

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

ВЕСТНИК

**ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 3

Том 38

2015

**Журнал основан в 1997 году.
Выходит 4 раза в год**

**Herald of Daghestan state technical university. Technical sciences
2015. №3 (38)
ISSN 2073-6185**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

ВЕСТНИК

Дагестанского государственного технического университета.
Технические науки
№ 3 (Том 38) 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., профессор 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., заведующий кафедрой 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 3. Том 38 Махачкала, 2015 – 222 с. Издается по решению Ученого Совета ФГБОУ ВО «ДГТУ»
Адрес редакции: 367015, РД, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70, ФГБОУ ВО «ДГТУ»		Тел./факс (8722)623715 (8722)623964 E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru Website: http://vestnik.dstu.ru/

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИКА.....8

Агаханов Г.Э.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО
ТВЕРДОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИКТИВНЫХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ8

Билалов Б.А., Гусейнов М.К., Сафаралиев Г.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ПЛЕНОК ТВЕРДОГО РАСТВОРА
(SiC)_{1-x}(AlN)_x, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО ОСАЖДЕНИЯ 15

Санаев Н.К.

СИНГУЛЯРНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ 21

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ28

Абдулхакимов У.И., Евдулов О.В.

МОДЕЛЬ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ
КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР 28

Гаджиев Х.М., Челушкин Д.А.

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ
ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЦЕССОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ
МАТЕРИАЛОВ В СОСТОЯНИИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА..... 37

Гусейнов Р.В., Султанова Л.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ 43

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ49

Асланов Г.К., Казибеков Р.Б., Набиулин Р.М., Тетакаев У.Р.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ
НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗОВОГО УКВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАДИОПЕЛЕНГА-
ТОРА В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ LabVIEW 49

Байрамуков С.Х., Долаева З.Н., Омаров А.О.

О МЕТОДАХ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА 56

Исмаилов Т.А., Гаджиев А.М., Юсуфов Ш.А.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ 63

Канаев М.М., Курбанмагомедов К.Д.

РАЗРЯДНО-МОДУЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ
СИСТЕМ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ИХ СОСТОЯНИЯ 71

Мелехин В.Б., Абдурагимов Т.Т.

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМНЫХ СРЕД И ОРГАНИЗАЦИИ
ВЫВОДА РЕШЕНИЙ 78

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА.....87

Абакаров А.Д., Омаров Х.М.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ С
РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ КОМБИНИРОВАНИЕМ С ЭЛЕМЕН-
ТАМИ СУХОГО ТРЕНИЯ 87

Батаев Д.К.-С., Газиев М.А., Мажиев Х.Н.

ВЫБОР ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВА-
НИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА С УЧЕ-
ТОМ ФАКТОРА КАРБОНИЗАЦИИ 94

<i>Зайнулабидова Х.Р., Курбанов И.Б.</i> РАСЧЁТ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ НАДЁЖНОСТИ И АНТИСЕЙСМИЧЕСКОГО УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ	103
<i>Керимов Р.М., Муселемов Х.М., Устарханов О.М.</i> РАСЧЕТ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКОЙ	110
<i>Мацапулин В.У., Тотурбиев А.Б., Черкашин В.И.</i> ГЛИНИСТЫЕ СЛАНЦЫ - ЭФФЕКТИВНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	119
<i>Муселемов Х.М., Омаров А.О., Устарханов Т.О.</i> РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ	127
<i>Рагимова А.С.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МАЛОГО ПЛОТИНОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОКА МАЛЫХ ГОРНЫХ РЕК ДАГЕСТАНА.....	135
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	141
<i>Атуева Э.Б., Дусилаева Х.М., Шабанова М.М.</i> ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА	141
<i>Гасанова Н.М., Исмаилова Ш.Т.</i> КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЕМ РАБОТ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ	148
<i>Дуллуева Р.М., Исалова М.Н., Магомедов Д.М.</i> АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЫНКОМ НЕДВИЖИМОСТИ	157
<i>Зейналов М.З., Павлюченко Е.И.</i> ЗАТРАТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ И ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ	164
<i>Ибрагимова Д.М., Казиева Ж.Н., Раджабова Д.А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕХАНИЗМА ОПЛАТЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	172
<i>Исмаилов Р.Т., Мелехин В.Б.</i> АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕЗЕРВОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	179
<i>Магомедов А.Г., Фарухов Т.А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	185
<i>Мейланов И.М., Эсетова А.М.</i> ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	192
<i>Эмирова Г.А.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА МЕДИАФРАНЧАЙЗИНГА В РОССИИ	202
РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	210
НАШИ АВТОРЫ.....	210
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ	218

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

**VESTNIK
of Daghestan State Technical University.
Technical science
№ 3 (volume 38) 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. Abdulgaliyev, 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, DSTU; E.Sh. Ismailov, Doctor of Biology, Professor, DSTU; 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 Electrotechnical University "LETI"; Magomedov A.G., Doctor of Economics, Professor, DSTU; V.B. Melekhin Doctor of Engineering Sciences, Professor, 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, Head of the Department, 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 3. volume 38 Makhachkala, 2015 –222 p. Published by decision of the Academic Council FSBEE HE «DSTU»
Edition address: 70, I. Shamil Ave., 367015, Makhachkala, the Republic of Daghestan FSBEE HE “DSTU”	Tel./fax (8722)623715 (8722)623964 E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru Website: http://vestnik.dstu.ru

CONTENTS

MECHANICS.....	8
<i>Agakhanov G.E.</i>	
THE SOLUTION OF PROBLEMS OF MECHANICS OF THE DEFORMABLE SOLID BODY WITH USE OF FICTITIOUS SETTLEMENT SCHEMES	8
<i>Bilalov B.A., Gusejnov M.K., Safaraliev G.K.</i>	
RESEARCH OF STRUCTURE AND COMPOSITION OF FILMS SOLID SOLUTION (SIC) _{1-x} (ALN) _x , RECEIVED BY METHOD MAGNETRON DEPOSITION	15
<i>Sanaev N.K.</i>	
SINGULAR METHOD OF INCREASE OF EXTENT OF COMPRESSION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES	21
POWER, METALLURGICAL AND CHEMICAL MECHANICAL ENGINEERING.....	28
<i>Abdulkhakimov U.I., Evdulov O.V.</i>	
THE THERMOELECTRIC SYSTEM MODEL FOR THERMAL COSMETIC PROCEDURES	28
<i>Gadjiyev H.M., Chelushkin D.A.</i>	
THE SEMICONDUCTOR THERMOELECTRIC DEVICE FOR TEMPERATURE CONTROL OF COMPUTER PROCESSOR WITH USE OF MATERIALS IN THE CONDITION OF PHASE TRANSITION	37
<i>Guseynov R.V., Sultanova L.M.</i>	
DEFINITION OF INDICATORS OF RELIABILITY OF CARS	43
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT.....	49
<i>Aslanov G.K., Kazibekov R.B., Nabiulin R.M., Tetakaev U.R.</i>	
MODELING OF PATTERN FORMING PROCESS OF AUTOMATIC RADIO DIRECTION FINDER OF PHASE UNF IN THE DEVELOPMENT ENVIRONMENT OF LabVIEW APPLIED PROGRAMS	49
<i>Bayramukov S.H., Dolaeva Z.N., Omarov A.O.</i>	
ABOUT THE METHOD OF DYNAMIC PROGRAMMING PROCESS OF INTEGRATED HOUSING MODERNIZATION	56
<i>Ismailov T.A., Gadzhiev A.M., Yusufov Sh.A.</i>	
MATHEMATICAL MODELING OF THERMOPHYSICAL PROCESSES IN THERMOELECTRIC DEVICES FOR SEAWATER DESALINATION	63
<i>Kanaev M.M., Kurbanmagomedov K.D.</i>	
BIT-MODULAR PRESENTATION COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS AND PROBLEM SOLVING ANALYSIS OF THEIR CONDITION	71
<i>Melehin V.B., Abduragimov T.T.</i>	
ILL-DEFINED DYNAMIC SEMANTIC NETWORKS FOR MODELING OF THE DYNAMIC PROBLEM-SOLVING AMBIENCES AND ORGANIZATIONS OF THE CONCLUSION OF THE DECISIONS	78
BUILDING AND ARCHITECTURE	87
<i>Abakarov A.D., Omarov Kh.M.</i>	
IMPROVE THE EFFICIENCY OF SEISMIC WITH RUBBER MOUNTS ELEMENTS COMBINED WITH DRY FRICTION	87
<i>Bataev D.K-S., Gaziev M.A., Majiev H.N.</i>	
CHOICE THEORY OF CREEP DEFORMATION FOR EVALUATION OF LONG FINE-GRAINED AUTOCLAVED AERATED CONCRETE IN VIEW OF FACTORS CARBONIZATION	94

Zajnulabidova H.R., Kurbanov I.B. CALCULATING THE OPTIMUM LEVEL OF RELIABILITY AND ANTI-SEISMIC REINFORCEMENT OF STRUCTURES OF BUILDINGS	103
Kerimov R.M., Muselemov Kh.M., Ustarkhanov O.M. CALCULATION OF SANDWICH STRUCTURES UNDER DYNAMIC LOAD CONCENTRATED LOAD	110
Matsapulin V.U., Toturbiev A.B., Cherkashin V.I. CLAY SLATES – EFFECTIVE MINERAL RAW MATERIALS FOR PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS	119
Muselemov Kh.M., Omarov A.O., Ustarkhanov T.O. THE CALCULATION OF STRESS-STRAIN STATE OF THREE-LAYER BEAM TAKING INTO ACCOUNT EDGE EFFECTS	127
Ragimova A.S. RESEARCH IN THE FIELD OF SMALL CONSTRUCTION OF DAMS AND PROSPECTS FOR THE USE OF DRAIN OF SMALL MOUNTAIN RIVERS OF DAGESTAN	135
ECONOMIC SCIENCE	141
Atuyeva E.B., Dusilaeva H.M., Shabanova M.M. PRIORITY DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES	141
Gasanova N.M., Ismailova SH.T. CONCEPTUAL BASE OF THE SITUATION MANAGEMENT BY WORK BUILDING PROJECT	148
Dullueva R.M., Isalova M.N., Magomedov D.M. ANALYSIS OF THE MAIN PROBLEMS OF THE STUDY AND MANAGEMENT MARKET TO PREMISES	157
Zeynalov M.Z., Pavlyuchenko E.I. EXPENSESES OF THE BUILDING ENTERPRISE AS ECONOMIC CATEGORY AND OBJECT OF MANAGEMENT	164
Ibragimova D.M., Kazieva J.N., Radjabova D.A. DEVELOPMENT OF EFFECTIVE MECHANISMS WAGE IN CONSTRUCTION	172
Ismailov R.T., Melehin V.B. ANALYSIS OF OPTIMUM USE INWARDLY PRODUCTION RESERVES OF THE BUILDING ENTERPRISE.....	179
Magomedov A.G., Faruhov T.A. IMPROVING OF THE ORGANIZATION OF INNOVATION MANAGEMENT OF THE BUILDING ENTERPRISE.....	185
Meylanov I.M., Esetova A.M. MAIN INCREASE THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF INDUSTRIAL CONSTRUCTION.....	192
Emirova G.A. PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF MEDIA FRANCHISING IN RUSSIA	202
EDITORIAL SECTION	210
OUR AUTHORS	210
REQUIREMENTS TO THE ARTICLES	218

МЕХАНИКА

УДК 539.3

Агаханов Г.Э.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИКТИВНЫХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ

Agakhanov G.E.

