Айдемиров К.Р.

О РАСЧЕТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ «ПРИНС»

Agapov V.P., Aidemirov K.R.

ON THE CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE PLATES OF VARIABLE THICKNESS IN THE COMPUTER PROGRAMM «PRINS»

Описываются особенности моделирования железобетонных плит переменной толщины в вычислительном комплексе метода конечных элементов «ПРИНС». Приводится пример расчета консольной железобетонной плиты, выполненного в этом комплексе. Рассматриваются два варианта сечения плиты - постоянное и переменное. Результаты расчета сравниваются по напряжениям и деформациям.

Ключевые слова: *строительные конструкции, железобетонные плиты постоянного и переменного сечения, метод конечных элементов.*

The features of modeling of reinforced concrete slabs of varying thickness in computer finite element method program PRINS are described. An example of the cantilever reinforced concrete slab, made in this program, is given. Two options section of the plate - fixed and variable, are considered. Calculation results are compared to stresses and strains.

Key words: *building structures, reinforced concrete plates of constant and variable thickness, finite element method.*

При проектировании железобетонных плит покрытий и перекрытий часто используется способ уменьшения напряжений, как в приконтурной, так и в основной части плиты за счет ее постепенного утолщения к линии контура [1-3]. В некоторых случаях этот прием существенно изменяет условия работы плиты, которая при искривлении ее срединной поверхности начинает работать как пологая оболочка. При расчете таких конструкций методом конечных элементов необходимо использовать оболочечные конечные элементы, как постоянной, так и переменной толщины. Однако элементы переменной толщины имеются не во всех конечно-элементных программах. Поэтому расчетчики и проектировщики, использующие такие программы, вынуждены упрощать расчетные схемы и представлять плиты переменной толщины как плиты ступенчатого сечения [4-7]. Это приводит к искажению напряженно-

деформированного состояния рассчитываемых конструкций. Следует отметить, что в подавляющем большинстве работ, посвященных расчету железобетонных плит с учетом нелинейности деформирования, также рассматриваются в основном плиты постоянного сечения (см., например, [8-10]). Отсутствие общедоступных и апробированных методик расчета плит переменной толщины создает проблемы при проектировании и расчете конструкций, содержащих подобные элементы. Возможно, что это является одной из причин того, что на практике плиты постоянной толщины применяются и в тех случаях, когда в этом нет никакой необходимости с точки зрения логики работы конструкции, например, при устройстве балконов или лоджий, что приводит к перерасходу материала. Упомянутые выше проблемы решены в вычислительном комплексе ПРИНС, в составе которого имеются конечные элементы железобетонных плит переменной толщины трех- и четырехугольной формы в плане. В качестве иллюстрации возможностей комплекса ПРИНС и доказательства возможности экономии материала рассмотрим расчет консольной плиты на равномерно распределенную нагрузку и собственный вес.

Плита рассчитывалась в двух вариантах. В первом варианте толщина плиты принималась постоянной, во втором - переменной. Размеры плит приведены на рис.1 и 2.

Расчет проводился в линейной постановке при следующих исходных данных: в качестве материала плит принят тяжелый бетон класса В40 с начальным модулем $E = 332000 \text{ кгс} / \text{см}^2$, коэффициентом Пуассона $\mu = 0.2$, удельным весом $\gamma = 2500 \text{ кгс} / \text{м}^3$ и расчетным сопротивлением на растяжение $R_{bt} = 1,4 \text{ МПа}$. Плиты усиливались в растянутой зоне арматурой класса А III с площадью сечения $62,8 \text{ см}^2 / \text{м}$. Интенсивность нагрузки принималась равной $1 \text{ кН} / \text{м}^2$.

Для обоих вариантов принималась одна и та же расчетная схема, показанная на рис.3.

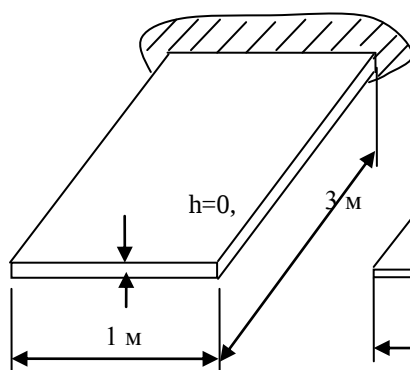


Рисунок 1 - Плита постоянной толщины

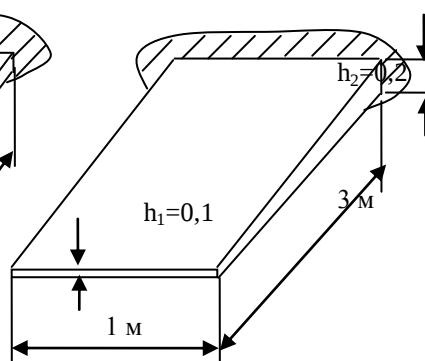


Рисунок 2 - Плита переменной толщины

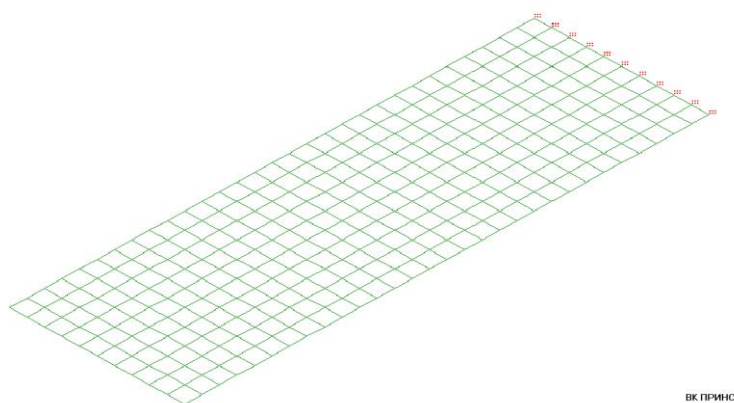


Рисунок 3 - Расчетная схема плиты

Результаты расчетов представлены на рис. 4 - 7.

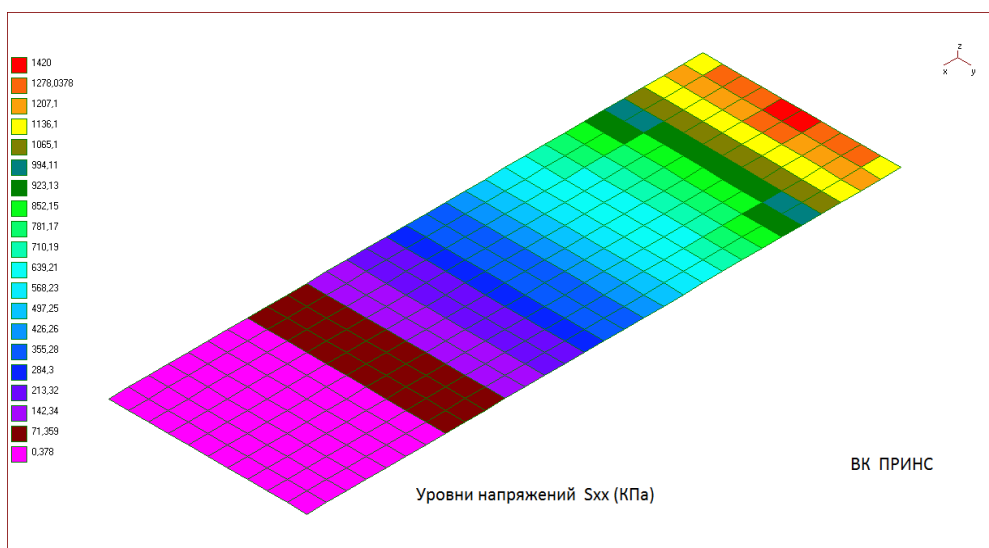


Рисунок 4 - Напряжения на верхней поверхности плиты постоянного сечения (МПа)

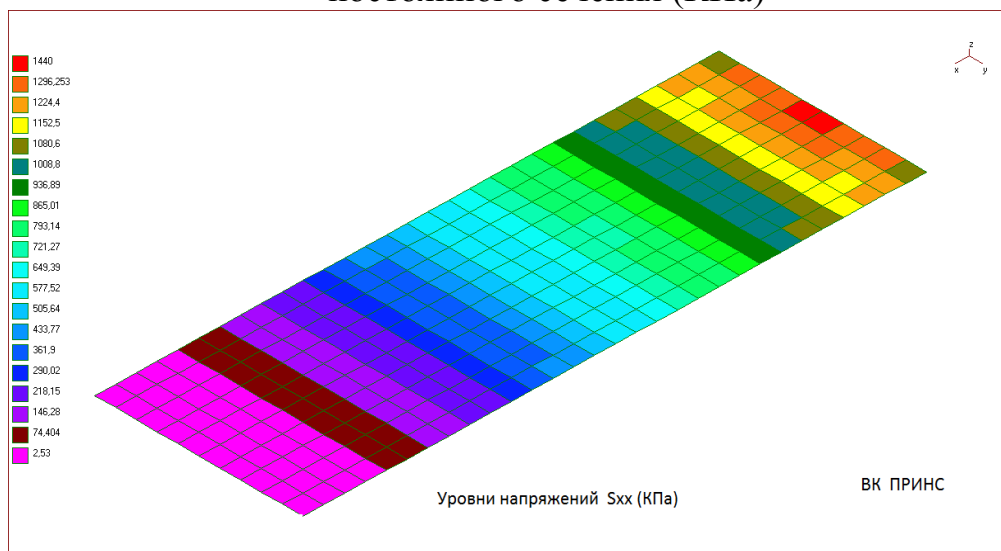


Рисунок 5 - Напряжения на верхней поверхности плиты переменного сечения (МПа)

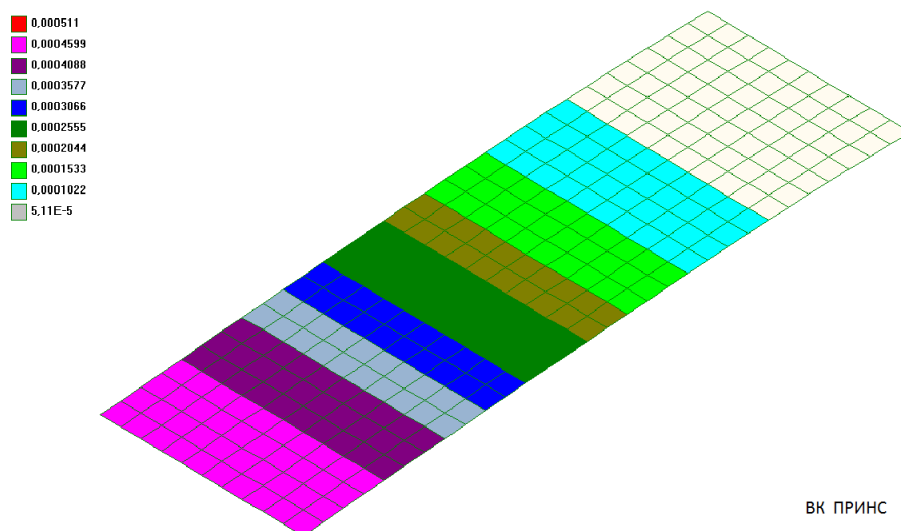


Рисунок 6 - Перемещения в плите постоянного сечения (м)

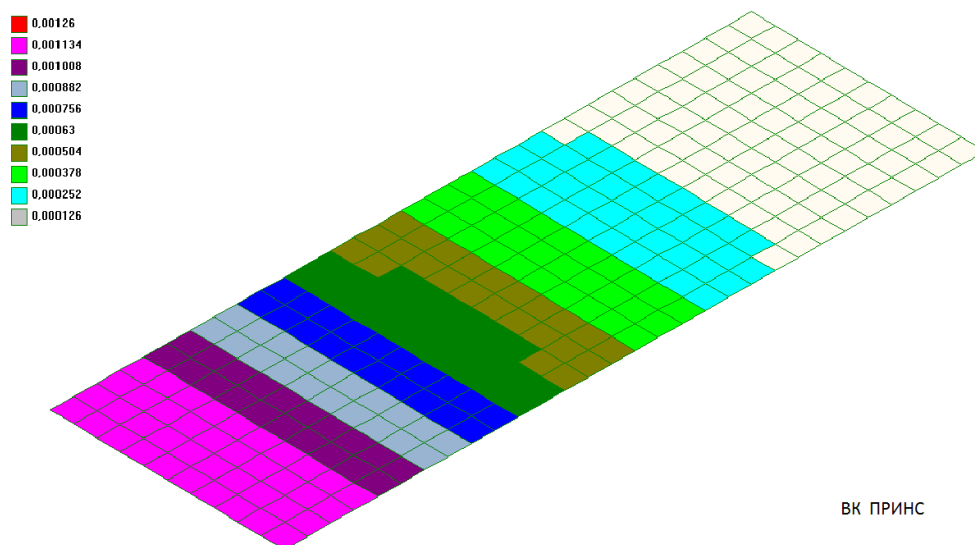


Рисунок 7 - Перемещения в плите переменного сечения (м)

Как видно из рисунков 4 и 5, обе рассчитанные плиты дают практически одинаковые значения напряжений на растянутой поверхности в заделке: $\sigma_{x, \max} = 1420$ кПа в случае плиты постоянного сечения и $\sigma_{x, \max} = 1440$ кПа в случае плиты переменного сечения. Следовательно, сравниваемые плиты обеспечивают одинаковую прочность. Однако объем плиты переменного сечения намного меньше. При принятых размерах объем плиты постоянного сечения $V_{\text{пост}} = 1,2$ м³, а объем плиты переменного сечения $V_{\text{перем}} = 0,525$ м³. Таким образом, замена плиты постоянного сечения плитой переменного сечения в данном случае обеспечивает более чем двукратную экономию бетона.

Что касается деформаций плит, то максимальный прогиб в случае плиты постоянного сечения оказался равен $w_{\text{макс, пост}} = 0,511$ мм, а в случае плиты пе-

ременного сечения $w_{\text{макс,перем}} = 1,26 \text{ мм}$, т.е. несколько больше. Однако и в последнем случае максимальный прогиб составляет $1/2381$ длины консоли, равной 3 м, что намного меньше норм, принятых в строительстве.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что программный комплекс ПРИНС может оказаться полезным при проектировании и расчете конструкций, содержащих плиты переменной толщины.

Библиографический список:

1. Складнев Н. Н. Особенности работы ребристых полок панелей покрытий одноэтажных промзданий//Железобетонные элементы и конструкции пространственно-деформируемых систем. – М., 1976. – с. 83-87.
2. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник/Ю. А. Дыховичный, Э. 3. Жуковский, В. В. Ермолов и др.; Под ред. Ю. А. Дыховичного, Э. 3. Жуковского.— М.: Высш. шк., 1991.—543 с.
3. СП 52-117-2008. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Часть I. Методы расчета и конструирование. - М., 2008.
4. Басов К.А. ANSYS: Справочник пользователя. - М., ДМК Пресс, 2005. - 640 с.
5. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможности их анализа.- М., ДМК Пресс, 2005. - 600 с.
6. Городецкий А. С., Евзеров И. Д. Компьютерные модели конструкций. К.: Факт,- 2007. - с. 392.
7. Карпенко С.Н. Модели деформирования железобетона в приращениях и методы расчета конструкций. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - М., 2010.- 375 с.
8. Ray S.S. Reinforced concrete. Analysis and Design. - Blackwell Science Ltd. 1995. - 543 p.
9. Chen W.F. Plastisity in Reinforced Concrete. - J.Ross Publishing, 2007. - 463 p.
10. Kwak H.G., Filippou F.C. Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Structures Under Monotonic Loads. - Department of Civil Engineering University of California Berceley, California.- Report NO.UCB/SEMM-90/14. - 2004. - 120 p.
11. Агапов В.П. Исследование прочности пространственных конструкций в линейной и нелинейной постановках с использованием вычислительного комплекса «ПРИНС». - Пространственные конструкции зданий и сооружений (исследование, расчет, проектирование, применение). – Сб. статей, вып. 11 // МОО «Пространственные конструкции», под ред. В.В.Шугаева и др. – М., 2008, с. 57-67.

УДК 691.32

Дзугулов И.А., Кажаров А.Р., Курбанов Р.М.

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ФИБРОБЕТОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА, АРМИРОВАННЫЕ БАЗАЛЬТОВЫМИ ВОЛОКНАМИ

Dzugulov I.A., Kazharov A.R., Kurbanov R.M.

FINE-GRAINED THE FIBER CONCRETE WITH APPLICATION VOLCANIC ASH, REINFORCED BY THE BASALT FIBRES

Разработаны составы мелкозернистого бетона с применением вулканического пепла. Исследованы составы и свойства мелкозернистых фибробетонов с вулканическим пеплом с применением методов математического планирования эксперимента. Выявлено, что армирование мелкозернистого бетона базальтовыми волокнами существенно повышает их прочность при изгибе.

Ключевые слова: *мелкозернистый бетон, вулканический пепел, базальтовое волокно, планирование эксперимента.*

The compositions of fine-grained concrete with the application of volcanic ash are developed. Are investigated compositions and properties of fine-grained fiber concrete with the volcanic ash with the application of methods of the mathematical planning of experiment. It is revealed, that the reinforcement of fine-grained concrete by basaltic fibers substantially increases their strength with the bend.

Key words: *fine-grained concrete, volcanic ash, basaltic fiber, planning experiment.*

Одним из главных путей научно-технического прогресса в строительстве является широкое применение новых эффективных материалов, способов увеличения эксплуатационных характеристик бетонов. Возведение современных зданий и сооружений требует применение бетонов, обладающих высокими эксплуатационными свойствами, такими как прочность на сжатие и растяжение, трещиностойкость, ударная вязкость, износостойкость, коррозионная стойкость, морозостойкость и т.д.

Одним из путей решения задач по совершенствованию эксплуатационных характеристик мелкозернистого бетона является применение активных минеральных добавок, его армирование различными видами металлических и неметаллических фибр минерального или органического происхождения [1].

В качестве активной минеральной добавки в мелкозернистом бетоне

нами исследовался вулканический пепел. Целесообразность их применения обуславливается тем, что из 60 – 75 % кремнезема, входящего в состав вулканических пород, 30 – 35 % находится в аморфном (активном) состоянии [2].

Выбор базальтового волокна для дисперсного армирования можно объяснить следующими причинами: наличие больших запасов базальта, диабаз, габбродорелита для производства базальтовых волокон во многих регионах страны является предпосылкой для массового применения в строительстве; экологическая безопасность их применения; более высокий модуль упругости и низкая себестоимость базальтовых волокон по сравнению со стеклянными; более высокая щелочестойкость базальтовых волокон по сравнению со стеклянными волокнами из алюмоборосиликатного состава.

В исследованиях для разработки мелкозернистых фибробетонных композитов применялись: портландцемент ПЦ500-ДО производства ЗАО «Белгородский цемент»; песок «Малкинского» месторождения с максимальной крупностью зерен 5 мм; вулканический пепел фракции 0-0,14 мм Заюковского месторождения; базальтовое волокно производства ОАО «Ивотстекло» марки РНБ-9-1200-4с.

Химический состав вулканического пепла «Заюковского» месторождения, использованного в исследованиях, представлен в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав вулканического пепла

Содержание основных компонентов в % от массы								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO	Na ₂ O+ +K ₂ O	SO ₃	п.п.п.
73,1	13,75	1,75	1,65	1,12	0,23	3,87	0,12	2,0

Гранулометрический состав песка «Малкинского» месторождения приведен в табл. 2.

Таблица 2 - Гранулометрический состав песка

Наименование материала	Частные остатки на ситах, %					Прошло сквозь сито 0,14
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Песок	4,6	9,3	25,5	35,5	21	4,1

Приготовление смеси осуществляли в смесителе принудительного действия, в который последовательно загружали цемент, вулканический пепел, песок, базальтовое волокно и перемешивали до получения однородной сухой смеси, затем добавляли воду и вновь продолжали перемешивание до получения однородной дисперсно-армированной мелкозернистой бетонной смеси.

Подвижность мелкозернистой бетонной смеси определяли по вискозиметру Суттарда. Расплыв смеси составлял 18 см. Образцы размером 4x4x16

см формовали литьевым способом и осуществляли естественную сушку в воздушно-сухих условиях.

Результаты исследований мелкозернистого бетона с добавкой вулканического пепла в качестве активной минеральной добавки приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Физико-механические свойства мелкозернистого бетона

Соотношение цемента к песку по массе	Количество добавки пепла в % от массы цемента	Предел прочности на изгиб, МПа	Предел прочности на сжатие, МПа	Водопоглощение по массе, %
1:2	—	4,3	19,5	12,4
1:2	10	4,2	19,1	12,6
1:2	20	4,1	19,0	12,9
1:2	30	3,8	18,3	13,2

Из табл. 3 следует, что с увеличением количества добавки вулканического пепла в цемент происходит снижение прочности на изгиб и сжатие мелкозернистого бетона. В портландцемент ПЦ500-ДО можно вводить до 20 % вулканического пепла с максимальными размерами зерен до 0,14 мм без существенного уменьшения показателей пределов прочности на изгиб и сжатие образцов нормального твердения, что обусловлено гидравлической активностью мелкодисперсных частиц пепла.

Были проведены эксперименты по определению влияния на характеристики мелкозернистого бетона замена пылевидной фракции ($d \leq 14$ мм) кварцевого песка на вулканический пепел. Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Физико-механические свойства мелкозернистого бетона с добавками вулканического пепла взамен пылевидной фракции кварцевого песка

Соотношение цемента к песку по массе	Количество добавки пепла в % от массы кварцевого песка	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглощение по массе, %
1:2	—	4,3	19,5	12,4
1:2	4,1	5,8	21,3	7,8
1:3	—	3,4	12,3	—
1:3	4,1	4,9	14,4	—
1:4	—	2,6	7,4	—
1:4	4,1	3,6	8,7	—

Из табл. 4 следует, что замена пылевидной фракции кварцевого песка вулканическим пеплом приводит к увеличению прочности при изгибе на 34,8-44,0 %, при сжатии на 9,2-12,5 %. Водопоглощение для состава 1:2 по массе уменьшилось в 1,59 раза.

Разработанные мелкозернистые бетоны имеют такие недостатки, как хрупкость, относительно низкая прочность на изгиб и сжатие. Введение в смесь базальтовой фибры может устранить эти недостатки, а также улучшить физико-механические характеристики мелкозернистого бетона.

Состав исходной бетонной матрицы и ее физико-механические свойства мелкозернистого бетона для армирования базальтовыми волокнами приведены в табл. 5.

Таблица 5 - Расход компонентов в смеси и физико-механические свойства мелкозернистого бетона

№ состава	Расход компонентов в смеси на 1 м ³ , кг			Предел прочности, МПа	
	песок	цемент	вулканический пепел d<0,14 мм, 20 % от массы цемента	на сжатие	на изгиб
1	2	3	4	5	6
1	1302	521	130	19,0	4,1

Для изучения влияния параметров фибрового армирования на свойства мелкозернистого бетона был реализован ротатабельный план второго порядка типа правильного шестиугольника с центральными точками.

Геометрическая интерпретация такого плана представлена на рис. 1.

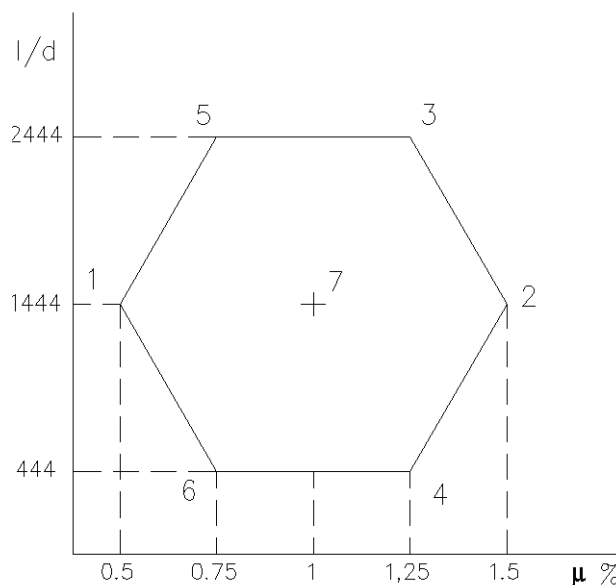


Рисунок 1 - План эксперимента

В качестве исследуемых факторов были приняты основные параметры дисперсного армирования: X_1 – процент армирования по объему μ_v , %; X_2 – отношение длины волокон к их диаметру l/d . В качестве параметров оп-

тимизации рассматривались: Y_1 – предел прочности при сжатии $R_{сж}$, МПа; Y_2 – предел прочности при изгибе $R_{изг}$, МПа. Матрица эксперимента имеет следующий вид (табл. 6).

Таблица 6 - Матрица эксперимента

№ п/п	Натуральные переменные		Матрица эксперимента				
	X_1	X_2	X_1	X_2	X_1^2	X_2^2	$X_1 X_2$
1	0,5	1444	-1	0	+1	0	0
2	1,5	1444	+1	0	-1	0	0
3	1,25	2444	+0,5	+0,87	+0,25	+0,75	+0,43
4	1,25	444	+0,5	-0,87	+0,25	+0,75	-0,43
5	0,75	2444	-0,5	+0,87	+0,25	+0,75	-0,43
6	0,75	444	-0,5	-0,87	+0,25	+0,75	+0,43
7	1,0	1444	0	0	0	0	0

Результаты экспериментов приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7 - Результаты испытания образцов на сжатие

№ п/п	Значения параллельных измерений функции отклика Y_1 , МПа						Среднее значение Y_1 , МПа	Дисперсия S_j^2	Коэффициент вариации, %	Ошибка S_j
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6				
1	14,23	14,73	14,23	14,53	15,13	14,13	14,5	0,15	0,03	0,38
2	13,80	13,80	14,20	13,56	14,35	13,60	13,9	0,10	0,02	0,32
3	13,95	14,21	14,50	14,20	14,05	14,15	14,2	0,03	0,01	0,19
4	13,10	12,95	12,80	13,10	13,20	12,85	13,0	0,03	0,01	0,16
5	14,80	15,20	14,55	14,70	14,68	14,95	14,8	0,05	0,02	0,23
6	12,90	14,40	13,10	12,95	13,60	14,20	13,5	0,43	0,05	0,65
7	15,20	15,50	15,40	14,95	15,10	14,75	15,2	0,08	0,02	0,28

Таблица 8 - Результаты испытания образцов на изгиб

№ п/п	Значения параллельных измерений функции отклика Y_2 , МПа						Среднее значение Y_2 , МПа	Дисперсия S_j^2	Коэффициент вариации, %	Ошибка S_j
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6				
1	9,29	8,76	8,43	8,52	8,85	8,94	8,8	0,10	0,04	0,31
2	9,50	9,80	10,10	9,70	9,60	10,00	9,8	0,05	0,02	0,23
3	9,34	9,29	9,12	9,31	9,15	9,32	9,3	0,01	0,01	0,09
4	9,31	9,02	8,76	9,25	8,96	8,85	9,0	0,05	0,02	0,22
5	9,60	8,23	9,22	9,42	8,55	9,37	9,1	0,30	0,06	0,55
6	7,96	9,37	8,32	8,25	9,10	8,70	8,6	0,29	0,06	0,54
7	10,05	9,73	9,54	9,63	9,90	9,70	9,8	0,03	0,02	0,19

После проведения эксперимента и обработки полученных данных получены следующие уравнения регрессии в кодированном виде:

$$Y_1 = 15,2 - 0,38 X_1 + 0,71 X_2 - X_1^2 - 1,43 X_2^2 - 0,06 X_1 X_2 ;$$

$$Y_2 = 9,8 + 0,43 X_1 + 0,23 X_2 - 0,5 X_1^2 - 0,9 X_2^2 - 0,12 X_1 X_2 .$$

По приведенным выше уравнениям были построены поверхности отклика (рис. 2).

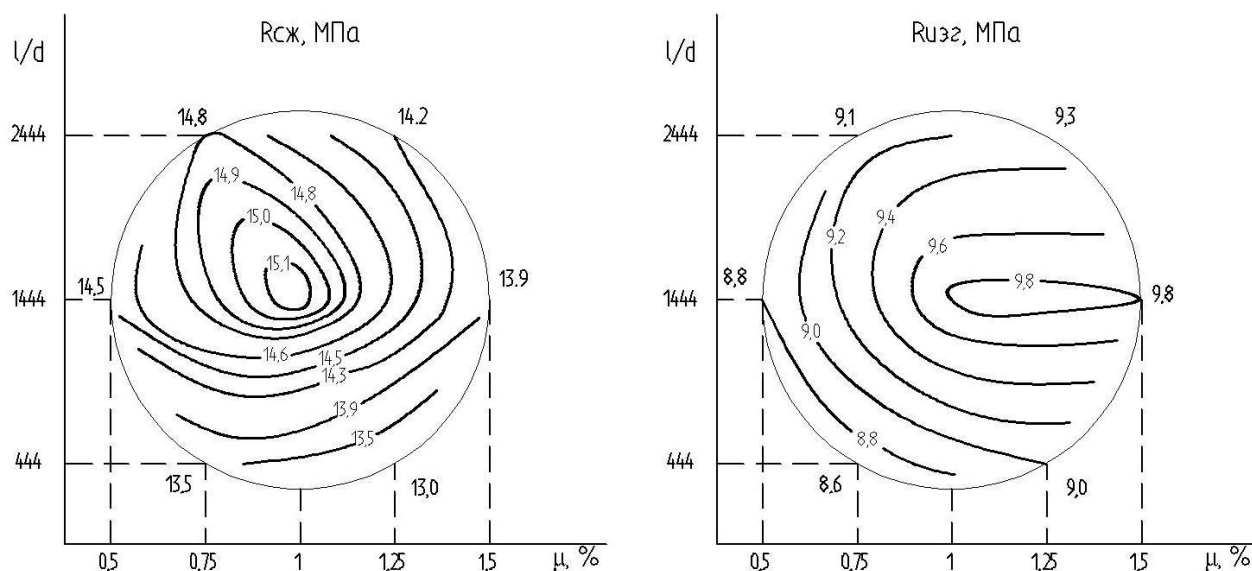


Рисунок 2 - Поверхности отклика. Здесь: $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, МПа; $R_{изг}$ – предел прочности при изгибе, МПа; l/d – отношение длины волокон к их диаметру; μ – процент армирования по объему

Вывод.

Анализ полученных уравнений и поверхностей отклика показал, что наибольшие значения прочности на сжатие наблюдаются в области плана с $\mu_v \approx 1,0\%$ и $l/d = 1444$, а прочности на изгиб – $\mu_v \approx 1,25\%$ и $l/d = 1444$. Дальнейшее увеличение процента армирования приводит к снижению прочности, что объясняется нарушением структуры дисперсно-армированного мелкозернистого композита.

Таким образом, применение вулканического пепла в мелкозернистых бетонах позволяет существенно уменьшить расход цемента, армирование базальтовыми волокнами повышает прочность на изгиб мелкозернистого бетона в 2,5 раза.

Библиографический список:

1. Волков И.В. Фибробетон: состояние и перспективы применения // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – № 9. – С. 37.
2. Ахматов М.А. Эффективность применения местных строительных материалов и бетона. – Нальчик: Эльбрус, 1986. – 160 с.
3. Жуков А.З., Хаджишалапов Г.Н., Хежев Т.А., Хежев Х.А. //Жаростойкие фибровермикулитобетонные композиты с применением вулканического пепла//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Махачкала № 35 (4) 2014, С 118-123 стр.

УДК 691.32

Овсюков М.Ю., Сухов А.А., Хежсев Т.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ФИБРОПЕНОБЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ПИЛЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ТУФА

Ovsyukov M.YU., Sukhov A.A., Khezhev T.A.

THE TECHNOLOGY OF THE FIBER AND FOAM CONCRETES WITH APPLICATION OF SAWING WASTE OF THE VOLCANIC TUFF

Разработаны способы приготовления и тепловой обработки фибропенобетон с применением отходов пиления вулканического туфа. Исследованы составы и свойства фибропенобетон. Предложенные способы приготовления фибропенобетонной смеси и тепловой обработки изделий позволяют снизить водотвердое отношение и усадочные деформации с одновременным увеличением прочности фибропенобетона.

Ключевые слова: *фибропенобетон, отходы пиления вулканического туфа, способ приготовления фибропенобетонной смеси, способ тепловой обработки изделий из фибропенобетона.*

Are developed the methods of preparation and hot working of fiber and foam concretes with the with application of sawing waste of the volcanic tuff. Are investigated compositions and properties of fiber and foam concretes. The methods of the preparation of the fiber and foam concretes mixture and the hot working of articles proposed make it possible to decrease water-solid relation and shrinkage strain with a simultaneous increase in the strength of fiber and foam concretes

Key words: *fiber and foam concretes, the sawing waste of the volcanic tuff, the method of the preparation of the fiber and foam concretes mixture, the method of the hot working of articles made of fiber and foam concretes.*

Одним из материалов, являющихся эффективной заменой кварцевого песка и других кремнеземистых компонентов может быть туфовый песок – вулканическая горная порода, ранее не использовавшаяся в технологии пенобетона. Использование для ячеистых бетонов дешевых материалов из отходов и рыхлых разновидностей вулканического происхождения позволяют решить и другую важную проблему – охрану окружающей среды и восполнить имеющийся огромный дефицит заполнителей для легких бетонов. Пористые природные заполнители вулканического происхождения являются легкими, имеют хорошее сцепление с цементным камнем, пылевидная часть химически активна в отношении цементов, а пористые разности, кроме того, способны создавать в бетоне эффект самовакуумирования.