THE SOLUTION OF PROBLEMS OF MECHANICS OF THE DEFORMABLE SOLID BODY WITH USE OF FICTITIOUS SETTLEMENT SCHEMES

Используя фиктивные расчетные схемы, основанные на эквивалентности воздействий в механике деформируемого твердого тела, получены напряженно-деформированные состояния для балки на двух опорах, находящейся под действием массовых сил; вращающегося тонкого круглого диска; плотины треугольного поперечного сечения, находящейся под действием объемных фильтрационных сил.

Ключевые слова: механика деформируемого твердого тела, эквивалентность воздействий, фиктивная расчетная схема, напряженно-деформированное состояние.

Using the fictitious settlement schemes based on equivalence of influences in mechanics of a deformable solid body the intense deformed states are received for the beam on two support which is under the influence of mass forces; the rotating thin round disk; the dam of triangular cross section which is under the influence of volume filtrational forces.

Key words: mechanics of a deformable solid body, equivalence of influences, the fictitious settlement scheme, the intense deformed state.

Введение. Известно, что основная задача механики деформируемого твердого тела заключается в исследовании напряженно-деформированного состояния твердых тел при различных воздействиях. В задаче механики деформируемого твердого тела все воздействия в зависимости от их присутствия в разрешающей системе уравнений подразделяются на поверхностные силы, объемные силы и вынужденные деформации.

Постановка задачи. Решение любой задачи механики деформируемого твердого тела начинается с построения расчетной схемы. При этом большое значение в механике деформируемого твердого тела имеет метод эквивалентности воздействий, позволяющий определить напряженно-деформированное состояние твердого тела без воспроизведения условий его работы (фиктивная

расчетная схема), что особенно существенно при экспериментальном решении задач, так как осуществимость каждого воздействия ограничена возможностями техники моделирования [1, 2].

Рассмотрим решение трех задач механики деформируемого твердого тела с использованием фиктивных расчетных схем.

1. Балка на двух опорах под действием массовых сил

Балка на двух опорах находится под действием объемных сил

$$F_x = F_z = 0, \quad F_y = \gamma, \quad (1)$$

где γ - объемная масса материала балки.

По условиям эквивалентности воздействий, действие объемных сил можно заменить действием фиктивных поверхностных сил и вынужденных деформаций следующего вида:

$$P = \gamma y, \quad \xi = \frac{1-\nu}{E} \gamma y. \quad (2)$$

При этом напряжения и перемещения в исходной задаче определяются по соотношениям:

$$\sigma_{ij}^{(F)} = \sigma_{ij}^{(P)} - \sigma_{ij}^{(\xi)} - \delta_{ij} P, \quad U_i^{(F)} = U_i^{(P)} - U_i^{(\xi)}. \quad (3)$$

Решение от заменяющих поверхностных сил имеет вид [3]

$$\begin{aligned} \sigma_x^{(P)} &= \frac{6\gamma}{h^2} \left(l^2 - x^2 + \frac{2}{3} y^2 - \frac{h^2}{10} \right) + \gamma, \\ \sigma_y^{(P)} &= \frac{3\gamma}{2} - \frac{2\gamma y^3}{h^2}, \\ \tau_{xy}^{(P)} &= \frac{6\gamma xy^2}{h^2} - \frac{3\gamma x}{2}, \\ U^{(P)} &= \frac{\gamma}{E} \left[\frac{6xy}{h^2} \left(l^2 - \frac{x^2}{3} + \frac{2y^2}{3} - \frac{h^2}{10} \right) + xy - \frac{3y}{2} \left(\frac{3y}{2} - \frac{2y^3}{h^2} \right) \right], \\ V^{(P)} &= \frac{\gamma}{E} \left[\frac{3y^2}{4} - \frac{y^4}{2h^2} - \frac{3y^2}{h^2} \left(l^2 - x^2 + \frac{y^2}{3} - \frac{h^2}{10} \right) - \frac{y^2}{2} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2h^2} (5l^4 + x^4 - 6l^2 x^2) + \left(\frac{17}{10} + \frac{3\nu}{4} \right) (l^2 - x^2) \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

Решение от заменяющих вынужденных деформаций имеет вид [3]:

$$\sigma_x^{(\xi)} = \sigma_y^{(\xi)} = \tau_{xy}^{(\xi)} = 0,$$

$$U^{(\xi)} = \frac{1-\nu}{E} \gamma xy, \quad (5)$$

$$V^{(\xi)} = \frac{1-\nu}{2E} \gamma (l^2 - x^2 + y^2).$$

Подставляя в (3) выражения (2), (4) и (5) для исходной задачи имеем

$$\begin{aligned} \sigma_x^{(F)} &= \frac{6\gamma}{h^2} \left(l^2 - x^2 + \frac{2}{3} y^2 - \frac{h^2}{10} \right), \\ \sigma_y^{(F)} &= \frac{\gamma}{2} - \frac{2\gamma^3}{h^2}, \\ \tau_{xy}^{(F)} &= \frac{6\gamma xy^2}{h^2} - \frac{3\gamma}{2}, \\ U^{(F)} &= \frac{\gamma}{E} \left[\frac{6xy}{h^2} \left(l^2 - \frac{x^2}{3} + \frac{2y^2}{3} - \frac{h^2}{10} \right) - \nu \left(\frac{y}{2} - \frac{2y^3}{h^2} \right) \right], \\ V^{(F)} &= \frac{\gamma}{E} \left[\frac{y^2}{4} - \frac{y^4}{2h^2} - \frac{3\gamma y^2}{h^2} \left(l^2 - x^2 + \frac{y^2}{3} - \frac{h^2}{10} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2h^2} (5l^4 + x^4 - 6l^2 x^2) + \left(\frac{6}{5} + \frac{5\nu}{4} \right) (l^2 - x^2) \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

2. Вращающийся тонкий круглый диск

Объемной силой будет являться сила инерции. Тогда

$$F_x = \rho \omega^2 x, \quad F_y = \rho \omega^2 y, \quad F_z = 0, \quad (7)$$

где ρ - масса единицы объема материала диска, а ω - угловая скорость вращения.

Для заменяющих нагрузок имеем

$$P = \frac{\rho \omega^2 r^2}{2}, \quad \xi = \frac{1-\nu}{2E} \rho \omega^2 r^2. \quad (8)$$

Если в центре нет отверстия, то под действием заменяющих поверхностных сил диск находится в условиях однородного растяжения во всех направлениях в своей плоскости, т.е.

$$\sigma_r^{(P)} = \sigma_\theta^{(P)} = \frac{\rho \omega^2 b^2}{2}, \quad U^{(P)} = \frac{1-\nu}{2E} \rho \omega^2 b^2 r. \quad (9)$$

Если в центре имеется отверстие, решение от заменяющих поверхностных сил имеет вид [3]:

$$\begin{aligned}
\sigma_r^{(P)} &= \frac{\rho\omega^2}{2} \left(b^2 + a^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2} \right), \\
\sigma_\theta^{(P)} &= \frac{\rho\omega^2}{2} \left(b^2 + a^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2} \right), \\
U^{(P)} &= \frac{\rho\omega^2}{2E} \left[(1-\nu)(b^2 + a^2)r + (1+\nu)\frac{a^2 b^2}{r} \right].
\end{aligned} \tag{10}$$

Решение от заменяющих вынужденных деформаций для сплошного диска имеет вид [3]:

$$\begin{aligned}
\sigma_r^{(\xi)} &= \frac{1-\nu}{8} \rho\omega^2 (b^2 - r^2), \\
\sigma_\theta^{(\xi)} &= \frac{1-\nu}{8} \rho\omega^2 (b^2 - 3r^2), \\
U^{(\xi)} &= \frac{1-\nu}{8E} \rho\omega^2 [(1-\nu)b^2 r + (1+\nu)r^3].
\end{aligned} \tag{11}$$

Решение от заменяющих вынужденных деформаций для диска с отверстием имеет вид [3]:

$$\begin{aligned}
\sigma_r^{(\xi)} &= \frac{1-\nu}{8} \rho\omega^2 \left(a^2 + b^2 - r^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2} \right), \\
\sigma_\theta^{(\xi)} &= \frac{1-\nu}{8} \rho\omega^2 \left(a^2 + b^2 - 3r^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2} \right), \\
U^{(\xi)} &= \frac{1-\nu}{8E} \rho\omega^2 \left[(1-\nu)(a^2 + b^2)r + (1+\nu) \left(r^3 + \frac{a^2 b^2}{r} \right) \right].
\end{aligned} \tag{12}$$

Подставляя в (3) выражения (9) и (11), (10) и (12), а также учитывая (8) для исходной задачи имеем:

- в случае сплошного диска

$$\begin{aligned}
\sigma_r^{(F)} &= \frac{3+\nu}{8} \rho\omega^2 (b^2 - r^2), \\
\sigma_\theta^{(F)} &= \frac{3+\nu}{8} \rho\omega^2 b^2 - \frac{1+3\nu}{8} \rho\omega^2 r^2, \\
U^{(F)} &= \frac{\rho\omega^2}{8E} [(1-\nu)(3+\nu)b^2 r - (1-\nu^2)r^3].
\end{aligned} \tag{13}$$

- в случае диска с круглым отверстием

$$\begin{aligned}
\sigma_r^{(F)} &= \frac{3+\nu}{8} \rho \omega^2 \left(b^2 + a^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2} - r^2 \right), \\
\sigma_\theta^{(F)} &= \frac{3+\nu}{8} \rho \omega^2 \left(b^2 + a^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2} - \frac{1+3\nu}{3+\nu} r^2 \right), \\
U^{(F)} &= \frac{\rho \omega^2}{8E} \left[(1-\nu)(3+\nu)(b^2 + a^2)r + \right. \\
&\quad \left. + (1+\nu)(3+\nu) \frac{a^2 b^2}{r} - (1-\nu^2)r^3 \right].
\end{aligned} \tag{14}$$

3. Плотина треугольного поперечного сечения под действием объемных фильтрационных сил

Известно, что объемные фильтрационные силы F связаны с потерями напора по пути фильтрации зависимостью [4]

$$F = - \gamma \operatorname{grad} H, \tag{15}$$

где γ - объемная масса воды; H – напорная функция.

Значение и направление действия этих сил определяются с достаточной точностью расчетом или с использованием экспериментальных методов [5, 6].

Сложный характер распределения объемных фильтрационных сил усложняет теоретическое решение задачи. Поэтому в работе [4] при оценке взвешивания сооружения, действие объемных фильтрационных сил предлагают заменить статически эквивалентной поверхностной нагрузкой, распределенной по закону эпюры давлений в воде в плоскости подошвы сооружения.