Для исследований использовались: портландцемент М 400 Пикалевско-

го завода; известь воздушная кальциевая порошкообразная Угловского известкового комбината; гипс полуводный марки Г – 5, нормальнотвердеющий, среднего помола; пенообразователь – клееканифольный, состоящий с водой соотношение 1:5 и имеющий кратность 20. Химический состав отходов пиления вулканического туфа представлен в табл. 1. Максимальный размер зерен отходов пиления вулканического туфа составлял 1,25 мм.

Таблица 1 - Химический состав отходов пиления вулканического туфа

Содержание основных компонентов в % от массы								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO	Na ₂ O+ +K ₂ O	SO ₃	п.п.п.
73,1	13,75	1,75	1,65	1,12	0,23	3,87	0,12	2,0

Фибровая арматура изготавливалась из отходов промышленных капроновых нитей, образующихся при производстве канатов на АО «Нева». Диаметр элементарного волокна составлял 0,02 мм.

Изготовление ячеистобетонных образцов из сырьевой смеси включает следующие операции: приготовление ячеистобетонной смеси, формование и тепловлажностную обработку. Приготовление смеси осуществляли в смесителе периодического действия. По обычной (традиционной) технологии первоначально перемешивали цемент, известь, гипс и отходы пиления вулканического туфа – туфового песка с водой до получения однородной массы, затем добавляли синтетические волокна и пену, после чего перемешивание всех компонентов продолжали до получения смеси заданной плотности. По этому способу предусматривается одностадийное введение заполнителя. Образцы размером 4х4х16 см формовали литьевым способом. Тепловую обработку образцов, приготовленных по одностадийной технологии, осуществляли после предварительной выдержки в течение 16 ч при $t = 20 \pm 2$ °С в пропарочной камере при $t = 80$ °С по режиму 2 + 6 + естественное остывание. Перед испытаниями образцы высушивали до постоянной массы при $t = 105$ °С в сушильном шкафу. Проведенные нами исследования позволили установить эффективность использования для получения безавтоклавных пенобетонов вулканических горных пород, в том числе отходов пиления вулканического туфа [1, 2]. Составы предложенных сырьевых смесей фибропенобетона и их основные физико-механические свойства приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Составы пенобетона и физико-механические свойства

Составы	Соотношение компонентов в смеси, мас. %							Показатели свойств бетона		
	цемент	туфовый песок	известь	гипс	волокно	пена	вода	средняя плотность, кг/м ³	прочность при изгибе, МПа	прочность на сжатие, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	33,8	33,8	–	–	–	1,25	31,1	511	0,2	1,11
2	16,1	32,2	16,1	0,9	–	1,25	33,4	503	0,18	1,36
3	33,5	33,5	–	–	0,9	1,27	30,8	506	0,82	1,5

В технологии фибробетонов вопросы, связанные с перемешиванием, занимают особое место, так как именно на этой стадии происходит армирование смеси волокнами, обеспечение равномерности распределения которых, закладывает основы для получения материала с улучшенными свойствами. Кроме того, в процессе перемешивания составляющих бетона с неметаллическими волокнами возникает необходимость распушки последних.

Известно, что многие недостатки ячеистых бетонов (низкая прочность, большая усадка) являются следствием значительного водосодержания смеси. Высокий расход воды требуется для нормального образования структуры в процессе перемешивания раствора с пеной и определяется заданным распылом раствора для определенной расчетной средней плотности пенобетона на вискозиметре Суттарда по методике СН 277 – 80 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона».

Одним из способов снижения водосодержания смеси является применение различных технологических приемов, связанных с изменением порядка загрузки компонентов. В качестве примера можно привести технологию «сухой минерализации», разработанную в МГСУ [3].

Суть технологии заключается в приготовлении низкократной пены, в которую затем при непрерывном перемешивании добавляется смесь из сухих компонентов, происходит так называемая «сухая минерализация» пены. Низкократные пены характеризуются толстыми водными прослойками между воздушными пузырьками и поэтому отличаются высокой стойкостью к процессу минерализации: при приготовлении пенобетонной массы не наблюдается разрушения пены. В качестве особенности этого метода можно отметить то, что используемый заполнитель – кварцевый песок, применяется в немолотом виде, что позволяет снизить энергетические затраты.

Нами была предпринята попытка применить данную технологию в случае использования туфового песка, который проявил себя как высокопористый заполнитель и оказался способным высушить «мокрую» (низкократную) пену, в результате чего пористость фибропенотуфобетонной массы приобрела рваный, неоднородный характер с крупными сообщающимися порами.

Следует так же отметить, что пенобетонная смесь не отличалась стойкостью: спустя 20 минут после заливки осадка смеси составляла 20 – 25%.

Учитывая данные обстоятельства, был предложен способ приготовления фибропенотуфобетонной смеси с пофракционным введением заполнителя. Исходный туфовый песок с наибольшим диаметром зерен 1,25 мм рассеивался на две фракции: крупную, с диаметром зерен более 0,63 мм, и мелкую, с диаметром зерен менее 0,63 мм. Процентное содержание каждой фракции в исходном песке составляло соответственно 19 и 81 % по массе.

На первом этапе приготавливалась пенобетонная смесь с использованием мелкой фракции туфового песка. Затем в эту массу добавлялась остальная часть заполнителя. Этот прием имеет сходство с технологией «сухой минерализации» с тем отличием, что роль низкократной пены выполняет пенобе-

тонная масса, и минерализуется она ранее отсеянной крупной фракцией заполнителя. При этом крупные зерна заполнителя равномерно распределяются в объеме ранее приготовленной фибропенотуфобетонной смеси. Далее начинаются процессы структурообразования, аналогичные с процессами, протекающими при твердении легких бетонов на пористых заполнителях, а именно, крупные зерна заполнителя поглощают из цементного раствора избыточную воду, происходит самовакуумирование смеси, снижающее ее пластичность. Это замедляет капиллярный переток жидкости в пене, что способствует повышению устойчивости пенобетонной массы.

Следует отметить, что введение сухого заполнителя в готовую пеномассу не приводит к ее расслоению. Связано это с тем, что к этому времени поверхность пенных пузырьков уже «бронирована» частицами цемента и мелкого заполнителя, и крупное зерно «зависает» на такой пленке.

При дальнейшем твердении заполнитель отдает воду и поддерживает благоприятные условия твердения цементного раствора. В результате такого взаимодействия цементного раствора и пористого заполнителя происходит образование контактной зоны из цементного камня повышенной плотности. Это подтверждается результатами эксперимента (рис. 1), в котором сравнивались прочностные и деформационные характеристики образцов, приготовленных с одностадийным и пофракционным введением заполнителя при различных водотвердых отношениях.

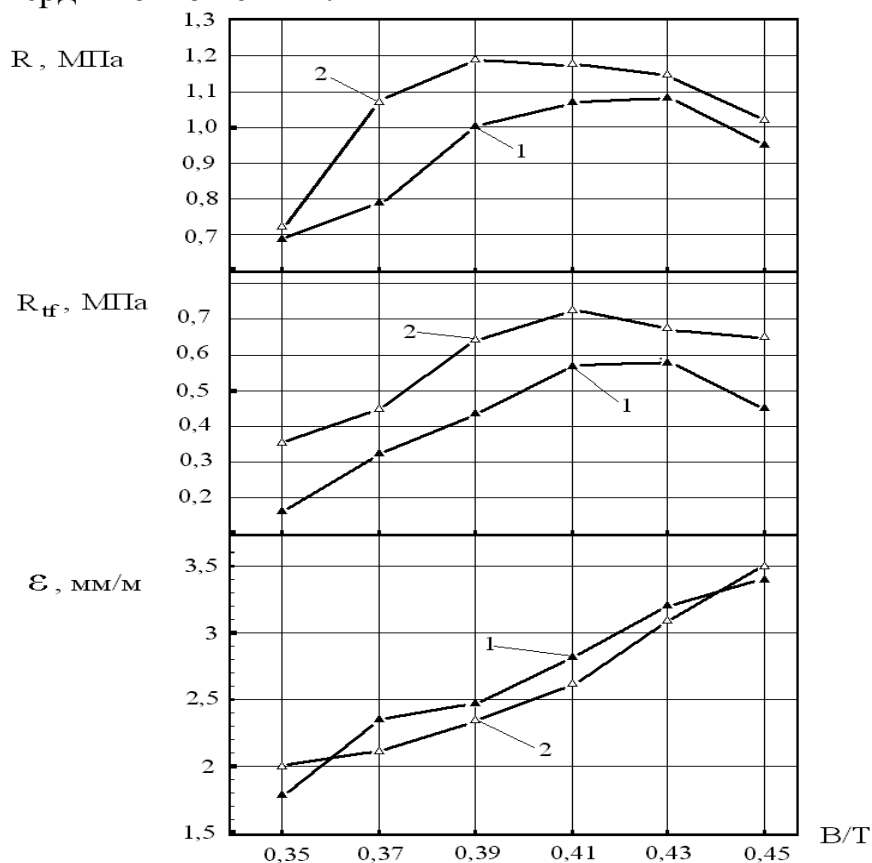


Рисунок 1 - Зависимость физико-механических характеристик фибропенотуфобетона от способа приготовления и водотвердого отношения смеси. Здесь: 1 – одностадийное; 2 – пофракционное введение заполнителя

Из рисунка 1 видно, что прочность образцов изготовленных по предложенному способу выше по сравнению с образцами, полученными по обычной технологии. Установлено, что применение такого приема позволяет снизить водотвердое отношение с 0,43 до 0,39 с одновременным увеличением прочности фибропенотуфобетона. При обычном (одностадийном) способе введения заполнителя снижение водосодержания отрицательно влияет на прочность материала.

Следует отметить, что помимо повышения прочности в результате снижения водосодержания смеси уменьшаются усадочные деформации при высыхании.

Дальнейшие исследования были направлены на исследования тепловлажностной обработки изделий из фибропенотуфобетона.

В данной работе применялась тепловая обработка в пропарочной камере при температуре 80 °С. По сравнению с автоклавной технологией, традиционно используемой для твердения ячеистых бетонов, эта технология обладает рядом преимуществ:

- отпадает потребность в дорогостоящих автоклавах и котлах высокого давления;
- не требуется помол кремнеземистого компонента;
- появляется возможность использования синтетических волокон в качестве дисперсной арматуры, которая «сгорает» или «растворяется» в автоклавах;
- сокращаются общие энергозатраты;
- появляется возможность организации производства ячеистобетонных изделий на базе существующих заводов ЖБИ.

Вместе с тем, безавтоклавная технология имеет и свои недостатки, одним из которых является высокая влажность фибропенобетона после пропаривания (в зависимости от вида заполнителя 20 – 45 %). Следствием этого является значительная усадка материала при высыхании, что приводит к появлению трещин.

Иногда изделия, соответствующие по прочности заданным требованиям, оказываются непригодными к применению, так как через некоторое время после тепловой обработки в них появляются и развиваются трещины в результате усадки бетона.

С целью снижения влажности изделий был проведен ряд экспериментов, в результате которых был предложен следующий способ тепловой обработки. В течение 2 часов осуществляется подъем температуры до 80 °С, изотермическая выдержка при этой температуре в течение 8 ч. Затем подача пара прекращается, и дальнейшая тепловая обработка проходит в среде подаваемого горячего воздуха, что приводит к удалению влаги.

По своему воздействию этот прием подобен вакуумавтоклавизации в технологии автоклавных ячеистых бетонов, когда после запарки материала в автоклаве создается разрежение, в результате чего снижается остаточная влажность материала.

В образцах, вырезанных из изделий, прошедших такую тепловую обработку, определялись прочность при сжатии, остаточная влажность и усадка при высыхании в естественных условиях.

Результаты испытаний, представленные на рис.2, свидетельствуют о значительном снижении остаточной влажности и усадки при высыхании после включения в процесс тепловой обработки этапа сухого прогрева.

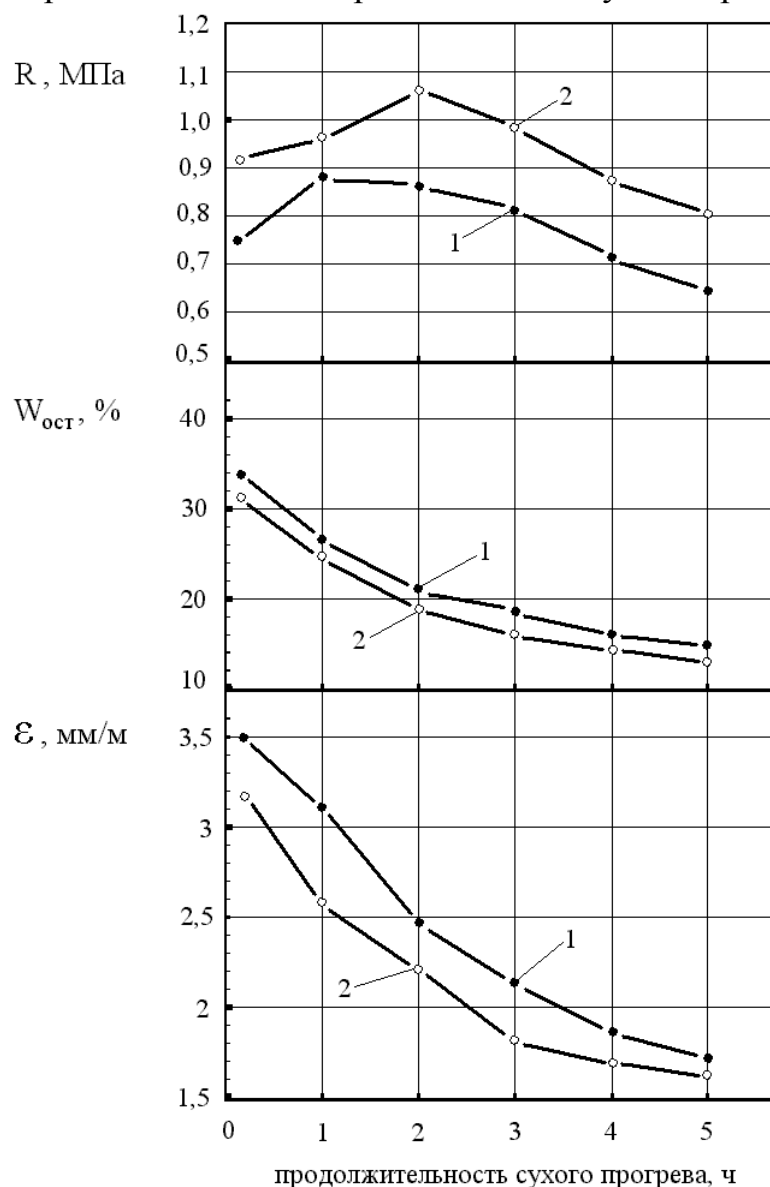


Рисунок 2 - Зависимость свойств фибропенотуфобетона от параметров тепловой обработки.

Здесь: 1 – продолжительность изотермической выдержки 6 ч;
2 – продолжительность изотермической выдержки 8 ч

Это объясняется тем, что часть влаги удаляется из пенобетона еще в процессе тепловой обработки (в процессе обработки горячим воздухом), и чем длительнее этот процесс, тем меньше остаточная влажность и усадка. Кроме того, на начальном этапе сушки имеет место повышение прочности

пенобетона. Это связано с тем, что в это время в образцах еще содержится влага и продолжается набор прочности.

При удалении воды с началом сушки начинается усадка. При этом она протекает в еще неокрепшем материале и дефекты структуры, возникающие при испарении воды и образовании капилляров, «залечиваются» вновь образующимися кристаллогидратами.

По мере уменьшения количества воды, реакции гидратации замедляются, и наблюдается снижение прочности.

Можно предположить, что это снижение прочности носит временный характер, и что со временем возобновится прирост прочности за счет влаги, содержащейся в воздухе.

Следует заметить, что увеличение времени изотермической выдержки при пропаривании улучшает характеристики ячеистого бетона (повышается прочность, снижается усадка при высыхании).

Вывод.

Применение предложенного способа приготовления фибропенотуфобетонной смеси позволяет снизить водотвердое отношение с одновременным увеличением прочности фибропенотуфобетона. Применение принудительной сушки позволяет снизить усадочные деформации ячеистых туфобетонных без потерь прочности при правильно подобранных режимах тепловой обработки (температура, время).

Библиографический список:

1. Хежев Т.А., Пухаренко Ю.В., Хашукаев М.Н. Применение различных кремнеземистых компонентов для получения ячеистых бетонов // Вестник Кабардино-Балкарского гос. ун-та. (Сер. «Технические науки», вып. 4). Нальчик: КБГУ, 2000. – С. 85-86.
2. Хежев Т.А., Пухаренко Ю.В., Хашукаев М.Н. Пенобетоны с применением вулканического туфа // Вестник Кабардино-Балкарского гос. ун-та. (Сер. «Технические науки», вып. 5). Нальчик: КБГУ, 2003. – С. 85.
3. А.с. 1574578 СССР, МКИ С 04 В 38/10. Способ изготовления теплоизоляционных материалов / Меркин А.П., Кобидзе Т.Е., Зудяев Е.А.; Моск. инженер.-строитин-т. - № 4373897/31 – 33; Заявлено 04.02.88; Опубл. 30.06.90, Бюл. № 24. – 2 с.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 332.2

Курбанова З.А.

ОСОБЕННОСТИ РАЗГРАНИЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Kurbanova Z.A.

FEATURES DELINEATION AND USE OF SPECIALLY PROTECTED THE CASPIAN LOWLAND THE REPUBLIC OF DAGHESTAN

Вопросы разграничения государственности на земли особо охраняемых территорий Прикаспийской низменности Дагестана нуждаются в дополнительной проработке. Требуется определение статуса земель рекреационной зоны побережья Каспийского моря, в том числе, и приграничной береговой полосы, правового и логического разрешения вопроса по управлению этими землями, как федеральным имуществом. Необходимо ускорить работы по разграничению оставшихся площадей земель этой зоны, провести инвентаризацию, поставить их на кадастровый учет и заключить договора аренды с хозяйствующими субъектами на этих землях.

Ключевые слова: разграничение государственной собственности, рекреационная зона, кадастровый учет, земельное законодательство.

Questions of delimitation of state property on specially protected areas land of the Caspian lowland in Daghestan need further study. It is Requires the definition of the status of land of recreational zones of the coast of the Caspian sea, including coastal and border strips, legal and logical resolution of the millet for the management of these lands as Federal property. It is Necessary to accelerate the work on the delimitation of the remaining areas of land in this zone, to take inventory, to put these lands on cadastral registration and to sign lease agreements with businesses on these lands.

Key words: division of state property, recreational area, cadaster, land legislation.

Вопрос разграничения государственной собственности на землю в некоторых субъектах Российской Федерации в настоящее время является достаточно актуальным. В Земельном кодексе РФ предусмотрено, что разграничение государственной собственности является одним из оснований приобретения права собственности на землю у Российской Федерации, ее субъектов и муниципальных образований.

Разграничение государственной собственности на землю в Республике Дагестан было начато в 2006 году в рамках реализации Федерального закона «О разграничении государственной собственности на землю» [1]. Однако на сегодняшний день, данный вопрос в республике стоит достаточно остро. И в полной мере это относится и к землям особо охраняемых территорий и объектов Прикаспийской низменности Республики Дагестан.

Земельные участки, расположенные на побережье Каспийского моря, от г. Махачкалы до границы с Азербайджаном, отнесены к землям особо охраняемых природных территорий – земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов [2].

В соответствии с постановлением Верховного Совета Российской Федерации «О разграничении государственной собственности в Российской Федерации на федеральную собственность, государственную собственность республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономной области, автономных округов, городов Москвы и Санкт-Петербурга и муниципальную собственность» [3], курорты, имеющие общереспубликанское значение, являются объектами, относящимися исключительно к федеральной собственности.

На основании данного постановления, уполномоченным органом Российской Федерации в РД были проведены землеустроительные работы по межеванию и постановке на государственный кадастровый учет земельных участков на данной территории.

Была проведена государственная регистрация прав собственности Российской Федерации на земельные участки особо охраняемых территорий и объектов с разрешенным использованием под туристско-рекреационную деятельность на побережье Каспийского моря (Карабудахкентском, Каякентском и Дербентском районах РД).

В Республике Дагестан территории рекреационного назначения Прикаспийской низменности представлены в основном землями курортно-рекреационного назначения расположенными на побережье Каспийского моря. Эти территории подразделяются на 4 курортные зоны (табл.1).

Таблица 1 - Курортные зоны Прикаспийской низменности Дагестана

№ п/п	Курортная зона	Площадь, тыс.га	Протяженность береговой зоны, км
1	Махачкалинская	55	80
2	Самурская	30	42
3	Манасская	27	48
4	Каякентская	32	40

Общая длина береговой линии составляет 530 км.

Количество баз отдыха, пансионатов, санаториев, пионерских лагерей и других объектов на побережье Каспийского моря составляет 150 на площади 3,2 тыс. га. На 2014 г. ТУ Росимущества в Республике Дагестан было разграничено и зарегистрировано право собственности РФ на земли рекреационно-

го назначения особо охраняемых территорий и объектов побережья Каспийского моря в пределах Республики Дагестан 45 земельных участка общей площадью 1836,2 га. Данные земельные участки были переданы в аренду физическим и юридическим лицам по районам. Общее количество земельных участков особо охраняемых территорий и объектов под рекреационную деятельность, поставленных на кадастровый учет земель Прикаспийской низменности Республики Дагестан составляет 243 объектов (табл.2).

Таблица 2 - Количество земельных участков поставленных на ГКУ в рекреационной зоне Прикаспийской низменности Республики Дагестан

№ п/п	Район	Общее количество земельных участков	Сформирование земельных участков на части
1	Каякентский	41	3
2	Карабудахкентский	183	398
3	Дербентский	19	280

В Прикаспийской низменности из земель населенных пунктов поставлены на государственный кадастровый учет земли городов Махачкала, Каспийск, Избербаш и Дербент.

Анализ существующего законодательства, регулирующий вопросы разграничения земель особо охраняемых территорий и объектов Прикаспийской низменности Дагестана позволил выделить две основные группы проблем требующих логического решения.

К первой группе относится проблема, возникающая в случае, когда один и тот же земельный участок в силу законодательства может быть отнесен как к собственности Российской Федерации, так и собственности субъектов РФ и муниципальных образований.

Так, некоторые особо охраняемые природные территории Прикаспийской низменности Республики Дагестан согласно действующему законодательству об особо охраняемых природных территориях в их границах допускается наличие земельных участков, относящихся к собственности муниципальных образований. В такой ситуации установление собственника указанных земельных участков затруднительно, поскольку если определять собственника по признаку отнесения особо охраняемых природных территориях, то им должна быть Российская Федерация, а если по признаку отнесения к землям особо охраняемой природной территории, то собственником должен быть субъект Российской Федерации. Если же такой земельный участок занят жилыми зданиями и объектами социально культурного назначения, то он должен относиться к собственности муниципального образования.

Отсутствие в законодательной базе [1] приоритетов отнесения земельных участков к той или иной собственности делает неизбежным разрешение вопроса в судебном порядке.

Для решения этого вопроса необходимо внести в существующий закон дополнительный пункт, в котором при возникновении вышеуказанной ситу-

ации указывался бы приоритет отнесения земельных участков к той или иной собственности.

Ко второй группе проблем относятся проблемы с применением такого критерия разграничения, как отнесение расположенного на соответствующих землях имущества к собственности Российской Федерации, субъектов РФ или муниципальных образований. Так, до сих пор не имеют собственника и являются бесхозными целый ряд земельных участков, расположенных на землях особо охраняемых территорий Прикаспийской низменности.

В 2008 г. вступил в силу Федеральный закон «О передаче земельных участков, находящихся в границах курортов федерального значения, в собственность субъектов Российской Федерации или муниципальную собственность».

Считалось, принятие этого закона позволит в соответствии с правилами земельного законодательства решить актуальную проблему отнесения земельных участков в границах курортов федерального значения к той или иной форме публичной собственности и, соответственно, обеспечит реализацию органами государственной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления своих полномочий в области управления этими землями.

Но побережье Каспийского моря Республики Дагестан предназначено не только для организации отдыха, туризма, физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности, но и является пограничной зоной РФ.

Пределы пограничной зоны определяются и изменяются решениями уполномоченных федеральных органов исполнительной власти [4].

В соответствии с постановлением Правительства Республики Дагестан [5], земельные участки, расположенные вдоль побережья Каспийского моря: Магарамкентский, Дербентский, Каякентский и Карабудахкентский районы в полосе местности на удалении 500 метров от линии уровня воды, включая территории населенных пунктов, санаториев, пансионатов и домов отдыха считаются входящими в пограничную зону. Порядок передачи из федеральной собственности в муниципальную собственность указанных территорий нормами Закона не регламентированы.

Согласно Приказа ФСБ РФ от 2 марта 2006 г. №82 «О пределах пограничной зоны на территории Республики Дагестан» пограничная зона на территории Республики Дагестан, прилегающая к государственной границе РФ с Азербайджанской Республикой и Республикой Грузия, морским побережьем РФ, установлена в пределах полосы местности до рубежа, проходящего в муниципальном образовании «Дербентский район».

Однако, несмотря на то, что данная категория земель относится к федеральной собственности Правительство РД и органы самоуправления, не имея на то законодательно утвержденных оснований, распоряжаются ими.

Анализируя сложившуюся ситуацию по разграничению земель особо охраняемых территорий и объектов рекреационного назначения Прикаспийской низменности РД, необходимо отметить, что по состоянию на 2014 год проведены работы по разграничению и поставлены на кадастровый учет зе-

мельные участки рекреационной зоны Прикаспийской низменности только на площади 1836,2 га из 2072,2 га всей площади. Это составляет 80% от всей площади земель рекреационной зоны Прикаспийской низменности.

До сих пор на побережье Каспийского моря в пределах Республики Дагестан существуют земельные участки, не прошедшие процедуру разграничения и регистрации права собственности. Они предоставлены сторонним пользователям в аренду на основании постановлений глав муниципальных образований или государственных актов. Это влечет за собой использование этих территорий с нарушением природоохранного законодательства.

Природоохранным законодательством определен режим особой охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов, в соответствии с которым в границах лечебно - оздоровительных местностей и курортов запрещается (ограничивается) деятельность, которая может привести к ухудшению качества и истощению природных ресурсов и объектов, обладающих лечебными свойствами.

Постановлением Правительства РД [6] были установлены границы и режим округа санитарной охраны курортной зоны на побережье Каспийского моря в Республике Дагестан.

Границы I зоны округа санитарной охраны (зона строгого режима), на территории которой запрещаются проживание и осуществление всех видов хозяйственной деятельности, за исключением работ, связанных с исследованием и использованием природных ресурсов в лечебных и оздоровительных целях при условии применения экологически безопасных и рациональных технологий [6].

Границы II зоны округа санитарной охраны (зона ограничений). На данной территории запрещаются размещение объектов и сооружений, не связанных непосредственно с созданием и развитием сферы курортного лечения и отдыха, а также проведение работ, загрязняющих окружающую природную среду и приводящих к истощению природных лечебных ресурсов [6].

Границы III зоны совпадают с границами округа санитарной охраны курортной зоны. На территории третьей зоны вводятся ограничения на размещение промышленных и сельскохозяйственных объектов и сооружений, а также на осуществление хозяйственной деятельности, сопровождающейся загрязнением окружающей природной среды, природных лечебных ресурсов и их истощением. Допускаются только те виды работ, которые не окажут отрицательного влияния на природные лечебные ресурсы и санитарное состояние лечебно - оздоровительной местности или курорта федерального значения [6].

Положением об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно - оздоровительных местностей и курортов федерального значения, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации [7], предусмотрено, что на территориях округов санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения устанавливается режим хозяйственной деятельности, запрещающий всякие

работы, загрязняющие почву, воду и воздух, наносящие ущерб лесам, зеленым насаждениям, ведущие к развитию эрозионных процессов и отрицательно влияющие на природные лечебные ресурсы и санитарное и экологическое состояние территорий.

Однако данные территории бесконтрольно используются различными хозяйствующими субъектами, которые наносят экологический ущерб данным территориям.

Так на побережье Каспийского моря, в пределах территорий муниципальных образований продолжается самовольная разработка карьеров по добыче пильных известняков, песка и кормовой ракушки, незаконная разработка глиняных карьеров и размещение кирпичных цехов. Незаконные решения по вопросам предоставления земельных участков на данных территориях приводят к конфликтным ситуациям и земельным спорам.

В целях обеспечения рационального и эффективного использования этих земель, осуществления государственного земельного контроля, необходимо произвести инвентаризацию ранее выданных лицензий на право пользования участками недр для добычи общераспространенных полезных ископаемых. В случае выявления нарушения законодательства, необходимо принять меры по прекращению права пользования этими недрами и аннулированию лицензий лиц, осуществляющих незаконную разработку карьеров.

В 2014 году поступления в федеральный бюджет за аренду земельных участков рекреационной зоны Прикаспийской низменности Дагестана составило 4654282 рублей за 1128 га. Площадь земельных участков, разграниченных, но не переданных на сегодняшний день в аренду, составляет 708,2 га. Предоставление данной площади в аренду может пополнить федеральный бюджет на 3246000 рублей ежегодно. Неразграниченная площадь земель особо охраняемых территорий и объектов Прикаспийской низменности Дагестана составляет 236 га, в связи с этим федеральный бюджет недополучает около 2 млн. рублей ежегодно.

Все вышеизложенное требует правового и логического разрешения по управлению федеральным имуществом, определения статуса земель особо охраняемых территорий Прикаспийской низменности Республики Дагестан.

Необходимо ускорить работы по разграничению оставшихся площадей земель этой зоны, провести инвентаризацию, поставить их на кадастровый учет и заключить договора аренды с хозяйствующими субъектами на этих землях. Эти работы требуют больших технических, временных и финансовых затрат, так как необходимо индивидуально определить каждый участок на территории Прикаспийской низменности Республики Дагестан, а также принять решение об отнесении каждого участка к конкретному землепользователю.

Однако реализация этих мероприятий даст ощутимый экономический эффект. Разграничение земель особо охраняемых территорий и объектов Прикаспийской низменности Дагестана даст экономический эффект в казну государства около 10 млн. рублей ежегодного дохода.

Библиографический список:

1. ФЗ «О разграничении государственной собственности на землю» от 2001г. №101-ФЗ.
2. Постановление Совета Министров РСФСР «Об отнесении побережья Каспийского моря в Дагестанской АССР от г. Махачкалы до границы с Азербайджанской ССР к курортам республиканского значения» от 10.02.1977г.
3. Постановление Верховного Совета Российской Федерации «О разграничении государственной собственности в Российской Федерации на федеральную собственность, государственную собственность республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономной области, автономных округов, городов Москвы и Санкт-Петербурга и муниципальную собственность» от 27.12.1991г. № 3020-1.
4. Закон Российской Федерации «О Государственной границе Российской Федерации» от 01.04.1993 № 4730-1.
5. Постановление Правительства Республики Дагестан «Об установлении пограничной зоны и утверждении правил пограничного режима Республики Дагестан» от 07.03.2003г. № 61.
6. Постановление Правительства РД «Об установлении границ и режима округа санитарной охраны курортной зоны на побережье Каспийского моря в Республике Дагестан» от 27 мая 1993 г. № 498.
7. Постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о признании территорий лечебно-оздоровительными местностями и курортами федерального значения» от 7 декабря 1996 г. № 1426 (с изм. от 20.12.2002 г.).

**УДК 332,
УДК 338.48**

Оборин М.С.

ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА САНАТОРНО-КУРОРТНОГО КОМПЛЕКСА КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Oborin M.S.

FACTORS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF HEALTH RE- SORT OF THE CRIMEAN FEDERAL DISTRICT

Республика Крым вошла в состав Российской Федерации не так давно как отдельный федеральный округ и является важнейшим центром развития туристско-рекреационной деятельности и курортного дела. Исторически данная территория обладает огромным природным лечебным потенци-

алом и хорошо развитой сетью санаторно-курортных организаций, специализирующихся на лечении различных профилей болезней. Модернизация санаторно-курортного комплекса региона является основной задачей дальнейшего развития всего округа. Санаторно-курортная деятельность является отраслью экономики для всей территории и способствует активному развитию других видов экономической деятельности.

Ключевые слова: санаторий, курорт, курортно-рекреационный потенциал, природно-лечебные ресурсы, рекреационная деятельность, лечебно-оздоровительный туризм, санаторно-курортная деятельность, курортное дело, региональная экономика.

The Republic of Crimea was a part of the Russian Federation as the certain federal district not so long ago and is the most important center of development of tourist and recreational activity and resort business. Historically this territory has the huge natural medical potential and well developed network of the sanatorium organizations specializing on treatment of various profiles of diseases. Modernization of health resort of the region is the main objective of further development of all district. Sanatorium activity is branch of economy for all territory and promotes active development of other types of economic activity.

Key words: sanatorium, resort, resort and recreational potential, natural and medical resources, recreational activity, medical and improving tourism, sanatorium activity, resort business, regional economy.