Согласно установленным в работе [1] условиям эквивалентности воздействий, объемные фильтрационные силы (15) можно заменить поверхностной нагрузкой P и вынужденными деформациями ξ следующего вида:

$$P = -\gamma H, \tag{16}$$

$$\xi = -\frac{1-2\nu}{E} \gamma H. \tag{17}$$

Известно, что напорная функция H для установившегося фильтрационного потока удовлетворяет уравнению Лапласа, т. е. $\nabla^2 H = 0$. Тогда, функция вынужденных деформаций (17) также является гармонической в области плотины. В силу гармоничности вынужденных деформаций $\sigma_{ij}^{(\xi)} = 0$ зависимость (3) принимает вид:

$$\sigma_{ij}^{(F)} = \sigma_{ij}^{(P)} - \delta_{ij} P. \tag{18}$$

Результаты эксперимента и их обсуждение.

Таким образом, определение напряжений от объемных фильтрационных сил в рассматриваемой задаче сводится к определению напряжений от поверхностных сил (16).

Для определения последних, возьмем функцию напряжений в виде суммы полиномов второй и третьей степени. Тогда выражения для напряжений имеют вид:

$$\begin{aligned}\sigma_x^{(P)} &= c_3x + d_3y + c_2, \\ \sigma_y^{(P)} &= a_3x + b_3y + a_2, \\ \tau_{xy}^{(P)} &= -b_3x - c_3y - b_2.\end{aligned}\tag{19}$$

Входящие в эти формулы постоянные определим из граничных условий на вертикальной и наклонной гранях.

На вертикальной грани имеем $y=0$, $\sigma_y = -\gamma H$, $\tau_{xy} = 0$.

Используя формулы (19), найдем $a_3=0$, $a_2=-\gamma H$; $b_3=0$, $b_2=0$.

С учетом этого формулы (19) для напряжений примут вид:

$$\begin{aligned}\sigma_x^{(P)} &= c_3x + d_3y + c_2, \\ \sigma_y^{(P)} &= -\gamma H, \\ \tau_{xy}^{(P)} &= -c_3y.\end{aligned}\tag{20}$$

Граничные условия на наклонной грани имеют вид:

$$\begin{aligned}-\sigma_x^{(P)} \sin \alpha + \tau_{xy}^{(P)} \cos \alpha &= \gamma(H-x) \sin \alpha, \\ -\tau_{yx}^{(P)} \sin \alpha + \sigma_y^{(P)} \cos \alpha &= -\gamma(H-x) \cos \alpha.\end{aligned}$$

Подставляя в эти равенства выражения (20) и учитывая, что уравнение наклонной грани $y=x \operatorname{tg} \alpha$, получим:

$$\begin{aligned}-(c_3x + d_3x \operatorname{tg} \alpha + c_2) \sin \alpha - c_3x \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha &= \gamma(H-x) \sin \alpha, \\ c_3x \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha - \gamma H \cos \alpha &= -\gamma(H-x) \cos \alpha.\end{aligned}$$

Решая эти уравнения, найдем:

$$c_2 = -\gamma H; \quad c_3 = \gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha; \quad d_3 = -2\gamma \operatorname{ctg}^3 \alpha + \gamma \operatorname{tg} \alpha.$$

Запишем окончательные выражения для напряжений от заменяющих поверхностных сил:

$$\sigma_x^{(P)} = \gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha + \gamma \operatorname{tg} \alpha (1 - 2 \operatorname{ctg}^2 \alpha) y - \gamma H,$$

$$\begin{aligned}\sigma_y^{(P)} &= -\gamma H, \\ \tau_{xy}^{(P)} &= -\gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha.\end{aligned}\quad (21)$$

Это решение можно получить и другим путем. Используя принцип независимости (суперпозиции) сил поверхностную нагрузку P (16) можно разделить на две части:

$$P = -p - \gamma(H - x),$$

где p – гидростатическое давление воды.

Решение от гидростатического давления воды имеет вид: [7]

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha - 2\gamma \operatorname{ctg}^3 \alpha, \\ \sigma_y &= -\gamma, \\ \tau_{xy} &= -\gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha.\end{aligned}\quad (22)$$

Решение от второй части поверхностной нагрузки, получаемое аналогично решению (21) с помощью функции напряжений в виде суммы полиномов второй и третьей степени, имеет вид:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \gamma \operatorname{ctg} \alpha - \gamma H, \\ \sigma_y &= -\gamma(H - x), \\ \tau_{xy} &= 0.\end{aligned}\quad (23)$$

Легко проверить, что выражения (22) и (23) в сумме также дают решение (21).

Тогда, согласно (16) и (18), для напряжений от объемных фильтрационных сил получаем

$$\begin{aligned}\sigma_x^{(F)} &= \gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha + \gamma \operatorname{ctg} \alpha (1 - 2\operatorname{ctg}^2 \alpha) y, \\ \sigma_y^{(F)} &= 0, \\ \tau_{xy}^{(F)} &= -\gamma \operatorname{ctg}^2 \alpha.\end{aligned}\quad (24)$$

Вывод. Фиктивные расчетные схемы, основанные на эквивалентности воздействий, можно использовать при решении и других более сложных задач механики деформируемого твердого тела, требующих применения и экспериментальных методов исследования напряжений и деформаций.

Библиографический список:

1. Агаханов Э. К. О развитии комплексных методов решения задач механики деформируемого твердого тела//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки 2013. № 2 (29). С. 39-45.

2. Агаханов Г.Э. О математическом моделировании воздействия порового давления на грунт//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки 2015. № 1 (36) С. 8-16.
3. Тимошенко С. П., Гудьер Дж., Теория упругости. М., Наука, 1975, 576 с.
4. Флорин В. А., Основы механики грунтов, т.1, Госстройиздат, 1959.
5. Аравин В. И., Нумеров С. Н., Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений, Л.-М., Госстройиздат, 1955, 291 с.
6. Дружинин Н. И., Метод электрогидродинамических аналогий и его применение при исследовании фильтрации, М.-Л., Госэнергоиздат, 1956, 346 с.
7. Варданян Г. С., Андреев В. И., Атаров Н. М., Горшков А. А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности, под ред. Г. С. Варданяна, М., Изд. АСВ, 1995, 568 с.

УДК 537.9:539.23

Билалов Б.А., Гусейнов М.К., Сафаралиев Г.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ПЛЕНОК ТВЕРДОГО РАСТВОРА $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО ОСАЖДЕНИЯ

Bilalov B.A., Gusejnov M.K., Safaraliev G.K.

RESEARCH OF STRUCTURE AND COMPOSITION OF FILMS SOLID SOLUTION $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$, RECEIVED BY METHOD MAGNETRON DEPOSITION

Методом магнетронного распыления поликристаллических мишеней SiC-AlN на подложках SiC и Al_2O_3 получены тонкие пленки твердого раствора $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$. Методами рентгенографии и электронной микроскопии проведены исследования структуры и состава этих пленок. Установлены факторы, определяющие состав и структуру пленок, а также условия формирования монокристаллических пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ на подложках SiC. Рассчитаны основные технологические параметры процесса магнетронного осаждения пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$.

Ключевые слова: карбид кремния, твердые растворы, технология получения пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$.

Method of magnetron sputtering targets polycrystalline SiC-AlN on substrates SiC and Al_2O_3 thin films received solid solutions $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$. The methods of X-ray and electron microscopy studies the structure and composition of films. There are factors that determine the composition and structure of films, as well as conditions for the formation of monocrystalline films of $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ to the substrate

SiC. The basic technological parameters of process magnetron sedimentation of films $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ are calculated.

Key words: silicon carbide, solid solutions, synthesizing technology of films $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$.

Введение. Во всех современных отечественных и зарубежных публикациях по электронной компонентной базе силовой электроники предпочтение отдается SiC и GaN как материалам, значительно превосходящим по своим физическим параметрам Si и GaAs. SiC, GaN. Твердые растворы на их основе являются перспективными материалами для создания приборов опто-и силовой электроники. Псевдобинарные твердые растворы SiC- A^3B^5 , особенно в системах SiC-AlN и SiC-GaN, позволяют существенно расширять диапазон важнейших электрофизических свойств SiC [1,2]. Реальное использование указанных широкозонных материалов в приборостроении определяется уровнем развития технологии р-п-структур и понимания физических процессов в них.

Несмотря на значительный прогресс в технологии получения монокристаллических SiC и твердых растворов на их основе $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ существует ряд факторов, препятствующих достижению их реального коммерческого потенциала. К таким факторам относятся, например, неоднородности в распределении примеси по сечению выращиваемых слитков SiC, а также наличие в них структурных дефектов. Установлено, что основными причинами возникновения структурных дефектов в SiC и твердых растворах на его основе являются отклонения от оптимальных условий роста пленок из-за сложности контролирования технологических параметров выращивания пленок.

В настоящей работе использован магнетронный метод, обеспечивающий повышение качества выращиваемых пленок твердого раствора $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$.

Преимуществом магнетронного метода является его относительная простота, высокая управляемость, а также невысокие температуры роста пленок.

Постановка задачи. Как известно, процессы магнетронного распыления мишеней и осаждения пленок являются многопараметрическими. Поэтому для оптимизации технологических режимов были проведены количественные оценки наиболее важных параметров процесса осаждения пленок. В частности, рассчитана зависимость протяженности зоны термализации распыленных атомов мишени SiC-AlN от давления аргона и расстояние от катода до условного анода.

Результаты расчетов использованы при получении пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ на установке УВН с магнетроном планарного типа на постоянном токе. В качестве источника использовались поликристаллические мишени твердого раствора SiC-AlN с содержанием AlN от 10 до 50 масс.%, которые были получены прессованием смеси микронных порошков SiC и AlN при давлении 4МПа с последующим спеканием при 1700-1800°C в атмосфере азота в течение 60 мин. Мишени изготавливались в форме дисков диаметром 10 см и толщиной 0,5 см. В качестве подложек применялись монокристаллические

пластины 6H-SiC и сапфира. Перед осаждением подложки SiC подвергались химическому травлению в расплаве KOH при температуре 750K в течение 10 минут и многократно промывались в дистиллированной воде.

Распыление проводилось при давлении рабочего газа Ar от 1Pa до 12Pa. Ток разряда составлял 50-300мА при напряжении 600-700В. Скорость осаждения составляла 0,2-0,4 нм/с. Температура подложки изменялась от 800K до 1300K. Полученные плёнки $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ имели толщину до 2 мкм.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Расчет протяженности зоны термализации - расстояния от мишени, на которой распыленные атомы в потоке к подложке достигают термодинамического равновесия с рабочим газом, был проведен на основе модели парных соударений в приближении жестких сфер [3]. Рассчитанные на основе данной модели зависимости расстояния от давления Ar для атомов Si, C, Al, N, содержащихся в мишени, при значении кинетической энергии распыленных атомов 5эВ приведены на рисунке 1.

Протяженность зоны термализации также зависит от средней кинетической энергии распыленных атомов, однако эта зависимость слабая. К примеру, при изменении энергии распыленных атомов в 5 раз протяженность зоны термализации изменяется менее чем 1,5 раза.