Введение. Крымский федеральный округ (КФО) является новой территорией России, отличающейся своим уникальным приморским положением, богатой насыщенной историей и природным лечебным потенциалом. В его состав ходит 16 городов, 56 поселков городского типа, 948 сельских населенных пунктов, крупнейший город – Симферополь (337,3 тыс. чел) [1]. Выделяются следующие административные районы – Бахчисарайский, Белогорский, Джанкойский, Кировский, Красногвардейский, Красноперекоский, Ленинский, Нижегорский, Первомайский, Разольноненский, Сакский, Симферопольский, Советский, Серноморский. Городские округа – Алушата, Армянск, Джанкой, Евпатория, Керчь, Красноперекоск, Саки, Симферополь, Судак, Феодосия, Ялта.

Площадь территории Крыма составляет 26,1 тыс. км², численность населения на 1 января 2014 года – 1967, 2 тыс. человек. Плотность населения высокая, по сравнению со среднероссийскими показателями она составляет 75 чел./км² (против среднероссийских 8 чел./км²), что говорит о высокой степени заселенности территории, высокой опасности передачи заболеваний и необходимости развития санаторно-курортной деятельности.

Методика исследования. За методологическую основу исследования санаторно-курортной деятельности Крымского федерального округа был взят контент-анализ, который способствует обобщению литературных источников о тенденциях развития санаторно-курортного комплекса. Результа-

том применения данного метода является представление о глубине исследования рынка лечебно-оздоровительного туризма, выявление закономерностей развития санаторно-курортной деятельности. Метод обработки статистических данных позволяет приводить цифровые показатели динамики социально-экономических параметров региона и деятельности санаториев и курортов. Метод синтеза способствует обобщению разных источников информации с дальнейшей целью выявления общих направлений развития.

Проработанность проблемы исследования. История развития курортного дела на территории Крыма разнообразна и очень насыщена. Многие ученые рассматривают богатство природы и организацию лечения и оздоровления на территории округа. К примеру, Г.А. Симонян и И.В. Турицын [5] рассматривают основные тенденции развития туристско-рекреационного сектора Крыма в постсоветский период и отмечают роль туристско-рекреационного комплекса в экономике страны, который занимает особое место, поскольку он представляет собой совокупность разных экономических отношений и институтов, обеспечивающих производство и активную реализацию туристско-рекреационных услуг. С разделением Советского Союза, отмечают ученые, крымские здравницы стали развиваться в сложных экономических условиях, при этом происходило сокращение инвестиционных вложений, как со стороны государства, так и со стороны частных компаний. Не меньшее разрушение наступило и после периода экономического кризиса 2007-2009 года, что сказалось на доходной части бюджета Крыма. Не смотря на постоянно возникающие сложности экономического развития, Крым всегда оставался центром притяжения туристов из различных стран, в том числе и России. Неравномерность развития курортно-рекреационной территории сформировалась за счет своеобразного распределения природно-лечебных ресурсов. Наибольшая рекреационная нагрузка отмечалась С. Солдатовой [6], которая наблюдается на морском побережье Южного берега Крыма и значительно превышает западный район, который практически не используется. В связи с противоречивостью развития возникает проблема формирования туристско-рекреационного кластера в западном субрегионе Крыма.

Пограничное морское и полуостровное положение является благоприятным сочетанием для организации и развития яхтенного туризма, именно так считает Ю. Швец [12]. Для всех туристов яхтенный туризм сочетает в себе спорт, путешествие и это может быть как групповое, так и одиночное плавание, что положительно сказывается на эмоциональном и психическом состоянии отдыхающих. Безграничные морские просторы, теплый климат, очень красивые и привлекательные виды морского побережья, неизведанные районы плавания, насыщенное историческое прошлое – все это лишь малейшая часть причин развития яхтенного туризма в Крыму.

Возможность развития зеленого сельского туризма в Крыму рассматривается в работе А.Л. Чернявой [10], как одна из форм активного развития агропромышленного комплекса, связать сельских жителей между собой, уве-

личить количество производства продукции питания для туристов. Огромный историко-культурный и природный потенциал развития сельского туризма может также способствовать развитию курортно-рекреационного туризма, поскольку эти отрасли тесно взаимосвязаны.

После присоединения территории Крыма к России возникает необходимость развития его уникального курортно-рекреационного потенциала. Санаторно-курортная деятельность и туризм является основной отраслью экономики региона. Рассматриваемая территория может стать одним из самых известных и популярных туристских центров России. Проблемы и перспективы его развития рассматриваются в работе Ю.В. Чеснокова [11], где составляет акцент на задачах государственного стимулирования санаторно-курортных организаций региона. Он указывает также на существующие проблемы управления социально-экономическим блоком, на негативные тенденции развития и т.д.

Обсуждение результатов исследования. КФО – очень своеобразная и уникальная территория, богатая природно-лечебными и историко-культурными ресурсами, среди которых 11,5 тыс. памятников истории, архитектуры и культуры и они очень разнообразны по источникам своего возникновения. Здесь находится 26 месторождения лечебной грязи и рапы, насчитывается более 100 источников минеральных вод различного химического состава. В Крыму находится 6 заповедных территорий, 33 заказника, 87 памятников природы, 10 заповедных урочищ, 850 карстовых пещер, и более 30 парков садово-паркового искусства разных уровней значения [5].

Природно-лечебные ресурсы включают в себя три крупных взаимосвязанных блока:

1. Гидроминеральные (бальнеологические и питьевые минеральные воды).
2. Климатические.
3. Ландшафтные.

Рассмотрим каждый ресурсный блок КФО.

Гидроминеральные ресурсы представляют собой месторождения минеральных вод и грязей, которые обладают высокой ценностью в условиях курортного лечения и оздоровления. По специфике применения гидроминеральные ресурсы подразделяются на два крупных блока – **бальнеологические ресурсы**, которые могут быть использованы для наружного применения (минеральные воды наружного применения) и лечебные грязи. Минеральные воды наружного применения по солевому и газовому составу подразделяются на теплые и горячие (термы). На территории КФО обнаружены бальнеологические азотно-метановые и метаново-азотные (иногда метановые,) хлоридные кальциево-натриевые воды морской минерализации (35–40 г/л) с температурой свыше 50°C (до 100°), азотные очень горячие свыше (45–50°C) воды по составу натриевые или кальциево-натриевые хлоридные, сульфатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные с минерализацией 8–50 г/л. Хлоридно-сульфатные и хло-

ридные натриевые высокоминерализованные воды (рассолы), хлоридно-сульфатные и хлоридные натриевые высокоминерализованные воды (рассолы) – все эти воды встречаются на Керченском полуострове и известны месторождения Феодосия, и Кафа. Данный вид минеральных вод применяется для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, кожных и неврологических болезней.

Для бальнеологических целей используются следующие лечебно-природные грязи – иловые сульфидные грязи (Узунларское, Тобечинское, Чокракское, Сакское, Джарылагачское озера) и сопочные грязи. Месторождения иловых сульфидных лечебных грязей подразделяется на материковые, приморские, морские, озерно-ключевые грязи. Наибольшее распространение получили озерно-ключевые грязи, но часто также встречаются высококонцентрированные рассолы (рапа), лечебные грязи (пелоиды). Знаменитыми являются курорт Саки и одноименное грязевое месторождение, Чокракский курортный район и Чокракское месторождение, Мойнакская грязелечебница и Мойнакское лечебное озеро.

Вторую крупную группу составляют *питьевые воды* разной минерализации и соответственно применения.

Минеральные лечебно-столовые – углекислые, гидрокарбонатные хлоридно-натриевые – Обручевский и Сакский источники, хлоридно-натриевые (Евпаторийская минеральная вода), используются соленые натриевые азотные, метановые воды, а также воды смешанного газового состава, азотные хлоридно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные натриевые (температура 20–46 °C) – располагаются на источниках Каялы-Сарт, Булгонакские источники на Керченском полуострове, сульфатные (чисто сульфатные, хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные - источники Лечебное и Феодосийские, натриево-кальциевые воды – источник Аджи-Су, сульфатная натриево-кальциевая вода источника Лечебное.

Минеральные столовые воды - азотные пресные гидрокарбонатные натриевые, температура 26-35°C (источник Васильсарай).

Минеральные лечебные воды - азотные, метаново-азотные, азотно-метановые и метановые хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые (Куйбышевский источник), солевые воды с температурой от 30 до 40°C и выше; хлоридные и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, а также кальциево-магнелиевые воды.

Климатические ресурсы Крыма, несмотря на его маленькую территорию очень разнообразны. Климат Крыма подразделяется на три подзоны – Степной Крым (составляет большую часть округа, север, западная и центральная части), Крымские горы и Южный берег Крыма. Климатические характеристики северной части Крыма совпадают с умеренно-континентальным типом климата, на юге формируется практически субтропический тип климата, поскольку средняя температура января составляет -1⁰...-3⁰C на севере и на юге до +1⁰...-1⁰C. Средняя температура июля достигает +23⁰C ...+25⁰C, среднегодовое количество осадков от 300-400 мм в год на

равнинной северной части, в горной значительно больше – до 1000-2000 мм в год.

Ландшафтное разнообразие территории Крыма представлено уникальным сочетанием морского побережья и гористой местности, лазурного моря и степных равнинных территорий. Рельеф Крыма представляет собой три части – Северо-Крымская равнинная с Тарханкутской возвышенностью (на нее приходится большая часть территории Крыма – до 70%), Керченский полуостров и горы Крыма, которые располагаются на юге.

Разнообразие и уникальное природное сочетание всех природных курортно-рекреационных ресурсов создает прочную базу для развития санаторной деятельности и осуществления лечения и оздоровления. Но, как известно, на основе одних природных факторов не развить курортно-рекреационный комплекс, поэтому необходимы социально-экономические ресурсы территории. Для оценки степени социально-экономического развития округа приведем характеристику демографических показателей.

По данным официальной статистики [7] на 2014 год численность постоянного населения республики Крым достигает 1958,5 тыс. чел., а в 2001 году численность составляла 2038,1 тыс. чел., что говорит о сокращении показателя на 4%. В последние годы с 2010 года наблюдается незначительный рост населения. В 2010 году она составляла 1956,6 тыс. чел., в 2014 году – 1958,5 тыс. чел., незначительный рост на 0,09% говорит о формировании незначительного увеличения коэффициента рождаемости. Увеличение численности населения является весомым показателем, характеризующим трудовой потенциал для развития отраслей хозяйства.

Рассматривая показатели рождаемости населения в КФО, можно сказать, что с 2001 года наблюдается увеличение рождаемости детей с 7,4 чел. до 12,2 чел. в 2013 году, рост произошел на 64,8%, что является весьма значимым показателем развития социально-экономического положения округа.

Показатель естественного прироста характеризует соотношение числа умерших и родившихся за единицу времени. В 2001 году наблюдался очень низкий естественный прирост 6,7‰ в 2013 году показатели уменьшаются и приближаются к нулевому и в дальнейшем к положительному приросту, в 2013 году он уже составил 1,5‰. Отрицательный прирост населения говорит о нестабильной экономической обстановке округа, отсутствии финансовой уверенности родителей, неблагоприятном психологическом климате территории [8]. Правильная организация санаторно-курортного лечения и оздоровления в рамках лечебно-оздоровительного туризма может способствовать увеличению рождения детей за счет организации программ «Женское здоровье», «Психологическая помощь семье», «Здоровые родители - здоровое будущее» и т.д.

Смертность населения КФО имеет разнообразную тенденцию и не имеет общих характеристик. На 2001 год зарегистрировано 14,1 число умерших на 1000 населения, в 2005 году – 15,7, в 2009 году – 14,5 человек, в 2012 и 2013 годах – 13,7 человек [7,8]. Динамика роста и уменьшения говорит о

противоречивости социально-экономического положения округа, о слабом развитии системы здравоохранения и неправильной организации санаторно-курортного лечения и оздоровления.

Заболеваемость населения является важнейшим показателем, характеризующим социальное положение округа, уровень развития здравоохранения и экономического благосостояния граждан. Отразим общую динамику заболеваемости населения КФО за 2001-2013 год (рис.1).

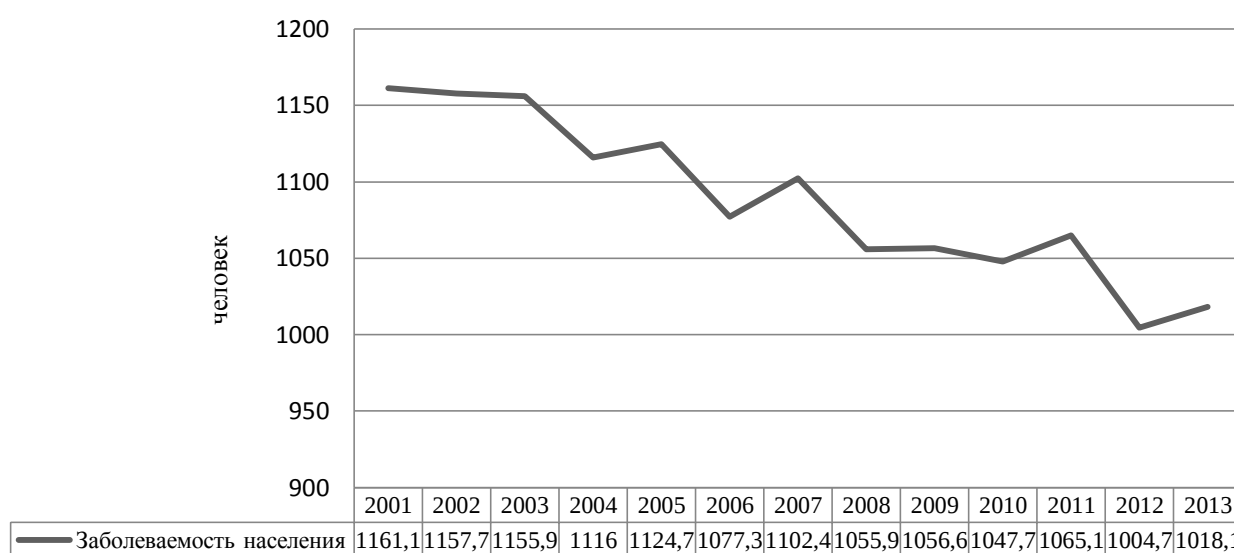


Рисунок 1 - Заболеваемость населения КФО на 1000 человек населения (первичный диагноз, составлено по данным [8])

Анализируя полученные данные с 2001-2012 год, мы наблюдаем общий спад числа заболевших на 13,4%, но затем в 2013 году происходит вновь их незначительное увеличение. Повышенная заболеваемость населения наблюдается в 2001 году, что говорит о слабом развитии уровня медицинского обслуживания и санаторно-курортных услуг, снижение заболеваемости является показателем улучшения развития здравоохранения и социального обеспечения населения.

Заболеваемость населения характеризуется как общий комплексный показатель социального положения населения, также необходимо рассмотреть ее отражение по основным классам болезней (табл. 1).

Увеличение интенсивности работы санаторно-курортных организаций может способствовать снижению уровня заболеваемости, а также правильная программа пропаганды здравоохранения может улучшить качество здоровья населения. Программа развития здравоохранения в КФО должна быть направлена на уменьшение показателей заболеваемости особенно дыхательной и кровеносной систем.

Среднедушевые доходы населения отражают общую динамику изменения денежных поступлений населения и оказывают влияние в формировании спроса на санаторно-курортные услуги.

Таблица 1 - Динамика показателей заболеваемости населения по основным классам болезней за 2001 и 2013 год на 1000 человек населения*

Класс болезни	2001	2013	Изменение, %
Новообразования	16,9	15,4	91,1
Болезни нервной системы	14,8	10,5	70,9
Болезни системы кровообращения	62,2	80,2	128,9
Болезни органов дыхания	480,5	404,1	84,0
Болезни кожи и подкожной клетчатки	89,1	72,4	81,2
Болезни кожно-мышечной системы и соединительной ткани	43,7	34	77,8
Болезни мочеполовой системы	81,7	75,1	91,9
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	105,3	93,4	88,6

*составлено по данным [7]

Уровень доходов формирует платежеспособность населения, соответственно от показателей доходов зависит спрос на санаторно-курортные услуги, так как наибольшее количество путевок приобретается физическими лицами. Согласно статистическим данным [7] происходит увеличение доходов населения в 2013 году по сравнению с 2007 годом на 141%, что говорит об увеличении платежеспособности населения.

В связи со сложными социальными показателями округа, выраженном в низком уровне рождаемости, отрицательном естественном приросте населения, увеличении смертности и заболеваемости населения встает острая необходимость в организации системы профилактики здоровья населения. Рассмотрим количество коллективных средств размещения (КСР), к которым относятся гостиницы и аналогичные средства размещения, а также комплекс специализированных средств размещения.

Всего на территории КФО по статистическим данным [9] в 2011 году зафиксировано 1141 организация, в 2012 году – 1254, 2013 – 1226 КСР. Из указанных данных мы наблюдаем снижение количества организаций размещения туристов и отдыхающих, что можно объяснить снижением спроса на отдых в данном регионе.

При общем уменьшении количества КСР происходит уменьшение числа мест – в 2011 – 147 304 ед., в 2012 – 150 357 ед., в 2013 году – 156 612 ед. Численность размещенных лиц имеет наоборот динамику увеличения, с 2011 по 2013 год их количество увеличилось на 41 263 чел. или на 3,1%. Далее нам интересно рассмотреть динамику изменения санаторно-курортных орга-

низаций (рис. 2).



Рисунок 2 - Динамика санаторно-курортных и оздоровительных организаций в КФО (составлено по данным [4])

На территории КФО находится наибольшее количество детских оздоровительных лагерей, на 2011 год их количество достигало 723 организации, что является максимальным за период с 2001-2013 год. Незначительное сокращение мы наблюдаем в 2009-2010 годах, что напрямую связано с мировым финансовым кризисом, во время которого многие организации были закрыты, а также снижение потока отдыхающих в связи со сложным финансовым положением семей также оказало отрицательное влияние на их количество. Количество санаториев и пансионатов с лечением примерно одинаково, что отражает их равное значение и ориентированность на средний класс людей. Увеличение или уменьшение их количества не происходит, их число постоянно. Санатории-профилактории находятся в наименьшем количестве, что обусловлено высокой стоимостью отдыха и лечения, сложностью организации процесса, уменьшением численности отдыхающих.

Уменьшение потока туристов в КФО за 2001-2013 год на 51% [4] является весомым фактором, который сформировал отрицательную динамику всех КСР, в том числе санаторно-курортных организаций. На территории Крыма выделяют три крупнейшие курортно-рекреационные территории – Южный берег Крыма, Западное побережье, Юго-Восточное побережье. Каждый из районов имеет уникальную природную привлекательность и характеризуется как важнейший курортный район.

Вывод.

На основе проведенного социально-экономического и природно-ресурсного анализа территории КФО можно сделать следующие выводы:

1. Территория КФО имеет выгодное географическое положение, что сформировало его значительный туристический и курортно-рекреационный потенциал, это предопределяет его конкурентоспособное преимущество.
2. Высокая плотность населения предопределяют необходимость высокого уровня развития санаторно-курортных услуг, поскольку в округе формируется высокая заболеваемость населения и увеличивается смертность.
3. Небольшое количество организаций санаторно-курортного лечения и оздоровления размещают только определенное количество отдыхающих и туристов, приехавших с целью лечения и оздоровления.
4. Высокая доля детских оздоровительных организаций отражает большой поток отдыхающих детей, что сформировано благодаря природно-лечебным ресурсам территории.
5. Уникальность природного потенциала должна быть использована в системе санаторно-курортного лечения для интенсивности его развития.

Основные тенденции развития санаторно-курортного комплекса сформировали следующие проблемы в развитии КФО:

1. Низкая мощность отдельных санаторно-курортных организаций приводит к тому, что они не способны принять большее количество отдыхающих
2. Слабое развитие материально-технической базы и устаревшее производство, слабый уровень квалификации персонала, низкое качество оказываемых услуг сформировали отток туристов в другие дешевые туристические страны – Болгарию, Турцию, Египет.
3. Высокая стоимость оказания санаторно-оздоровительных услуг для отдыхающих формируют противоречие для дальнейшего развития комплекса, поскольку происходит их сокращение из-за низкого количества потока отдыхающих.
4. Нерациональное использование природного потенциала в связи с сезонностью возможного отдыха населения, обусловлено также «проблемами» в маркетинговой политике курортных учреждений
5. Низкий уровень конкурентоспособности, сформированный в результате слабого материально-технического оснащения, несоответствие мировым стандартам качества и низким уровнем инновационного развития.

В связи с определенными особенностями и проблемами развития Крыма его основной целью в настоящее время является в создании конкурентного санаторно-курортного продукта на российском и мировом рынках, способного удовлетворить разнообразные туристские и лечебно-оздоровительные потребности населения. Крым обладает огромным курортно-рекреационным потенциалом, который долгие годы использовался не полностью и способен дать большую социально-экономическую эффективность.

Присоединение республики Крым к Российской Федерации позволит расширить рынок санаторно-курортного комплекса и поднять его на более высокий уровень развития.

Библиографический список:

1. Краткая геополитическая характеристика республики Крым. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gosstat.crimea.ru/> (дата обращения: 15.09.2014)
2. Лечебные грязи Крыма. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://kurorty.crimea.ua/articles/lechebnie-gryazi-kryma.html> (дата обращения: 14.09.2014)
3. Минеральные и термальные воды Крыма. Электронный ресурс. Режим доступа: http://krymology.info/index.php/Минеральные_и_термальные_воды_Крыма (дата обращения: 14.09.2014)
4. Отдых в Крыму. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.crimea.ru/> (дата обращения: 13.09.2014)
5. Симонян Г.А., Турицын И.В. Основные тенденции развития туристско-рекреационного сектора Крыма в постсоветский период // Современная научная мысль, № 3. 2014.- С. 172-182.
6. Солдатова С. Приоритеты создания туристического кластера в западном субрегионе автономной республики Крым // Современные технологии управления, № 3 (27). 2013.-тС. 121-125.
7. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым (Крымстат). Статистическая информация. Демографическая ситуация. Электронный ресурс. Режим доступа: http://gosstat.crimea.ru/ukgdem.php#_nas (дата обращения: 16.09.2014)
8. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым (Крымстат). Статистическая информация. Заболеваемость. Электронный ресурс. Режим доступа: http://gosstat.crimea.ru/ukgzdrav.php#_zah (дата обращения: 15.09.2014)
9. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым (Крымстат). Статистическая информация. Туризм. Электронный ресурс. Режим доступа: http://gosstat.crimea.ru/ukgturizm.php#_san (дата обращения: 15.09.2014)
10. Чернявая А.Л. Анализ современного состояния сельского зеленого туризма в Крыму // Экономический вестник Донбаса, №1 (27), 2012. – С. 63-33
11. Швец Ю. Принципы формирования стратегии инновационного развития яхтенного туризма в Крыму // Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. №1, 2013. - С. 96-105

УДК 368.1 (045)

Рамазанова Д.И.

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Ramazanova D.I.

ASSESSMENT OF THE FINANCIAL STABILITY OF THE INSURANCE COMPANY

В данной статье рассматривается вопрос оценки финансовой устойчивости и платежеспособности страховой компании, которая играет важную роль при выборе страховщика потенциальными страхователями, что является гарантией выплаты страхового возмещения при наступлении страхового случая. Предложен авторский подход к оценке финансовой устойчивости страховой компании. Исследован порядок анализа финансовой устойчивости страховой компании. На основе предложенной методики проведен расчет показателей финансовой устойчивости страховой компании ОАО «Росгосстрах».

Ключевые слова: *страховая компания, платежеспособность, финансовая устойчивость, риск активов, статьи актива баланса, коэффициент устойчивости, коэффициент рентабельности, коэффициент ликвидности.*

This article considers the assessment of financial stability and solvency of the insurance company, which plays an important role in the selection of the insurer potential insurers, which guarantee payment of insurance compensation when the insured event. The author's approach to assessing the financial stability of the insurance company. Investigated the order analysis of financial stability of the insurance company. Based on the proposed method calculated the indicators of financial stability of the insurance company Rosgosstrakh Ltd.

Key words: *insurance company, solvency, financial stability, risk assets, asset balance, stability coefficient, the coefficient of profitability, liquidity ratio.*

Финансовая устойчивость и платежеспособность страховых компаний оказывают большую роль в защите интересов страхователей, так как они выступают показателями надежности страховщика и, следовательно, доверием потенциальных клиентов. От своевременного исполнения финансовых обязательств, принятых страховыми компаниями, зависит финансовое благополучие миллионов людей.

Финансовая устойчивость страховой компании представляет собой способность выполнять принятые на себя страховые обязательства при влиянии на ее деятельность неблагоприятных факторов и изменении экономической

конъюнктуры. Данное определение характеризует устойчивость как способность компании вернуться в прежнее устойчивое состояние после отрицательного воздействия на нее неблагоприятных факторов. Оценка финансовой устойчивости страховой компании помогает выявить важные количественные параметры деятельности, их слабые и сильные стороны, определить пути решения возникающих проблем.

Для использования методики оценки финансовой устойчивости страховой компании необходимо выработать состав показателей. Чем шире и больше набор показателей, тем надежнее и обоснованнее вывод о финансовом обеспечении страховой компании.

Однако множественность неравнозначных показателей может усложнить практическое использование существующей методики [1]. В связи с этим, нами предлагается провести оценку финансовой устойчивости страховой компании с использованием таких показателей, как коэффициент ликвидности, коэффициент платежеспособности и коэффициент рентабельности, являющийся обобщающей характеристикой указанных показателей, и коэффициент надежности страховщика.

Коэффициент ликвидности ($K_{л}$) характеризует возможность быстрого превращения активов страховых компаний в денежную форму, то есть, скорость возможного выполнения своих обязательств:

$$K_{л} = \sum_{i=1}^7 (1 - K_i) A_i / O, \quad (1)$$

где A_i - суммарные показатели ряда статей актива баланса;

K_i - коэффициенты риска отдельных видов активов;

i - номер статьи актива баланса;

O - страховые обязательства страховой компании.

Таблица 1 - Коэффициенты риска активов страховой компании

Обозначение статей актива баланса	Наименование статей актива	Коэффициенты риска
A_1	Денежные средства	K_1
A_2	Ценные бумаги	K_2
A_3	Ссуды по страхованию жизни	K_3
A_4	Расчеты с дебиторами	K_4
A_5	Краткосрочные финансовые вложения	K_5
A_6	Основные средства	K_6
A_7	Прочие активы	K_7

Заметим, что для каждой конкретной страховой компании коэффициенты риска могут отличаться от принятых, однако предлагаемый статистический подход существенным образом сглаживает эти отличия

Статьи актива баланса и коэффициенты риска берутся применительно к конкретной страховой компании.

Коэффициент платежеспособности (K_n) характеризует достаточность собственных средств страховой компании для выполнения своих обязательств:

$$K_n = K / O, \quad (2)$$

где K – капитал страховой компании;

O – обязательства.

Департамент страхового надзора Министерства финансов РФ установил и отслеживает величину чистых активов страховой компании.

Чистые активы представляют собой собственный капитал компании, поэтому коэффициент платежеспособности равен отношению чистых активов к обязательствам страховой компании [2].

Коэффициент рентабельности (K_p) характеризует прибыльность работы страховой организации:

$$K_p = (\Pi_p / СП) \quad (3)$$

где – Π_p прибыль страховой компании;

$СП$ – страховые премии страховой компании.

Коэффициент устойчивости (надежности) страховщика (K_n) характеризует совокупный уровень ликвидности, платежеспособности и рентабельности компании:

$$K_n = \sqrt[3]{K_l * K_n * K_p} \quad (4)$$

Чем выше значение коэффициента надежности, тем более устойчива страховая компания.

На основе выше предложенной методики проведем оценку финансовой устойчивости страховой компании ОАО «Росгосстрах».

Для этого в качестве исходных данных используются результаты финансовой отчетности страховой компании ОАО «Росгосстрах» за 2013 и 2014 годы, приведенные в таблице 2[3].

Рассчитаем коэффициенты ликвидности K_l , платежеспособности K_n , рентабельности K_p и надежности K_n .

Коэффициент ликвидности K_l :

$$K_l = (1-0) * 8\,948\,664 / 119\,405\,954 + (1-0,1) * 43\,814\,764 / 119\,405\,954 + (1-0,15) * 15\,671\,474 / 119\,405\,954 + (1-0,2) * 2\,217\,693 / 119\,405\,954 + (1-0,4) * 2\,344\,400 / 119\,405\,954 + (1-0,7) * 12\,214\,791 / 119\,405\,954 + (1-1) * 9\,928\,212 / 119\,405\,954 = 0,07 + 0,33 + 0,11 + 0,01 + 0,01 + 0,03 + 0 = 0,56.$$

Коэффициент платежеспособности K_n :

$$K_n = 30\,073\,687 / 119\,405\,954 = 0,25.$$

**Таблица 2 - Финансовая отчетность компании ОАО «Росгосстрах»
за 2013 - 2014 гг.**

Наименование статей актива и других показателей	Выплаты		Коэффициенты риска	
	2013 г.	2014г.	2013 г.	2014г.
A ₁ (денежные средства)	8 948 664	12 869 240	K ₁ = 0,00	K ₁ = 0,00
A ₂ (ценные бумаги)	43 814 764	46 864 600	K ₂ = 0,10	K ₂ = 0,10
A ₃ (ссуды по страхованию)	15 671 474	14 810 592	K ₃ = 0,15	K ₃ = 0,15
A ₄ (расчеты с дебиторами)	2 217 693	2 539 918	K ₄ = 0,20	K ₄ = 0,20
A ₅ (краткосрочные финансовые вложения)	2 344 400	3 281 388	K ₅ = 0,40	K ₅ = 0,40
A ₆ (основные средства)	12 214 791	12 162 892	K ₆ = 0,70	K ₆ = 0,70
A ₇ (прочие активы)	9 928 212	21 712 386	K ₇ = 1,00	K ₇ = 1,00
О (страховые обязательства)	119 405 954	132 870 728	-	-
К (капитал)	30 073 687	38 312 364	-	-
Пр (прибыль до налогообложения)	30 864 600	43 814 764	-	-
СП (страховые премии)	54 266 292	55 355 973	-	-

Коэффициент рентабельности K_p :

$$K_p = 30\,864\,600 / 43\,814\,764 = 0,7.$$

Коэффициента надежности K_n :

$$K_n = \sqrt[3]{0,56 * 0,25 * 0,7} = 0,46.$$

Проведем подобные расчеты и для 2014 года.

Коэффициент ликвидности K_L :

$$K_L = (1-0) * 12\,869\,240 / 132\,870\,728 + (1-0,1) * 46\,864\,600 / 132\,870\,728 + (1-0,15) * 14\,810\,592 / 132\,870\,728 + (1-0,2) * 2\,539\,918 / 132\,870\,728 + (1-0,4) * 3\,281\,388 / 132\,870\,728 + (1-0,7) * 12\,162\,892 / 132\,870\,728 + (1-1) * 21\,712\,386 / 132\,870\,728 = 0,1 + 0,32 + 0,09 + 0,02 + 0,01 + 0,03 + 0 = 0,57.$$

Коэффициент платежеспособности K_n :

$$K_n = 38\,312\,364 / 132\,870\,728 = 0,29.$$

Коэффициент рентабельности K_p :

$$K_p = 43\,814\,764 / 55\,355\,973 = 0,8$$

Коэффициента надежности K_n :

$$K_n = \sqrt[3]{0,57 * 0,29 * 0,8} = 0,5.$$

Результаты приведенных расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты расчета оценки надежности (финансовой устойчивости) страховой компании ОАО «Росгосстрах» по результатам деятельности 2013 - 2014 годов

Показатели	2013 г.	2014 г.	Темп роста, %
1. Коэффициент ликвидности	0,56	0,57	+ 1,79
2. Коэффициент платежеспособности	0,25	0,29	+16
3. Коэффициент рентабельности	0,7	0,8	+14,28
4. Коэффициент финансовой устойчивости (надежности)	0,46	0,5	+8,69

Результаты расчета надежности страховой компании ОАО «Росгосстрах» по данным за период 2013 - 2014 годы показали, что в целом она обладает большой надежностью, так как наблюдается рост коэффициента надежности на 8,69 %. Увеличение надежности страховой компании произошло за счет роста ликвидности активов, платежеспособности и рентабельности страховых операций (1,79, 16 и 14,28% соответственно).

Вывод.

В заключение следует отметить, что для более обоснованной оценки финансовой устойчивости (надежности) страховщиков кроме всех рассмотренных выше показателей платежеспособности, ликвидности и рентабельности также можно использовать показатели, характеризующие устойчивость страховых операций и оптимальность страхового портфеля.

Основным преимуществом финансовой устойчивости страховой компании по сравнению с этими показателями является ее адекватное реагирование на внутренние и внешние дестабилизирующие факторы.

Финансовая устойчивость выступает в первую очередь как показатель способности компании обеспечивать свои обязательства, адаптироваться к подвижной рискованной рыночной среде. Все эти факторы оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на финансовую устойчивость и надежность страховой компании. Расчет величины их абсолютных значений - весьма сложный и относительно точный процесс [4].