При относительно высоком давлении рабочего газа расстояние от мишени до подложки превышало величину протяженности зоны термализации. При этом полученные пленки были однородными и более качественными. При низких давлениях рабочего газа, ограниченных возможностью поддержания стабильного тлеющего разряда, термализация распыленных атомов происходит на расстояниях, значительно больших, чем расстояния от мишени до подложки, что приводит к неоднородности пленок, увеличению дефектности, обусловленной значительным потоком нетермализованных, высокоэнергетичных атомов, поступающих на подложку.

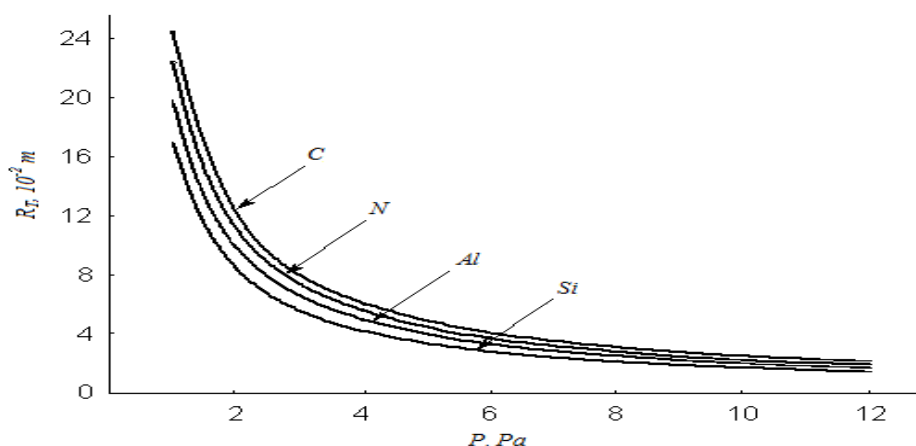


Рисунок 1 - Зависимость расстояния от мишени до границы зоны термализации атомов Si, C, Al, N от давления аргона при средней кинетической энергии распыленных атомов 5эВ.

Скорость распыления мишеней SiC-AlN нелинейно зависит от мощности разрядного тока (рис.2). Подобная зависимость объясняется увеличением степени ионизации, а, следовательно, и концентрации ионов аргона, распыляющих мишень, с увеличением мощности разряда. Поскольку давление (концентрация нейтральных атомов) аргона в камере постоянно, по мере увеличения мощности разряда степень ионизации растет и приближается к некоторому постоянному значению. При этом скорость распыления приближается к значению насыщения.

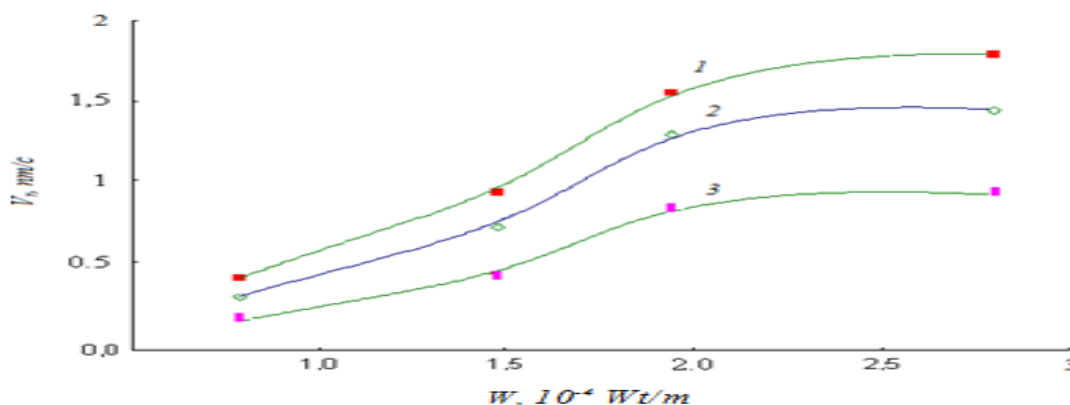


Рисунок 2 - Зависимость скорости магнетронного распыления мишеней SiC-AlN от мощности разрядного тока. Мишени: 1 - 10% AlN; 2 - 30% AlN; 3 - 50% AlN

Как видно из рисунка 2, скорость распыления меньше для мишеней SiC-AlN с большим содержанием AlN. Эту связь с составом мишени можно объяснить увеличением удельного сопротивления мишеней с увеличением в них содержания AlN. При этом при постоянной мощности разряда ток уменьшается. Отметим, что ток является более важным параметром, определяющим скорость распыления, чем напряжение на электродах.

Скорость роста плёнок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$, как и следовало ожидать, уменьшается с увеличением температуры подложки (рис.3).

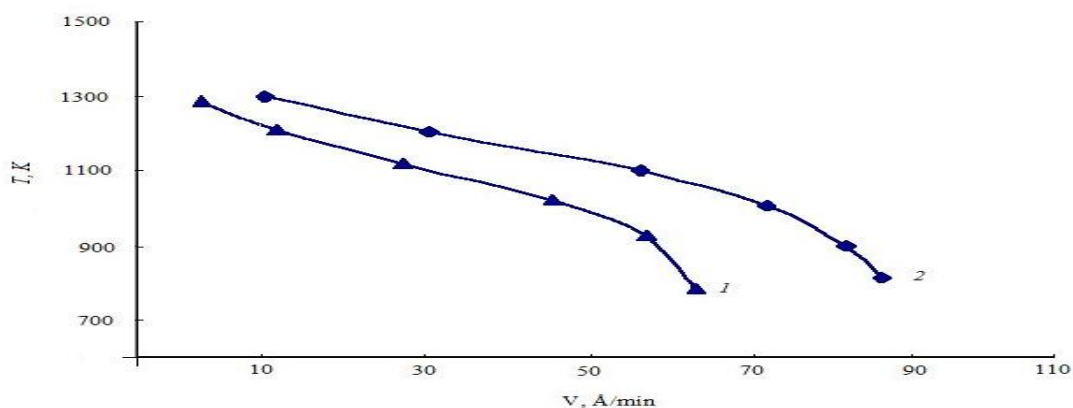


Рисунок 3 - Зависимость скорости роста пленки твердого раствора $(\text{SiC})_{0,7}(\text{AlN})_{0,3}$ от температуры подложки: 1 – при токе разряда $I = 70$ мА; 2 - $I = 100$ мА.

При этом снижение скорости роста становится гораздо заметнее при малых токах разряда. Такой характер температурной зависимости скорости роста может быть объяснен в рамках диффузионно-кинетической модели роста.

Рентгенодифракционные исследования структуры пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$, проведенные на дифрактометре Дрон-2 с использованием излучения CuK_α показали, что пленки, полученные при температуре подложки 800K, имеют аморфную структуру. С повышением температуры подложки формируется кристаллическая фаза. При температуре 1000K в пленках наблюдаются микрокристаллиты с размерами до 0,2 мкм различной формы. При более высоких температурах $T \sim 1300\text{K}$ происходит срастание монокристаллических блоков и формируются монокристаллические пленки $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ со структурой 2H.

На рис.4 и рис.5 приведены типичные дифрактограммы, полученные от пленок твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ с составами $x=0,3$ и $x=0,46$ соответственно. На рис.4 для сопоставления также приведена дифрактограмма подложки SiC. Кроме максимума подложки SiC, на дифрактограммах наблюдаются выраженные максимумы, связанные с твердым раствором $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$.

Из-за близости величин постоянных решеток подложки и твердого раствора, максимумы дифракционных спектров в дифрактограмме отличаются незначительно. Отсутствие других рефлексов на дифрактограмме свидетельствует о монокристалличности полученных пленок. Как видно из этих рисунков, угловое положение дифракционных рефлексов закономерно смещается в зависимости от состава, что указывает на образование гомогенных твердых растворов в системе SiC-AlN. Из рис.5 также видно, что максимумы дифракционного спектра в дифрактограмме, полученной от пленки твердого раствора с содержанием AlN 46% мол являются широкими и низкими. Большая ширина пиков свидетельствует о присутствии в пленке и в переходной области структурных несовершенств, и отражает тот факт, что с увеличением содержания нитрида алюминия в пленках «ухудшается» кристаллическая структура пленок.

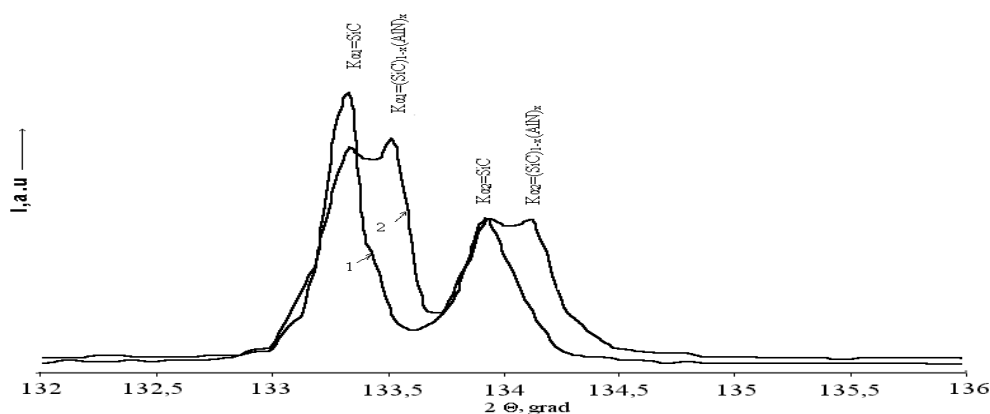


Рисунок 4 - Дифрактограммы подложки 6H-SiC(1) и твердого раствора $(\text{SiC})_{0,7}(\text{AlN})_{0,3}$ (2)

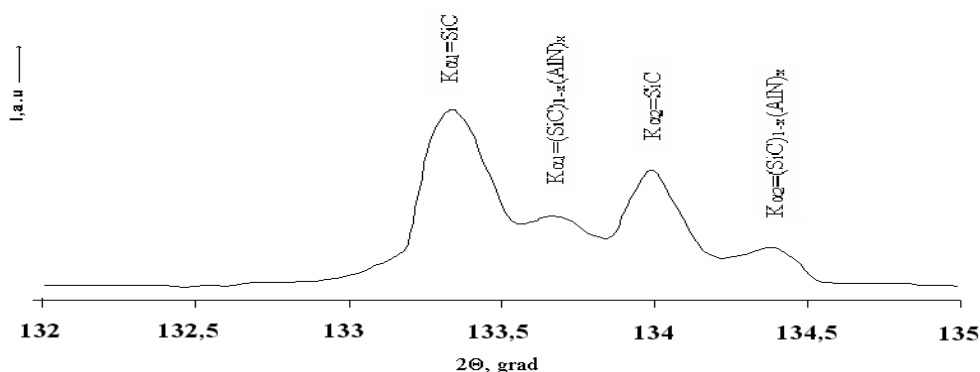


Рисунок 5 - Дифрактограмма подложки 6H-SiC и твердого раствора $(\text{SiC})_{0,54}(\text{AlN})_{0,46}$.

Анализ элементного состава выращенных пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ был выполнен с помощью сканирующего электронного микроскопа «LEO-1450», оборудованного микроанализатором состава «INCA». Анализ показал, что в пределах погрешности микроанализатора распределение компонентов твердого раствора Si, C, Al, N по поверхности и по объему однородное, а состав полученных пленок близок (с точностью до 2 %) к составу мишени SiC-AlN.

Вывод. Расчетные оценки показывают, что термализация распыленных атомов мишени SiC-AlN при давлениях рабочего газа Ar 6-12Pa происходит на расстоянии около 4см от мишени. Поэтому при определении положения подложки для осаждения необходимо учитывать реальное давление рабочего газа.

Скорость распыления мишеней SiC-AlN зависит не только от мощности разрядного тока, но и от состава поликристаллических мишеней SiC-AlN.

Скорость роста пленок в диапазоне изменения температуры от 800K до 1300K уменьшается в 5-6 раз с повышением температуры подложки.

Показана возможность управления структурой пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ от аморфной до монокристаллической фазы путем изменения параметров осаждения.

Установлено, что основными факторами, определяющими структуру пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$, является структура и температура подложки. Состав пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ определяется составом распыляемой мишени SiC-AlN.

Библиографический список:

1. Нурмагомедов Ш.А., Сорокин Н.Д., Сафаралиев Г.К., Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. //Изв. АН СССР. Неорг. Мат-лы. Т.22, Вып. 10, с.1872-1874 (1986).
2. Сафаралиев Г.К., Курбанов М.К., Офицерова Н.В., Таиров Ю.М.. Изв. РАН. Неорг. матер., № 6. (1995).
3. Ласка В.Л., Митрофанов А.П., Карманенко С.Ф.// Электронная техника. Сер. Электровакуумные и газоразрядные приборы. 1985. В.1 (106), 101 с.

УДК 621.432.73

Санаев Н.К.

СИНГУЛЯРНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Sanaev N.K.

SINGULAR METHOD OF INCREASE OF EXTENT OF COMPRESSION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

С целью повышения степени сжатия в цилиндре двигателей внутреннего сгорания (ДВС) предлагается использовать модифицированный поршень и устройство для определения частоты вибрации, формируемой рабочим процессом в камере сгорания.

Ключевые слова: поршень, цилиндр, картер, прорыв газа.

In work, for the purpose of increase of extent of compression in the cylinder of the internal combustion engines (ICE) it is offered to use the modified piston and the device for determination of frequency of the vibration formed by working process in the combustion chamber.

Key words: piston, cylinder, case, gas break.

Введение. Одним из важных направлений в вопросе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является улучшение показателей рабочего процесса, в частности, повышение качества смесеобразования и надпоршневого давления в камере сжатия, зависящее пропорционально от степени сжатия.

В свою очередь степень сжатия ДВС типа 4Ч 8,5/11, взятого в качестве объекта исследования и серийно выпускаемого ОАО «Завод «Дагдизель»», зависит от износа поршневой группы и их размерной точности.

Именно эти показатели определяют прорыв газа в картер двигателя и, следовательно, снижают КПД, повышают расход топлива, нарушают тепловой режим группы и, самое главное, влияют на условия воспламенения гомогенной смеси при пуске холодного двигателя. Увеличение степени сжатия приводит к росту температуры заряда воздуха в конце сжатия, что улучшает пусковые качества двигателя.

Если рассматривать утечку газа в зависимости от конструктивного исполнения отдельных составляющих поршневой группы, то использование с этой целью поршневых колец с большей силой прилегания к стенке цилиндровой втулки, может вызвать ускоренный износ данной пары и тем самым снизить показатели мощности двигателя.

Нельзя не рассматривать утечку газа вне зависимости от размерного анализа составляющих поршневой группы. Если степень сжатия вихрекамерного двигателя определяется по известной формуле:

$$\varepsilon = \frac{V_h}{V_c} + 1 \quad (1)$$

где: V_h - рабочий объем цилиндровой втулки а V_c - объем камеры сгорания для исследуемого двигателя $V_c = V_1 + V_2 + V_3$

где:

V_1 - объем некоторой части головки цилиндра;

V_2 - части объема камеры сжатия;

V_3 - части объема камеры между стенками цилиндровой втулки.

Значения этих объемов могут колебаться в зависимости от отклонений размеров. Проведенный размерный анализ показал, что в зависимости от отклонений размеров звеньев цепи, степень сжатия колеблется в пределах $1,6 \div 1,7$ и составляет $\varepsilon = 15,4 \div 18,5$. Такое колебание влечет за собой изменение давления и, как следствие, пусковых качеств двигателя.

Постановка задачи. Поставлена задача повышения давления гомонизированной топливно-воздушной смеси за счет повышения степени сжатия, которая при всех равных условиях, зависит во многом от прорыва газа в картер двигателя. Решение поставленной задачи было осуществлено через модификацию поршня [1], которая заключается в том, что на профиле боковой поверхности поршня была нарезана канавка каплевидной формы, рис. 1

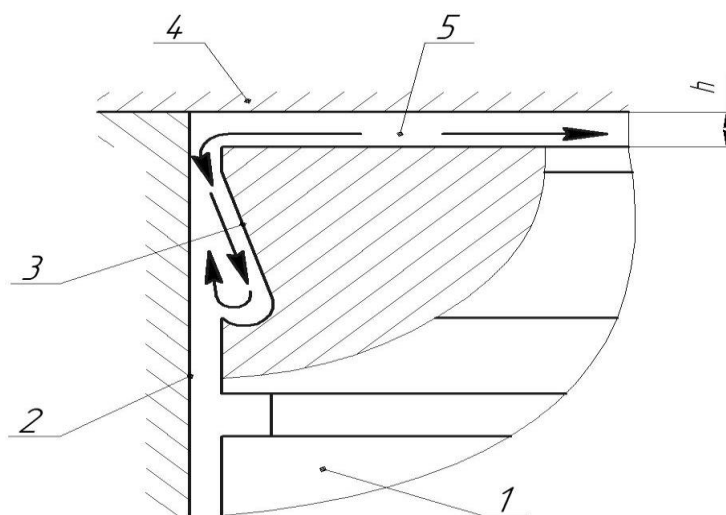


Рисунок 1 - Поршень с каплевидной канавкой:

1-поршень; 2-стенка втулки цилиндра; 3-каплевидная канавка; 4-головка цилиндра; 5-камера сжатия с высотой $h = (0,9 \div 1,4)$ мм в верхней мертвой точке

Предпосылкой использования канавки такого вида была принята аэродинамическая теория, согласно которой любая деформация потока течения газа конструктивными элементами приводит к перераспределению газа присте-

ночного давления и, как следствие, к изменению направления струи газового потока.

Экспериментально установлено (рис.2), что воздух, направленный через трубку 2, проходя через дроссельный канал 3 в нижней части канала истечения меняет свое направление и поступает в надпоршневое пространство в виде струи 1.

Отраженный конструктивной формой канавки поршня поток газа направляется навстречу газу, поступающему из камеры сжатия и в верхней мертвой точке на поверхности огневого днища поршня турбулизуется, что способствует улучшения гомонизации топливно-воздушной смеси, и уплотнению поступающего в цилиндр воздуха.

Визуализация физической картины течения газа проводилась методом дымового туннеля, при котором в кольцевой дроссель вводился дым, который делал течение видимым в проходящем свете.

Предполагаемое снижение утечки было подтверждено экспериментально-аналитическим путем [2].

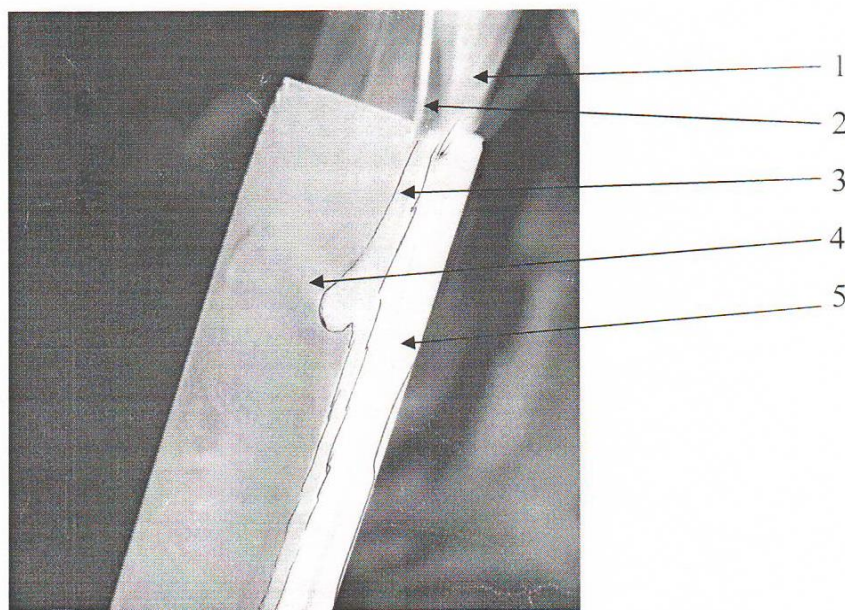


Рисунок 2 - Картина изменения направления течения газа:
1-воздух; 2-трубка; 3-дроссельный канал; 4-корпус мундштука; 5-крышка мундштука

На рис.3 представлены графические зависимости прорыва газа в картер двигателя от давления подаваемого компрессором в зону рабочего движения поршня при различном количестве колец.

Приведенные зависимости убедительно показывают, что предложенная модификация поршня значительно снижает прорыв газа, что особенно заметно при использовании одного кольца.

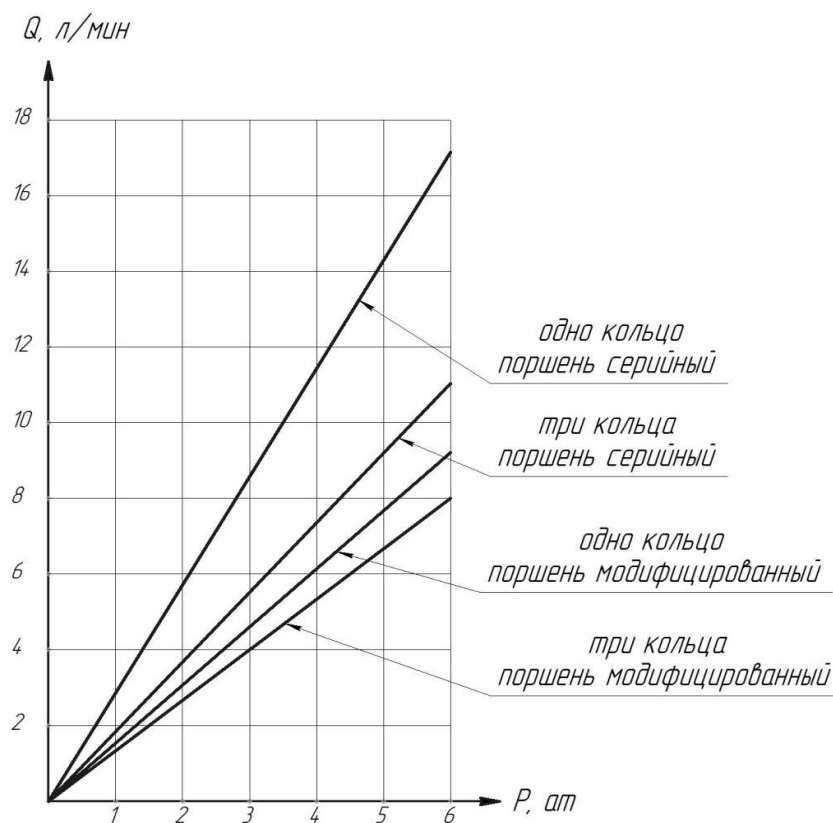


Рисунок 3 - Объемный расход воздуха в зависимости от давления и конструкции поршня

Здесь уместно заметить, что применение модифицированного поршня вне зависимости от колебания размеров размерной цепи дает устойчивое снижение прорыва газа, а, следовательно, повышение степени сжатия.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Основываясь на изложенном, считаем целесообразным рассмотреть вопрос движения, отраженного конструкцией канавки газа в зависимости от динамических характеристик работы двигателя. Наиболее важной характеристикой в этом отношении является - виброакустическая.