Библиографический список:

1. Чернова Г. В. Основы экономики страховой организации по рисковым видам страхования. СПб. : Питер, 2005. 240 с.
2. Ардатова М. М., Балинова В. С., Кулешова А. Б. Страхование в вопросах и ответах. М.: Проспект, 2004. 294 с.
3. Аудит страховых компаний: практическое пособие для страховых аудиторов и страховых организаций / под ред. В. И. Рябикина. М.: Фининстатинформ, 2004. 128 с.
4. Страхование: учебник / под ред. Т. А. Фёдоровой. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Магистр, 2009. 1006 с.

УДК: 332.87:338.46

Шерифов А.М.

РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ В СФЕРЕ ЖКХ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Sherifov A.M.

RISK MANAGEMENT IN THE HOUSING AND COMMUNAL SERVICES: REGIONAL DIMENSION FOR EXAMPLE REPUBLIC OF DAGESTAN

В настоящей статье определены и классифицированы риски в жилищно-коммунальном хозяйстве, как на общегосударственном уровне, так и на региональном. Обоснована необходимость формирования эффективного механизма риск - менеджмента ЖКХ в современных условиях рыночной экономики и неопределенности реформирования отрасли.

Ключевые слова: *риск, неопределенность, риск-менеджмент, ЖКХ, эффективное управление жилищно-коммунальными услугами, метод экстраполяции.*

In this article are defined and classified the risks in the housing sector, both at national level and regional. The necessity of establishing an effective mechanism for risk - management utilities in modern conditions of market economy and the uncertainty of the reformation.

Key words: *risk, uncertainty, risk management, housing, effective management of housing and communal services, the method of extrapolation.*

В хозяйственной деятельности ЖКХ всегда существует опасность потерь, вытекающая из специфики деятельности отрасли. Опасность таких потерь представляет собой риск. Эффективное управление жилищно-коммунальными услугами может быть достигнуто путем своевременного выявления рисков и снижения вероятности их наступления. С учетом современного развития экономики России в целом и жилищно-коммунального хозяйства в частности, рисковая составляющая приобретает важный аспект в прогнозировании деятельности отрасли и разработке эффективного механизма управления. Необходимо отметить, что процесс управления рисками на предприятиях жилищно-коммунальной сферы находится на стадии становления, поэтому многие организации в данной отрасли и вовсе игнорируют риск-менеджмент.

Риск – это возможность непредвиденного наступления неблагоприятных последствий. Риск – это финансовая категория, поэтому на степень и величину риска можно воздействовать через финансовый механизм. Управление

ние рисками, риск–менеджмент – процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией [1]. Применительно к жилищно-коммунальной сфере риски представляют собой не только возможность потери прибыли, но и вероятность снижения качества и количества оказываемых услуг. С учетом современных условий и тенденций развития российской экономики в целом и жилищно-коммунального хозяйства в частности (демонополизация, неопределенность реформ, государственно-частное партнерство) рисковая составляющая приобретает ключевое значение в прогнозировании и разработке механизмов защиты от неблагоприятных последствий. Исследованию рисков в жилищно-коммунальном хозяйстве посвящены работы таких авторов, как Л.П. Бадилина, А.Н. Ряховская, А.С. Губина. Вместе с тем риски в жилищно-коммунальном хозяйстве недостаточно полно исследованы в отечественной научной литературе, и, следовательно, отсутствуют четкие механизмы эффективного управления ими. В этой связи необходимо их сначала идентифицировать и классифицировать. Л. В. Спицына выделяет в ЖКХ две большие категории рисков [2]:

- экзогенный (внешний) риск, которому подвержена любая сфера деятельности. Этот риск практически не поддается регулированию субъектами управления жилищно-коммунальными услугами. К нему относятся экологический, политический и нормативно-правовой риски;

- эндогенный (внутренний) риск, который связан непосредственно с деятельностью ЖКХ. Он включает в себя операционный, кадровый, стратегический, финансовый, репутационный, юридический и производственный риски.

В своей работе она также отдельно выделяет индивидуальные риски, которые определяются спецификой жилищно-коммунальной сферы и объединяющие отраслевой, финансовый, социальный, юридический, региональный, природно-климатический и культурологический подвиды рисков.

Как нам представляется самый значимый в данной сфере это производственный риск, так как он напрямую связан с сильной изношенностью коммунальной инфраструктуры. Физический износ элементов инфраструктуры в целом по стране составляет около 60-70%. А по отдельным муниципальным образованиям – 70-80% и продолжает увеличиваться на 2-3% в год [3].

Заслуживают внимания исследования Н.Брусникина и И.Ильиной, где рассматриваются экономические, технические, социальные, правовые, инвестиционные, политические риски и риски оперативного управления в ЖКХ. По степени опасности и вероятности наступления риски можно группировать следующим образом:

1. Производственно-технологические (34%);
2. Риски, обусловленные субъективными факторами (26%);
3. Риски, обусловленные изменениями институциональной среды (23%);

4. Риски, обусловленные ограниченностью или недостатком ресурсов (17%) [4].

Сложность идентификации и классификации региональных рисков заключается в их многообразии. Что касается Республики Дагестан, равно как и любого другого дотационного субъекта Российской Федерации, то здесь помимо общегосударственных рисков, имеют место и региональные, которые обусловлены рядом факторов (дефицитность республиканского бюджета, низкий уровень доходов населения, географические и климатические особенности, коррупция). Как показало исследование, для Республики Дагестан наиболее характерны следующие виды рисков в ЖКХ (табл.1):

Таблица 1- Характерные риски жилищно-коммунального хозяйства Республики Дагестан

Наименование риска	Содержание риска
Инфраструктурные	Обусловлены высокой степенью изношенности основных фондов ЖКХ, что приводит к частым сбоям и авариям в системе.
Финансовые	Риски, связанные в первую очередь с недофинансированием из республиканского бюджета, высоким уровнем неплатежей и несовершенством тарифного регулирования.
Политические	Опасность заключается в привлечении в монопольную социально-ориентированную отрасль частных операторов, которые заинтересованы только в извлечении максимальной прибыли, снижении издержек. Муниципальная же власть, в лице государства выступает в качестве защитника прав и интересов населения, стремясь сдерживать рост тарифов на коммунальные услуги, увеличивать объем инвестиций в модернизацию производства. В результате функции управления государство перекладывает на частный сектор, оставляя за собой функции регулирования.
Природно-климатические	Ввиду географических и климатических особенностей региона высока угроза чрезвычайных ситуаций. Суровые климатические условия и сейсмоопасность в горных районах Дагестана.
Кадровые	Дефицит профессионально подготовленных управленцев и специалистов превышает 65%. В отрасли отсутствует система профессиональных стандартов. Подготовка специалистов ЖКХ осуществляется только по смежным направлениям – энергетика, строительство, экономика и т.д.

На наш взгляд, в результате проведенного ранжирования, наиболее значимым в сфере жилищно-коммунального хозяйства Республики Дагестан является риск недополучения финансовый выгоды (прибыли).

Для оценки и анализа данного вида риска воспользуемся статистическими данными, отражающими стоимость предоставленных населению услуг и фактический уровень их возмещения за 2010 – 2013 гг. (табл. 2).

Таблица 2 - Стоимость предоставленных жилищно-коммунальных услуг и уровень возмещения населением затрат на их предоставление за 2010-2013гг. в Республике Дагестан

Года	Стоимость предоставленных населению услуг, рассчитанная по экономически обоснованным тарифам, тыс. руб.	Возмещение населением затрат на предоставление услуг,		Убыток, тыс. руб.	
		в тыс. руб.	в %	в тыс. руб.	в %
2010	9 258 023	5 995 115	64,8	3 262 908	35,2
2011	11 867 483	7 637 420	64,4	4 230 063	35,6
2012	11 430 481	6 982 369	61,1	4 448 112	38,9
2013	12 968 000	10 303 598	79,5	2 664 402	20,5

Для определения вероятности наступления риска недополучения финансовой выгоды, воспользуемся формулой:

$$F_n = (m / n) * 100\%, \quad (1)$$

где: F_n - частота возникновения некоторого уровня потерь;

m – величина убытка в результате неполного возмещения затрат населением за предоставленные услуги;

n - общая стоимость предоставленных услуг.

$$F_n 2010г = (3\,262\,908 / 9\,258\,023) * 100\% = 35,2 \%$$

$$F_n 2011г = (4\,230\,063 / 11\,867\,483) * 100\% = 35,6 \%$$

$$F_n 2012г = (4\,448\,112 / 11\,430\,481) * 100\% = 38,9 \%$$

$$F_n 2013г = (2\,664\,402 / 12\,968\,000) * 100\% = 20,5 \%$$

Как видно из таблицы 2, за анализируемый период 2010г. – 2013г, возросла стоимость предоставленных населению услуг, рассчитанная по экономически обоснованным тарифам.

При этом, в связи с неполным возмещением населением затрат на предоставление услуг в период с 2010г. по 2012г. произошло возрастание величины убытка с 35,2% до 38,9%.

Лишь в 2013 году наблюдается снижение уровня убытков до 20,5%. Но, не смотря на положительные изменения в 2013 году, данная тенденция свидетельствует о достаточно высоком уровне рисков неуплаты жилищно-коммунальных услуг.

Сравнение показывает, что интервал риска недополучения финансовой выгоды соответствует критическому уровню.

Полученные значения частот риска финансовых потерь сравнивались с нормативными интервалами зон риска, представленными в таблице 3.

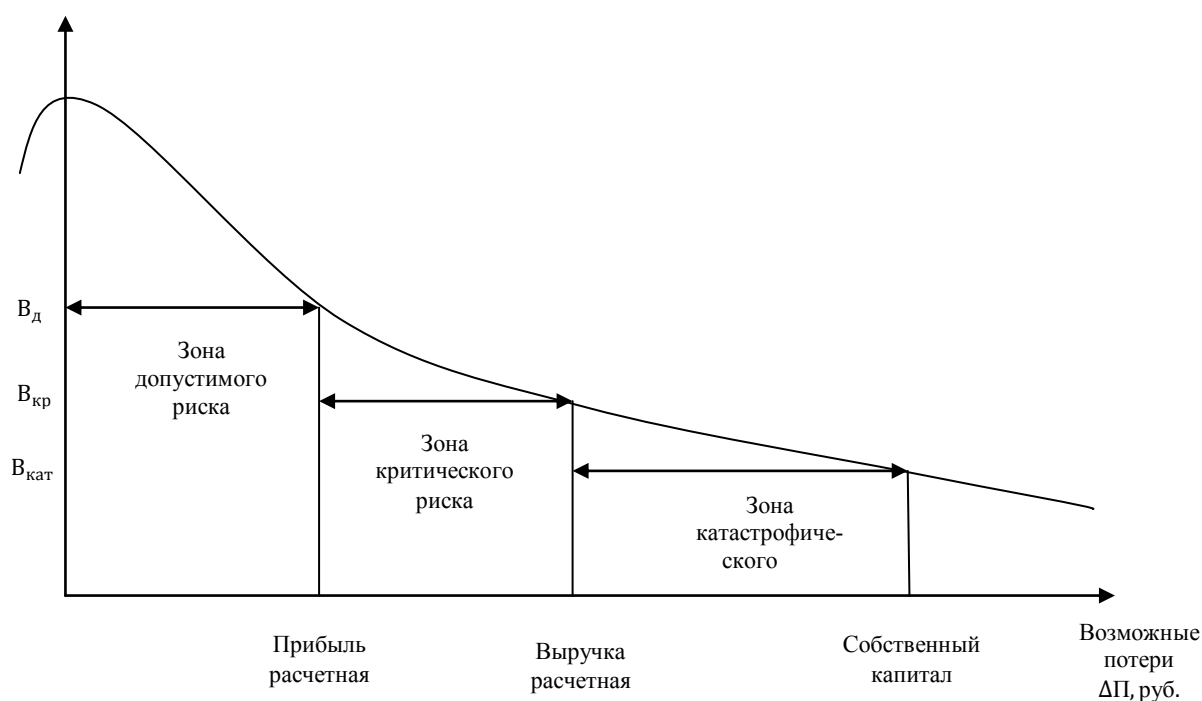
Таблица 3 - Виды рисков по размеру ущерба

Наименование риска	Индекс риска, в %	Последствия
Допустимый	0-20	Малая вероятность наступления потерь. Извлечение прибыли, незначительный ремонт.
Критический	20 - 60	Средняя вероятность наступления. Частые текущие ремонты. Изредка капитальные ремонты.
Катастрофический	>60	Большая вероятность наступления ущерба. Частые аварии, колоссальные убытки, частичная или полная утрата собственного капитала.

Как следует из рисунка 1, критическая зона риска характеризуется возможной потерей в размере свыше величины ожидаемой прибыли, вплоть до величины полной расчетной выручки. Зоны уровней рисков представлены на рисунке 1.

Ей присуща средняя вероятность наступления, что характеризуется частыми текущими ремонтами и реже капитальными. Опасность данной зоны заключается в том, что за ней следует зона катастрофического риска, потери по которой определяются частичной или полной утратой собственного капитала.

Вероятность
данного уровня
потерь

**Рисунок 1 – Кривая риска**

Повысить эффективность управления жилищно-коммунальными услугами в условиях нестабильной экономической среды и критического состояния инфраструктуры отрасли позволит своевременное выявление рисков и прогнозирование их в будущем. А это, в свою очередь, позволит рассчитать различные варианты наступления событий, разработать оптимальный план реагирования и тем самым снизить вероятность наступления негативных последствий.

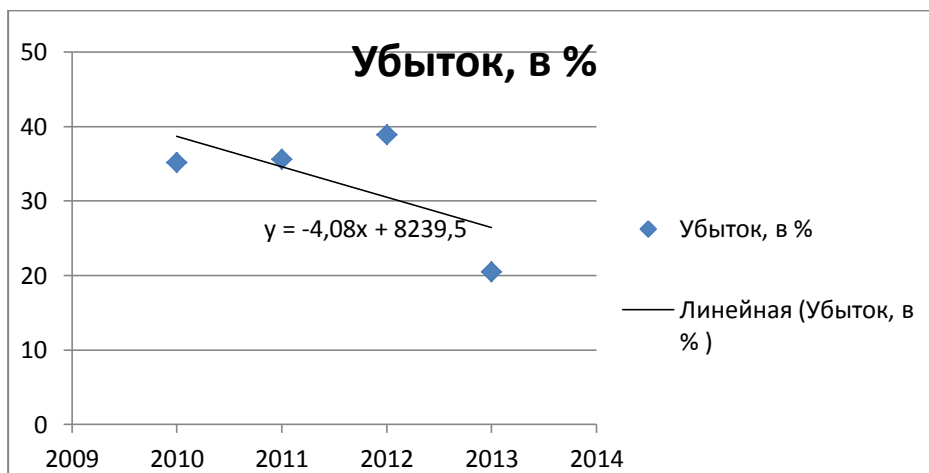


Рисунок 2 - Точечная диаграмма с построенной линией тренда и уравнением зависимости

Далее при помощи метода экстраполяции спрогнозируем вероятность наступления риска недополучения финансовой выгоды на 2014 год.

Сущность данного метода состоит в том, что на основе анализа статистических данных за предыдущие периоды строится прогноз в будущем. Точность оценки вероятности наступления события определяется, исходя из того, что основные тенденции и факторы прошлого периода сохранятся в прогнозируемом периоде.

Преимущество данного метода заключается в том, что он прост в применении на практике и не требует обширной информационной базы.

Для построения тренда (рис.2), отображающего зависимость убытков ЖКХ от года, воспользуемся данными таблицы 1.

В полученное уравнение зависимости показателя подставляем год, для которого требуется рассчитать прогноз.

$$У_{2014г} = -4,08x + 8239,5 = -4,08 \times 2014 + 8239,5 = 22,4\%$$

Вероятность наступления риска недополучения финансовой выгоды в 2014 году составит 22,4%. Таким образом, в течение исследуемого и прогнозируемого периодов значения данного показателя попадают в критическую зону.

Для снижения его и перехода в зону допустимого риска предлагается следующий алгоритм (рис. 3).