Известно, что при $Re < 2300$ движение потока газа считается ламинарным [3] в первом приближении, полагая, что скорость поршня для большинства судовых малоразмерных дизелей находится в пределах от 6 до 14 м/с, можно определить число Рейнольдса

$$R = \frac{\omega \cdot d}{\gamma} \quad (2)$$

где:

$\omega=10$ м/с – скорость течения газа, приравненная к скорости поршня;

$d=0,0001$ м – диаметр дросселя (зазор поршневого цилиндра);

$\gamma=0,57$ см²/с/т = 4000 с – кинематический коэффициент.

Рассчитанное безразмерное число $Re=175 < Re_{кр}=2300$, что свидетельствует о ламинарном движении [3].

Вместе с тем, специальные исследования [4] карбюраторных двигателей показали, что в межстеночном пространстве и в районе огневого днища поршня имеет место турбулизированное течение газа. В связи с этим было сделано предположение, что причиной такого рода течения газа может быть присутствие вибрации двигателя во время его работы.

При диагностировании цилиндро-поршневой группы по вибрационным характеристикам важным является выбор места установки датчика (акселерометра) на поверхности корпуса двигателя. Датчик следует установить в такой точке, которая обеспечивает получение максимальной информации – в диагностической дефекционной зоне. В силу этого, акселерометр устанавливали на стопорном болту вихревой камеры сгорания.

Виброакустические характеристики, формируемые рабочим процессом исследуемого дизеля типа 4Ч 9,8/11, регистрировали и анализировали в заводских условиях с помощью универсального многофункционального диагностического прибора модели УМДП-3. Двигатель работал без нагрузки с частотой вращения коленчатого вала $n=1200$ об/мин, температура масла составляла $(85 \div 90)^\circ\text{C}$.

По полученным данным третьактавного анализатора модели RFT-80 была построена спектограмма двигателя, рис.4.

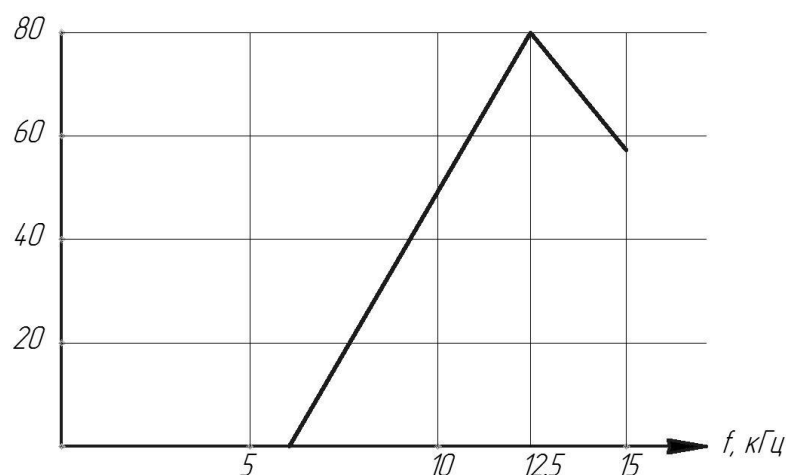


Рисунок 4 - Виброшумовая характеристика дизеля в районе камеры сгорания при повороте коленчатого вала до $(5 \div 8)^\circ\text{C}$ до ВМТ

Таким образом, с помощью стробирования в тракт измерителя вибраций прибора УМДП-3, было установлено, что вибрации, формируемые рабочим процессом и регистрируемые индикатором в период нарастания давления в камере сгорания, имеют полосу частоты $(11 \div 13)$ кГц (рис.4).

В целях подтверждения предполагаемого влияния вибраций на характер течения газовой струи в районе камеры сгорания был изготовлен и апробирован на практике струйный прибор. Таким струйным пневмопреобразователем может быть, например, цилиндрический капилляр.

За аналог изготовленного в заводских условиях прибора был взят бесконтактный преобразователь электрических сигналов в пневматические, раз-

работанный в лаборатории гидроавтоматики Волгоградского государственного технического университета.

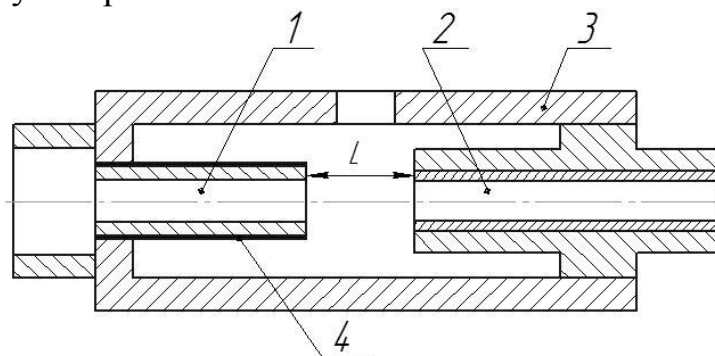


Рисунок 5 - Щелевой струйный пневмопреобразователь

Устройство (рис. 5) состоит из корпуса 3, в котором установлено питающее сопло 1 диаметром 0,8 мм с токопроводящими электродами 4, нанесёнными на наружную поверхность. Внутренний размер питающего сопла имеет размер, равный расстоянию между огневым днищем поршня и головкой цилиндра в верхней мертвой точке в момент впрыскивания топлива.

На приёмное сопло 2, выполняющее функцию приемника звука был нанесен сегнетоэлектрик титанат бария BaTiO_3 . Для придания прибору преобразующих свойств (пьезоэлектрического эффекта) приемное сопло было поляризовано.

Работа прибора заключается в том, в начале работы в сопло питания 1 подавалась струя воздуха с ламинарным течением. При отсутствии давления (вибраций от подачи электрического сигнала на приемное сопло), воздух, поступающий от постороннего источника давления полностью, или почти полностью, попадает в приёмное сопло.

При подаче на входное сопло электрических сигналов, оно испытывает механическое колебание. В результате этого происходит нарушение ламинарного движения. Подтверждением этому является тот факт, что поступающий в приёмное сопло 2 воздух резко снижает давление на выходе (присутствие так называемого «воздушного гистерезиса»), что говорит о турбулизации воздушного потока.

По результатам проведенных измерений наиболее устойчивое снижение до 150 Па имеет значение при следующих параметрах дросселя: частота колебания входного сопла (10-15) кГц, межторцевое расстояние $L=8$ мм, что соответствует турбулентному течению.

Вывод. Исходя из проведенного исследования, в районе огневого днища сформировался объём воздуха, представляющий собой пространственное течение с турбулентным режимом. Это в свою очередь порождает многоочаговое воспламенение заряда по всему объёму камеры сгорания.

В результате, скорость тепловыделения значительно возрастает, что при одной и той же степени сжатия обеспечивает ДВС топливную экономичность, высокий КПД и повышение давление сжатия.

Предложенный метод повышения степени сжатия за счет применения поршня с каплевидной канавкой является наиболее доступным и экономичным.

Библиографический список:

1. Патент на изобретение № 2534761 «Поршень с каплевидной канавкой». Патентообладатель ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет».
2. Санаев Н.К. Экспериментально-аналитическое исследование утечки газа в двигателях с модифицированным поршнем//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. №1 (том 24), 2012г., С. 49-56.
3. Трение теплопередача в поршневых кольцах двигателей внутреннего сгорания: Справочное пособие, Петриченко Р.М. и другие, - Л.ЛГУ, 1990.- 248с.
4. Устинов А.Н., «Исследование поршневых колец дизелей», изд. Саратовского университета, 1974.-127 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 681.382

Абдулхакимов У.И., Евдулов О.В.

МОДЕЛЬ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

Abdulhakimov U.I., Evdulov O.V.

THE THERMOELECTRIC SYSTEM MODEL FOR THERMAL COSMETIC PROCEDURES

Рассмотрена модель термоэлектрической системы для проведения тепловых косметологических процедур, построенная на основе решения двумерной нестационарной задачи теплопроводности для системы сложной конфигурации. Получены зависимости изменения температуры в различных точках объекта воздействия – участка кожного покрова, подвергающегося тепловым косметологическим процедурам, в зависимости от холодопроизводительности и теплопроизводительности термоэлектрических модулей, внешних условий.

Ключевые слова: термоэлектрическая система, тепловое воздействие, косметология, биологический объект, температурное поле, модель.

The model of thermoelectric systems for thermal cosmetic procedures that are based on solving two-dimensional unsteady heat conduction problem for a system of complex configuration. The dependences of temperature change at different points of the object of influence – the area of the skin exposed to the heat of cosmetic procedures, depending on the cooling and heating capacity of thermoelectric modules, external conditions.

Key words: thermoelectric system, thermal, beauty, biological object, the temperature field, model.

Введение. В настоящее время в практике проведения косметологических процедур все большее распространение получают методы воздействия, основанные на использовании высоких и низких температур (термо- и криотерапия) [1, 2]. Такое достаточно активное использование указанных методов связано с тем, что тепловое воздействие оказывает большое влияние на энергетический баланс в организме.

Под воздействием тепла кровеносные и лимфатические сосуды расширяются, что улучшает кровообращение во многих внутренних органах. Дан-

ное обстоятельство приводит к активизации обмена веществ, качественному насыщению организма питательными веществами и кислородом.

Термовоздействие стимулирует окисление жира, очищает организм, выводя через потовые железы вредные токсины и другие продукты жизнедеятельности, тем самым способствуя улучшению состояния кожи. Криовоздействие обладает сильным омолаживающим эффектом, разглаживает морщины, устраняет распространение угревой сыпи и акне, уменьшает целлюлитные отложения, сглаживает рубцы, удаляет кожные образования, папилломы и доброкачественные опухоли. Охлаждающие маски снимают отечность лица, моделируют его форму, разглаживают морщины и улучшают цвет. Криомассаж применяется для укрепления кожи головы и корней волос; эффективен при лечении себореи.

Применение теплового воздействия на тело в целом или его частей постоянно совершенствуется, дифференцируется и, в настоящее время представляет собой ряд апробированных методик, каждая из которых имеет свои показания и противопоказания [3]. Использование теплового воздействия в косметологической практике на сегодняшний день развивается по двум основным направлениям: во-первых, охлаждение (нагрев) всего организма или сравнительно значительных его частей, во-вторых, вовлечение в процесс теплового воздействия менее обширных участков, а также, патологически измененных участков для удаления ткани.