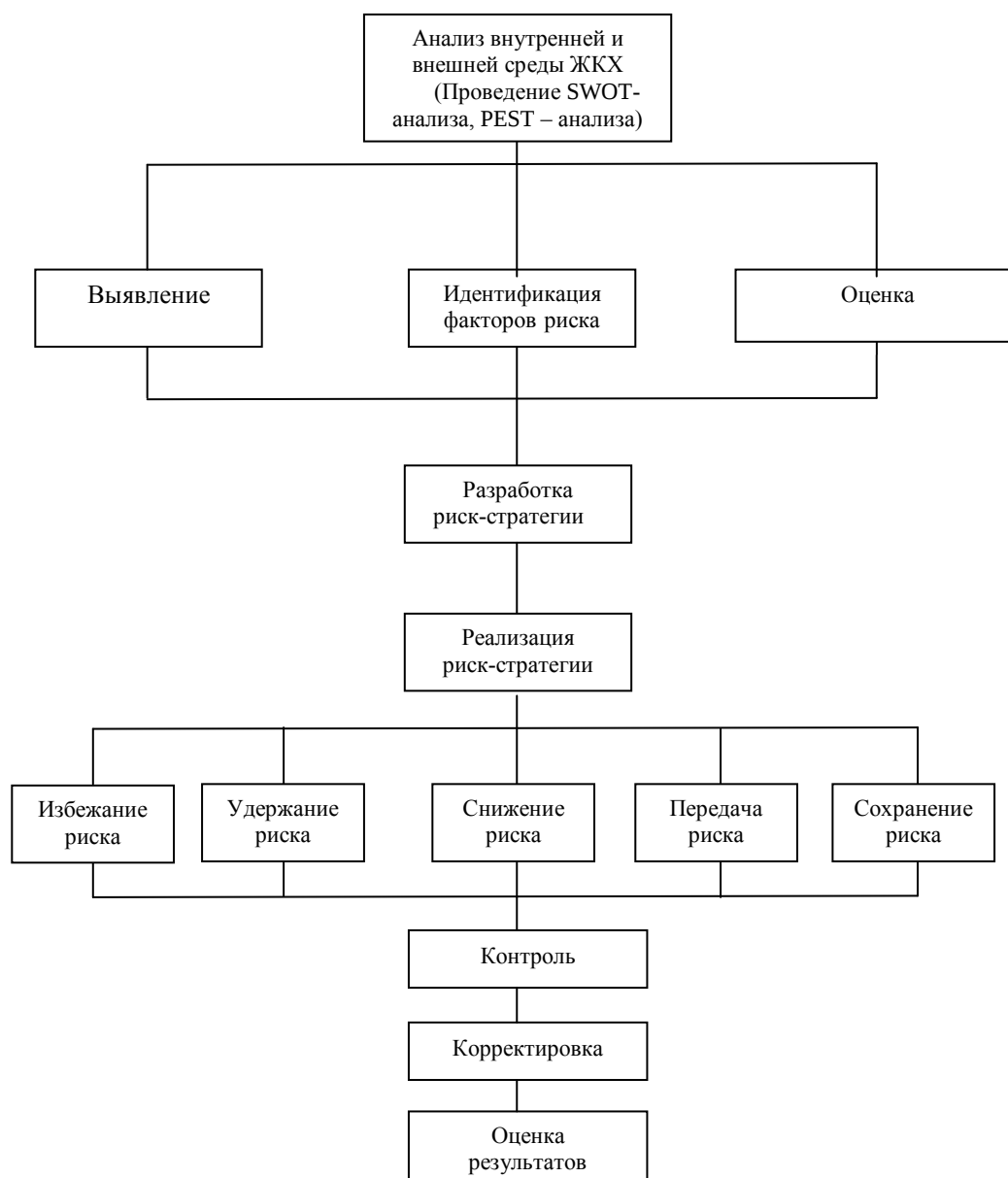


Рисунок 3 - Алгоритм управления рисками в сфере ЖКХ

Вывод.

Риск-менеджмент представляет собой сложный многоступенчатый процесс, направленный на снижение вероятности возможного риска хозяйствующего субъекта. Необходимо понимать, что понятия «снижение риска» и «минимизация ущерба» не тождественны. Первое подразумевает либо понижение вероятности наступления неблагоприятных событий, либо уменьшение возможного ущерба.

Управление рисками жилищно-коммунального сектора можно рассматривать как важный аспект обеспечения устойчивости отрасли. Необходимость скорейшего освоения и внедрения методов риск-менеджмента в условиях нестабильной рыночной экономики обусловлена, прежде всего, тем, что в настоящее время отсутствуют эффективные механизмы финансовой поддержки предприятий ЖКХ России.

Библиографический список:

1. Ермасова Н. Б. Риск-менеджмент организации: учебно-практическое пособие. – М.: Дашков и Ко, 2012.- С 380.
2. Спицына Л.В. Классификация рисков в сфере жилищно-коммунальных услуг в современных условиях. Журнал «Известия Томского политехнического университета» / Т. 321. № 6 / 2012. - С.62-66
3. Иванов А.Р. Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ): проблемы и пути решения. Журнал «Бизнес в законе» № 6 / 2011. - С.197-198
4. Миронова М.Д., Егоров Д.А. Предпринимательские риски инвестиционной деятельности в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Электронный журнал «Управление экономическими системами» — № 3, — 2012.

РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

НАШИ АВТОРЫ:

Абдуллаева Залина Мусаевна - старший преподаватель кафедры управления и информатики в технических системах, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: zolotay83@yandex.ru

Агаханов Гаджи Элифханович – аспирант ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: elifhan@bk.ru

Агапов Владимир Павлович - доктор технических наук, профессор кафедры прикладной механики и математики, ФГБОУ ВПО "Московский государственный строительный университет", г. Москва.

E-mail: agapovpb@mail.ru

Айдемиров Курбан Рабаданович - кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, теоретической и строительной механики, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: kyrayd@mail.ru

Акаев Абдулджафар Имамусейнович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов, теоретической и строительной механики, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgtu.smtsm@mail.ru

Асланов Гайдарбек Кадырбекович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления и информатики в технических системах, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uits@dstu.ru

Баламирзоев Абдул Гаджибалаевич – доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации, землеустройства и кадастров, факультета нефти, газа и природообустройства, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: abdul2000@yandex.ru

Баламирзоева Эсмира Рамизовна - аспирант, Махачкалинский филиал ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", г. Махачкала.

E-mail: b.esmira@yandex.ru

Вердиев Михаил Гаджимагомедович - доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем геотермии Дагестанского научного центра Российской академии, г. Махачкала.

E-mail: mikhailverdiev@mail.ru

Гаджиева Абидат Магомедовна - старший преподаватель, Махачкалинский филиал ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", г. Махачкала.

E-mail: abidat.gadshieva72@mail.ru

Гусейнова Мадина Расуловна – соискатель ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ragus05@mail.ru

Гусейнов Марат Керимханович – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры физики, факультета радиоэлектроники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: m_guseynov@mail.ru

Гусейнов Расул Вагидович - доктор технических наук, профессор кафедры технических комплексов и САПР, филиала ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Каспийск

E-mail: ragus05@mail.ru

Дедегкаев Альберт Гагеевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Промышленная электроника» ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт» (Государственный технологический университет), г. Владикавказ.

E-mail: stepanovtoe@mail.ru

Дзугулов Ислам Амурбиевич – магистрант, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

E-mail: osstikk@mail.ru

Евдулов Денис Викторович - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ole-ole-ole@rambler.ru

Евдулов Олег Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ole-ole-ole@rambler.ru

Исмаилов Тагир Абдурашидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики. Ректор ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет». Заслуженный деятель науки РФ, г. Махачкала.

E-mail: dstu@dstu.ru

Кадиев Исламудин Пашаевич – ведущий эксперт «Управления по инспектированию кредитных организаций» ЦБ РФ по РД, г. Махачкала.

E-mail: islam-kadi@mail.ru

Кадиев Пашай Абдулгамидович – кандидат технических наук, профессор кафедры управления и информатики в технических системах, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uits@dstu.ru

Кажаров Алим Русланович – магистрант, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

E-mail: hejev_tolya@mail.ru

Казибеков Рустам Бидирханович - аспирант ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: kazib.rus11@mail.ru

Курбанова Зухра Адамовна - кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, землеустройства и кадастров, факультета нефти, газа и природообустройства, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: adamovna05@mail.ru

Курбанов Курбан Османович - кандидат физико-математических наук, доцент, Махачкалинский филиал ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", г. Махачкала.

E-mail: kyrbanovko@yandex.ru

Курбанов Рамазан Магомедович – соискатель ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: osstikk@mail.ru

Мусаева Ума Алиевна - кандидат технических наук, доцент кафедры управления и информатики в технических системах, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uma9@list.ru

Набиев Шихнаби Шихрагимович – инженер-исследователь ООО "ТЭХН", г. Махачкала.

E-mail: shihnabi@gmail.com

Ниналалов Ахмедхан Ибрагимович - кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, теоретической и строительной механики, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgtu.smtsm@mail.ru

Оборин Матвей Сергеевич – кандидат географических наук, доцент кафедры экономического анализа и статистики, Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Пермь.

E-mail: matvey_uk@rambler.ru

Овсюков Михаил Юрьевич – магистрант, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

E-mail: osstikk@mail.ru

Омаров Мухтар Далгатович - кандидат юридических наук, доцент, ведущий кафедрой прикладной информатики в юриспруденции, факультета таможенного дела и судебной экспертизы, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала. Начальник Управления судебного департамента при ВС РФ в РД, Заслуженный юрист РФ, Действительный госсотрудник юстиции 2 класса.

E-mail: muslimova_fatima@mail.ru

Рамазанова Джамиля Исланбеговна – старший преподаватель кафедры финансов, налогообложения и бизнес-информатики, факультета информационных систем, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: djami_ramazanova@mail.ru

Степанов Александр Леонидович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Теоретическая электротехника и электрические машины» ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт» (Государственный технологический университет), г. Владикавказ.

E-mail: stepanovtoe@mail.ru

Сухов Андрей Александрович – магистрант, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

E-mail: osstikk@mail.ru

Тагавердиева Динара Сабировна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики ГАОУ ВПО «Дагестанский государственный институт народного хозяйства», г. Махачкала.

E-mail: tagaverdieva@yandex.ru

Тетакаев Умар Резванович - аспирант ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: umar_tetakaev@mail.ru

Хежев Толя Амирович – доктор технических наук, профессор, Советник РААСН, действительный член Адыгской (Черкесской) Международной академии наук, профессор кафедры строительного производства, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова», г. Нальчик.

E-mail: hejev_tolya@mail.ru

Шерифов Арсен Мехтиевич - старший преподаватель филиала ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет» в г. Дербент.

E-mail: arsen5050@mail.ru

Яхьяев Мурад Лиматулаевич – техник-программист ФГБОУ ВПО «Российская правовая академия Министерства юстиции Российской Федерации» Северо-Кавказский филиал, г. Махачкала.

E-mail: uits@dstu.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Верстка журнала осуществляется с электронных копий. Используется компьютерная обработка штриховых и полутоновых (в градациях серого) рисунков. Журнал изготавливается по технологии офсетной печати. В редакцию журнала необходимо представить:

- распечатку рукописи (2 экз.). Распечатка должна представлять собой твердую копию файла статьи;
- электронную копию, допустима передача по электронной почте;
- элементы заглавия на английском языке (1 экз.);
- экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати (1 экз.);
- справку об авторах и ее электронную копию (1 экз.);
- рекомендацию кафедры (отдела) к опубликованию (следует указать предполагаемую рубрику) (1 экз.);
- две рецензии от докторов наук. Подписи рецензентов должны быть заверены по месту их работы;
- сопроводительное письмо (1 экз.) для сторонних авторов.

Правила оформления текста

Текст подготавливается в текстовом редакторе MicrosoftWord. Статья должна предусматривать разделы: «Введение», «Постановка задачи», «Методы испытаний», «Результаты эксперимента и их обсуждение», «Выводы» или «Заключение». Объем статьи не должен превышать 6-7 страниц машинописного текста, 5 рисунков или фотографий.

Формулы подготавливаются во встроенном редакторе формул MicrosoftWord или в редакторе MathType.

Шрифтовое начертание обозначений в формулах, в таблицах и в основном тексте должно быть полностью идентичным.

Ссылки на формулы и таблицы даются в круглых скобках, ссылки на использованные источники (литературу) - в квадратных прямых.

Формат бумаги А4. Параметры страницы: поля - левое 3 см, верхнее и нижнее 2 см, правое 1,5 см; колонтитулы отсутствуют.

Элементы заглавия публикуемого материала

- УДК/ББК
- Перечень авторов (разделяется запятыми, инициалы после фамилий).
- Название статьи.
- Аннотация - 3-7 строк, характеризующих содержание статьи.
- Ключевые слова - 3-10 слов и словосочетаний, отражающих содержание статьи, разделенных запятыми.

Каждый элемент заглавия приводится, начиная с новой строки, выравнивание проводится по левому краю.

Основной текст

Шрифт TimesNewRoman 14pt, выравнивание по ширине, первая строка с отступом 1 см, межстрочный интервал - 1.

Список литературы

Строка с текстом «**Библиографический список:**».

Собственно библиографический список: каждая ссылка с номером в отдельном абзаце выполняется по ГОСТ 7.1-2003. Библиографическое описание документа. Введ. 01.07.2004. М.: Изд-во стандартов, 2004.

Не должен превышать 10 наименований; приводятся только источники, на которые есть ссылки в тексте (ссылки на неопубликованные работы не допускаются).

Ссылки на материалы, размещенные на электронных носителях, следует давать лишь в крайнем случае. Редакция оставляет за собой право потребовать от автора замены ссылки, если на момент обработки статьи по указанному адресу материал будет отсутствовать.

Элементы заглавия на английском языке

- Перечень авторов (разделяется запятыми, инициалы после фамилий).
- Название статьи.
- Аннотация.
- Ключевые слова.

Элементы заглавия на английском языке должны представлять собой перевод соответствующих элементов заглавия, приведенных на русском языке перед основным текстом.

Верстка формул

Формулы подготавливаются во встроенном редакторе формул MicrosoftWord или в редакторе MathType; нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте статьи; использование при нумерации букв и других символов не допускается.

Выписанные в отдельную строку формулы выравниваются по середине строки, номер (при необходимости) заключается в круглые скобки и выравнивается по правому краю текста. Все впервые встречающиеся в формуле обозначения должны быть расшифрованы сразу после формулы.

Верстка рисунков

Рисунки, представляющие собой графики, схемы и т. п., должны быть выполнены в графических векторных редакторах (встроенный редактор MicrosoftWord, CorelDraw, MicrosoftVisio и т. п.). Использование точечных форматов (.bmp, .jpeg, .tif, .html) допустимо только для рисунков, представление которых в векторных форматах невозможно (фотографии, копии экра-

на монитора и т. п.).

Верстка таблиц

Таблица состоит из следующих элементов: нумерационного заголовка (слова «Таблица» и ее номера арабскими цифрами); шапки (заголовочной части), включающей заголовки граф (объясняют значение данных в графах); боковика (первой слева графы) и прографки (остальных граф таблицы).

Справка об авторах

Включает для каждого автора фамилию, имя, отчество (полностью), год рождения, ученую или академическую степень, ученое звание (с датами присвоения и присуждения), краткую научную биографию (не более 5-6 строк), название организации. Если ученых и/или академических степеней и званий нет, то следует указать место получения высшего образования, год окончания вуза и специальность. Далее указывается область научных интересов, количество печатных научных работ и адрес электронной почты при наличии.

Требования к рецензированию и хранению рецензий научных статей, поступивших в редакцию журнала

Научная статья, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным редактором на соответствие тематике и направлениям журнала, правилам оформления и наличия сопроводительных документов.

Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов.

Рецензии хранятся в редакции издания в течение 5 лет.

При поступлении соответствующего запроса редакция вправе направлять копии рецензий в Министерство образования и науки РФ.

План-график издания журнала

Выпуск 1 (март) – прием статей до 31 декабря предыдущего года;

Выпуск 2 (июнь) – прием статей до 31 марта текущего года;

Выпуск 3 (сентябрь) – прием статей до 30 июня текущего года;

Выпуск 4 (декабрь) – прием статей до 30 сентября текущего года.

Редколлегия оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

Статьи, не отвечающие правилам оформления, к рассмотрению не принимаются, рукописи и магнитные носители авторам не возвращаются. Датой поступления считается день получения редколлгией окончательного текста статьи. Рукописи аспирантов публикуются бесплатно.

Адрес редакционного совета: 367015, РД, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70, ФГБОУ ВПО «ДГТУ», Учебно-лекционный корпус 2, редакция журнала «Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки». Технические вопросы можно выяснить по электронному адресу: vestnik.dgtu@mail.ru и по телефону 8(8722)62-39-64.

Министерство образования и науки РФ



ВЕСТНИК

**Дагестанского
государственного
технического
университета**

ТОМ 36 1 - 2015

Вестник Дагестанского государственного технического университета.
Технические науки. Махачкала, 2015. – Том 36 (1). – 152 с.

Верстка: Бутаева А.Т.

Адрес редакции:

367015, РД, г. Махачкала, пр. И.Шамиля, 70, ФГБОУ ВПО «ДГТУ»

Тел./факс (8722)623715

(8722)623964

E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru

Website: <http://vestnik.dstu.ru/>

Подписано в печать 16.03.2015г. Сдано в печать 16.03.2015г.

Формат 60*84 1/8. Гарнитура «Times». Бумага офсетная

Тираж 500. Усл. п.л. 19.1 Уч. изд.л. 19.1

Заказ № 0118

Отпечатано в ИПЦ ФГБОУ ВПО «ДГТУ»

367015, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70.