Если в первом случае для охлаждения (нагрева) всего организма используются мощные холодильные и тепловые машины (например, парокомпрессионные, абсорбционные и т.п.), то для теплового воздействия на отдельные зоны человека могут быть применены системы с меньшей тепло- и холодопроизводительностью на основе других принципов преобразования энергии.

В этих условиях для осуществления локального теплового воздействия с целью проведения косметологических процедур перспективным является применение термоэлектрических систем (ТЭС) [4], отличающихся высокой экологичностью, бесшумностью, надежностью, функциональностью и значительным ресурсом работы, а также возможностью простого перехода с режима охлаждения на режим нагрева и наоборот.

Постановка задачи. Целью настоящей работы является создание математической модели ТЭС, разработанной в Дагестанском государственном техническом университете.

Модель строится на основе решения двух задач: определения требуемых величин теплового потока от исполнительного элемента ТЭС – термоэлектрического модуля (ТЭМ) и расчета основных характеристик последней.

Обобщенная тепловая модель ТЭС, учитывающая возможность контрастного теплового воздействия, приведена на рис.1.

На рисунке 1 цифрой обозначено: 1 – основание, на котором крепятся ТЭМ; 2 – непосредственно ТЭМ, выполняющие функции источников (стоков) теплоты и закрепленные на основании в местах, определяемых методикой проведения процедур, конструктивным удобством и комфортностью ощущение

ний человека; 3 – объект воздействия.

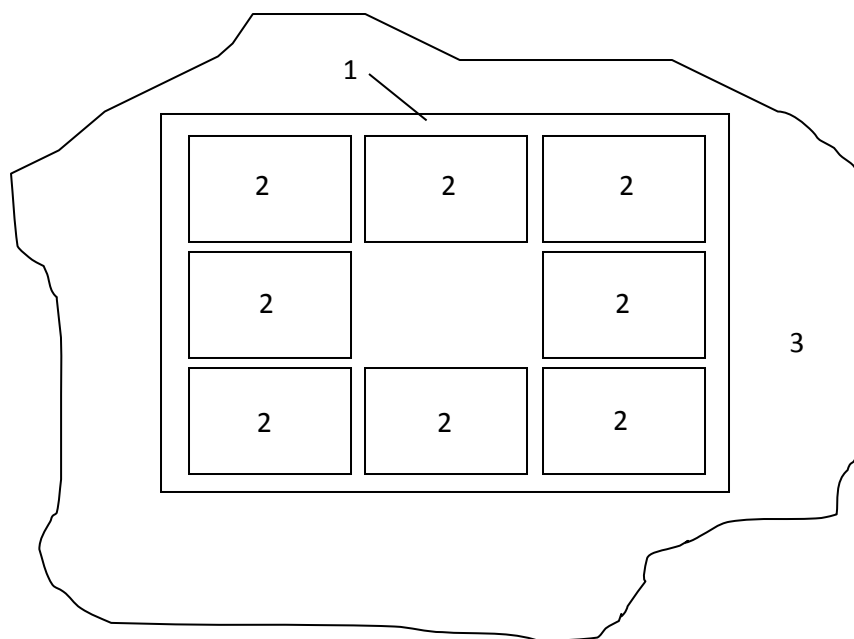


Рисунок 1 - Тепловая модель ТЭС теплового воздействия на отдельные зоны человеческого организма

В зависимости от проводимых косметологических процедур все ТЭМ могут работать либо в режиме охлаждения, либо в режиме нагрева, чередовать указанные режимы в течение определенного промежутка времени, а также формировать изменяющиеся во времени температурные поля различной конфигурации (например, шахматное или коридорное чередование холодных и теплых зон, бегущая волна и др.). Исследование тепловых характеристик ТЭС по рассмотренной модели приводит к необходимости анализа температурного поля пластины произвольной формы с дискретными источниками энергии [5].

С учетом представления источников и стоков теплоты (ТЭМ) в виде ступенчатой функции, математическая формулировка задачи расчета температурного поля объекта воздействия может быть получена в следующем виде:

$$\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + q_{\text{ТЭМ}}(x, y) + q_{\text{ср}} = c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau}, \quad (1)$$

$$q_{\text{ТЭМ}}(x, y) = \sum_{j=1}^J q_{\text{ТЭМ}_j}(x, y); \quad (2)$$

$$q_{\text{ТЭМ}_j}(x, y) = \begin{cases} \frac{Q_{\text{ТЭМ}_j}}{S_{\text{ТЭМ}_j}} & \text{в области источника энергии} \\ 0 & \text{вне области источника энергии} \end{cases}, \quad (3)$$

$$S_{\text{ТЭМ}_j} = \iint_{S_{\text{ТЭМ}_j}} S_{\text{ТЭМ}_j}(x, y) dx dy, \quad (4)$$

$$q_{cp} = \alpha(T - T_{cp}), \quad (5)$$

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha(T - T_{cp}) \text{ при } x, y \in L,$$

$$T = 309,6 \text{ K при } \tau = 0. \quad (6)$$

где T – температура в любой точке объекта воздействия; T_{cp} – температура окружающей среды; τ – время; δ – толщина пластины; λ – эффективный коэффициент теплопроводности объекта воздействия; α – коэффициент теплоотдачи в окружающую среду ($\alpha = \text{const}$); c – теплоемкость объекта воздействия, ρ – плотность объекта воздействия, $q_{TЭМ}(x, y)$ – суммарная поверхностная плотность теплового потока от локальных источников и стоков теплоты, $q_{TЭМ_j}(x, y)$ – поверхностная плотность теплового потока от j -го локального источника теплоты (ТЭМ); $Q_{TЭМ_j}$ – мощность, рассеиваемая j -м локальным источником теплоты; q_{cp} – поверхностная плотность теплового потока на объект воздействия от окружающей среды; L – кривая, ограничивающая площадь биологического объекта, на который осуществляется тепловое воздействие, n – нормаль к кривой L , $n = (xh + yg)$; h, g – единичные вектора.

Решение уравнений численным методом конечных элементов (1)-(6) дало возможность определить изменение температуры в различных точках объекта воздействия – участка кожного покрова, подвергающегося тепловым косметологическим процедурам, а также отследить ее изменение в зависимости от величины теплового потока от ТЭС (холодопроизводительности и теплопроизводительности ТЭМ), внешних условий.

Расчет проводился в соответствии с необходимыми режимами проведения косметологических процедур: температура объекта воздействия $-273 \div 318$ К, продолжительность воздействия – $5 \div 15$ мин., возможность чередования режима нагрева и охлаждения. В модели системы предполагалось использование 9 стандартных ТЭМ, расположенных в три ряда. В качестве исходных принимались следующие данные: $\lambda = 0,6$ Вт/(м·К), $C = 3458$ Дж/(кг·К), $\rho = 1041$ кг/м³, $T|_{\tau=0} = 295$ К.

Геометрические размеры ТЭС и объекта воздействия приведены на рис.2. Для упрощения представления и интерпретации результатов численного эксперимента в качестве объекта воздействия рассматривается участок квадратной формы поверхности кожного покрова человека.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Получены двумерные температурные поля биологического объекта при воздействии на него ТЭС, работающей в режиме охлаждения и нагрева при различных величинах теплового потока от каждого ТЭМ. Согласно зависимостям, единовременная работа всех ТЭМ в одинаковом режиме приводит к общему охлаждению, либо нагреву всей зоны воздействия. При этом с увеличением значения теплового потока имеет место снижение температуры биологического объекта при работе ТЭМ в режиме охлаждения и ее рост при работе ТЭМ в режиме нагрева.

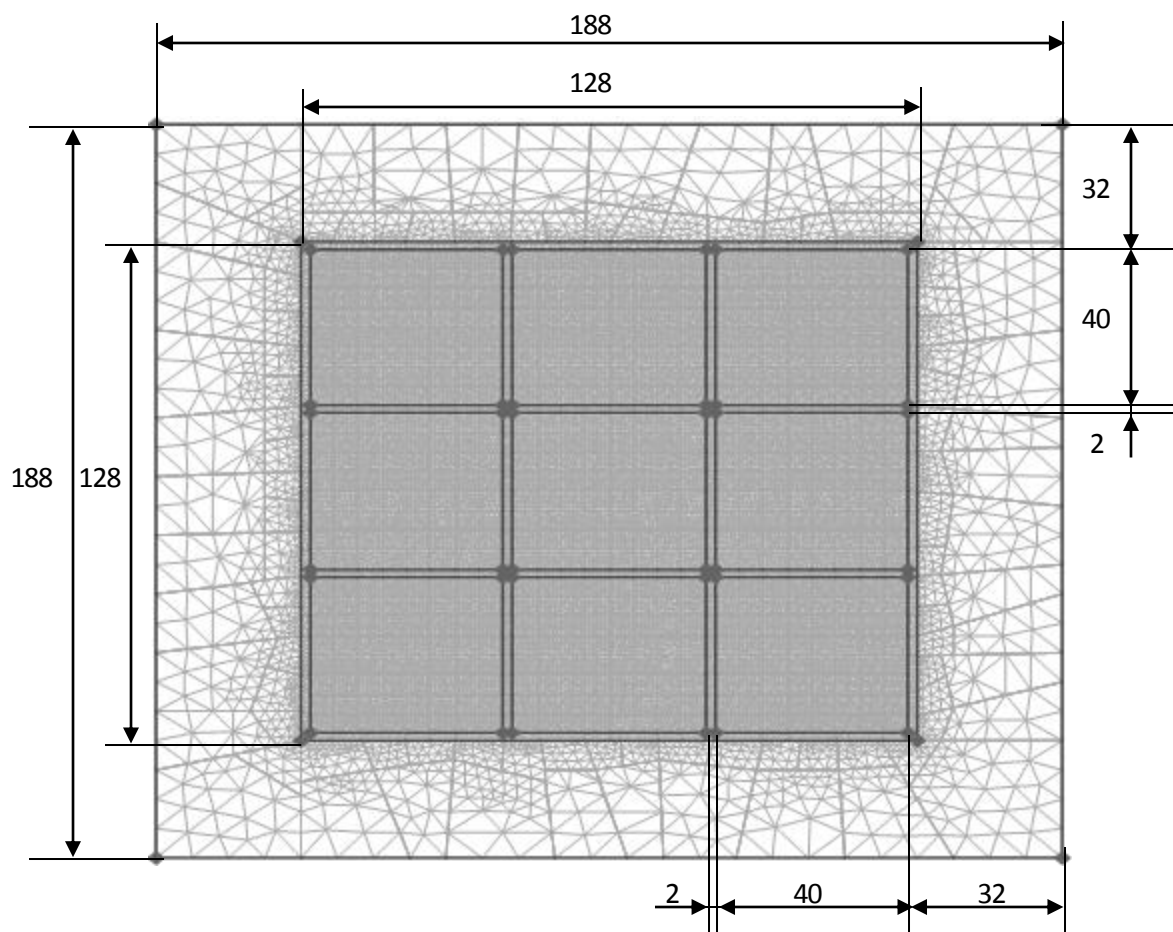


Рисунок 2 - Модель ТЭС – биологический объект с конечноэлементной сеткой и размерами

Например, увеличение холодопроизводительности термомодулей с 1200 Вт/м² до 2000 Вт/м² снижает температуру области воздействия с 283,5 К до 279 К, а увеличение их теплопроизводительности с 700 Вт/м² до 900 Вт/м² – увеличивает ее температуру с 316,6 К до 317,6 К. При этом, в соответствии с расчетными данными наблюдается незначительное превышение температурного уровня в центральной части области воздействия (соответствует месту расположения центрального ТЭМ) по отношению к остальной ее части.

Указанное обстоятельство определяется дополнительным воздействием на эту зону соседних ТЭМ, причем отклонение температуры тем больше, чем выше величина теплового потока при работе ТЭС, как в режиме охлаждения, так и нагрева.

Так, по данным расчета указанное отклонение температуры в центральной области зоны биологического объекта от средней составляет около 0,5 К при рабочих мощностях ТЭМ, определяемых режимами процедур.

Помимо единовременного охлаждения и нагрева областей тела человека при косметологических процедурах представляет интерес контрастное тепловое воздействие, когда одновременно в биологическом объекте производится снижение температуры одних его областей и повышение других.

Для случая, соответствующего рис.2, исследованы варианты шахматного и коридорного расположения холодных и горячих зон. Полученные двумерные температурные поля представлены на рис.3-4.

Как и в случае единовременного воздействия тепловым потоком одного и того же знака, здесь для достижения необходимых при проведении косметологических процедур температурных уровней не требуется применение мощных ТЭМ.

В соответствие с результатами расчета для формирования зон шахматного расположения (рис.3) с температурами 283,5 К и 312 К могут быть использованы ТЭМ с холодопроизводительностью 1600 Вт/м² и теплопроизводительностью 600 Вт/м².

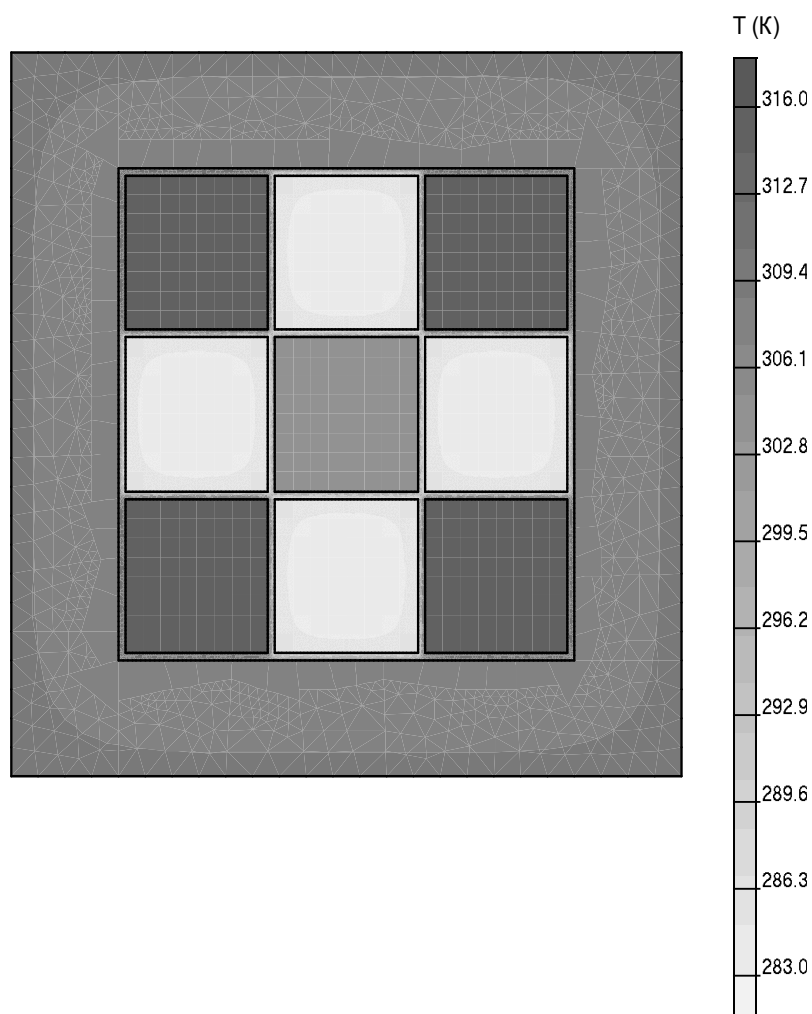


Рисунок 3 - Двумерное температурное поле системы ТЭС – биологический объект в стационарном режиме при шахматном расположении холодных и горячих зон $q_{ТЭМх} = -1600$ Вт/м²; $q_{ТЭМг} = 600$ Вт/м²

Однако, в отличие от ранее рассмотренных случаев, в указанных условиях на величину температуры в центральной зоне объекта воздействия существенное влияние будут оказывать соседние ТЭМ, формирующие тепловой поток обратного знака.

Согласно полученным данным разность температур нагретых зон по бокам и в центре устройства составляет примерно 7 К. Данное обстоятельство во многих случаях недопустимо при проведении косметологических процедур, рассчитанных на одинаковые температурные уровни областей зоны воздействия.

В этих условиях для формирования необходимого температурного уровня в центре зоны воздействия на биологический объект необходимо использование более мощного ТЭМ, при одинаковой величине тока питания с другими модулями, входящими в состав ТЭС, имеющего большую холодо- или теплопроизводительность.

Другим возможным вариантом решения указанной проблемы является использование двух режимов работы ТЭМ в ТЭС. Например, ТЭМ, размещаемые по бокам могут работать в режиме максимального холодильного коэффициента, характеризующегося большей экономичностью, но меньшей вырабатываемой мощностью, а ТЭМ, находящийся в центре устройства, работать в режиме максимальной холодопроизводительности, менее экономичном, но дающем возможность получить большие значения теплового потока.

При использовании указанного способа выравнивания температурного уровня в зонах воздействия биологического объекта необходимо предусмотреть в устройстве более высокую величину тока питания центрального ТЭМ по сравнению с остальными термомодулями.

Этого можно добиться, например, за счет смешанного соединения ТЭМ в системе, а также применения двухканального источника электрической энергии, через один канал которого осуществляется питание центрального ТЭМ, а через другой – всех остальных.

Для численного эксперимента, условия которого соответствуют рис.3 необходимое увеличение теплового потока центрального ТЭМ составило порядка 400 Вт/м².

При режиме работы устройства, соответствующему коридорному расположению холодных и горячих зон (рис.4), также наблюдается отличие в температурных уровнях центральной и боковых однознаковых областей зоны теплового воздействия.

Однако в данном случае, в отличие от распределения температуры при шахматном чередовании холодных и горячих областей, температура в центральной области по уровню ниже, чем в боковых. Поэтому для успешного проведения косметологических процедур необходимо уменьшить величину формируемого теплового потока центрального модуля. Этого можно добиться по аналогии с предыдущим случаем либо применением менее мощного ТЭМ, либо использованием двух различных режимов работы ТЭМ.

В соответствие с расчетами, тепловой поток центрального модуля для получения одинакового температурного уровня во всех областях зоны воздействия должен быть уменьшен примерно на 650 Вт/м².

Для исследования временных параметров исследуемой ТЭС в работе получены графики изменения температуры отдельных точек области биологического объекта, подвергаемой тепловому воздействию во времени.

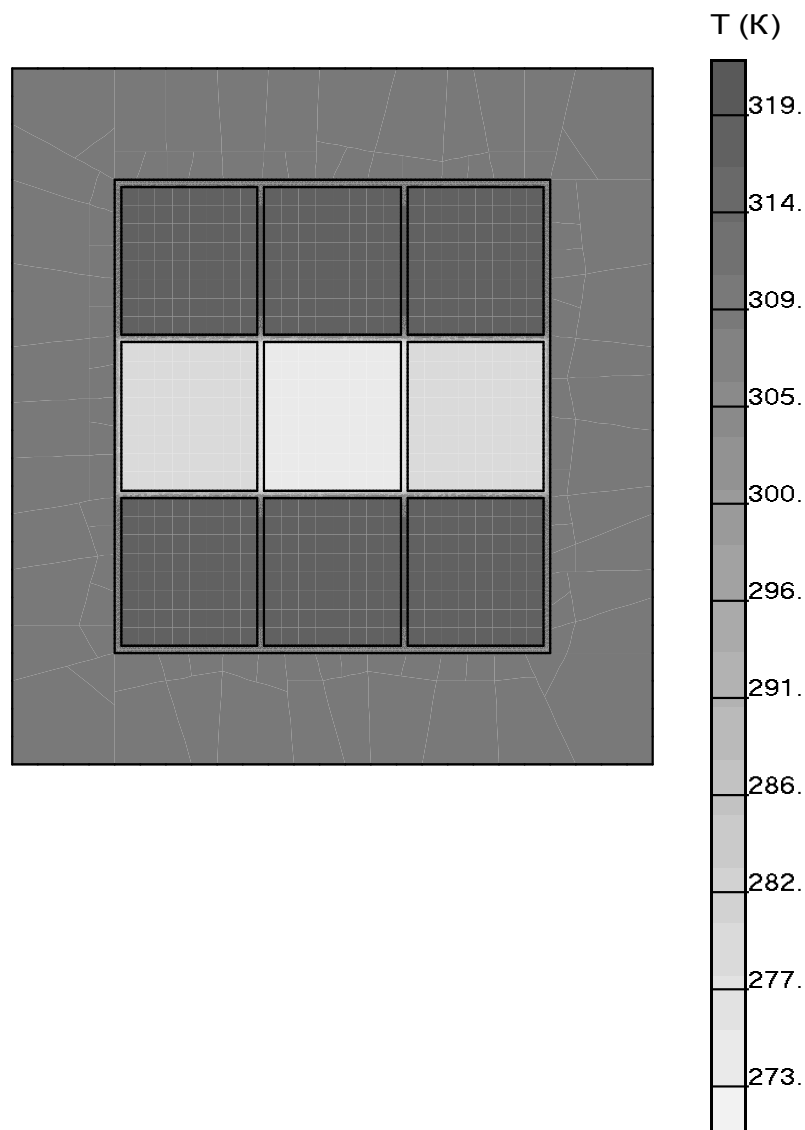


Рисунок 4 - Двумерное температурное поле системы ТЭС – биологический объект в стационарном режиме при коридорном расположении холодных и горячих зон $q_{ТЭМх} = -2000 \text{ Вт/м}^2$; $q_{ТЭМг} = 1000 \text{ Вт/м}^2$

В качестве примера на рис.5 показано изменение во времени температуры холодной и горячей зон биологического объекта при контрастном динамическом тепловом воздействии. Согласно полученным результатам длительность выхода системы на стационарный режим работы лежит в относительно небольших пределах. Для случая, соответствующего приведенным зависимостям, время, необходимое для стабилизации температуры биологического объекта, находится в пределах 7-8 мин.

Данное обстоятельство необходимо учитывать при проведении косметологических процедур, то есть целесообразным является включение системы до проведения процедур для вывода ее на рабочий режим и уже затем, воздействие на пациента.

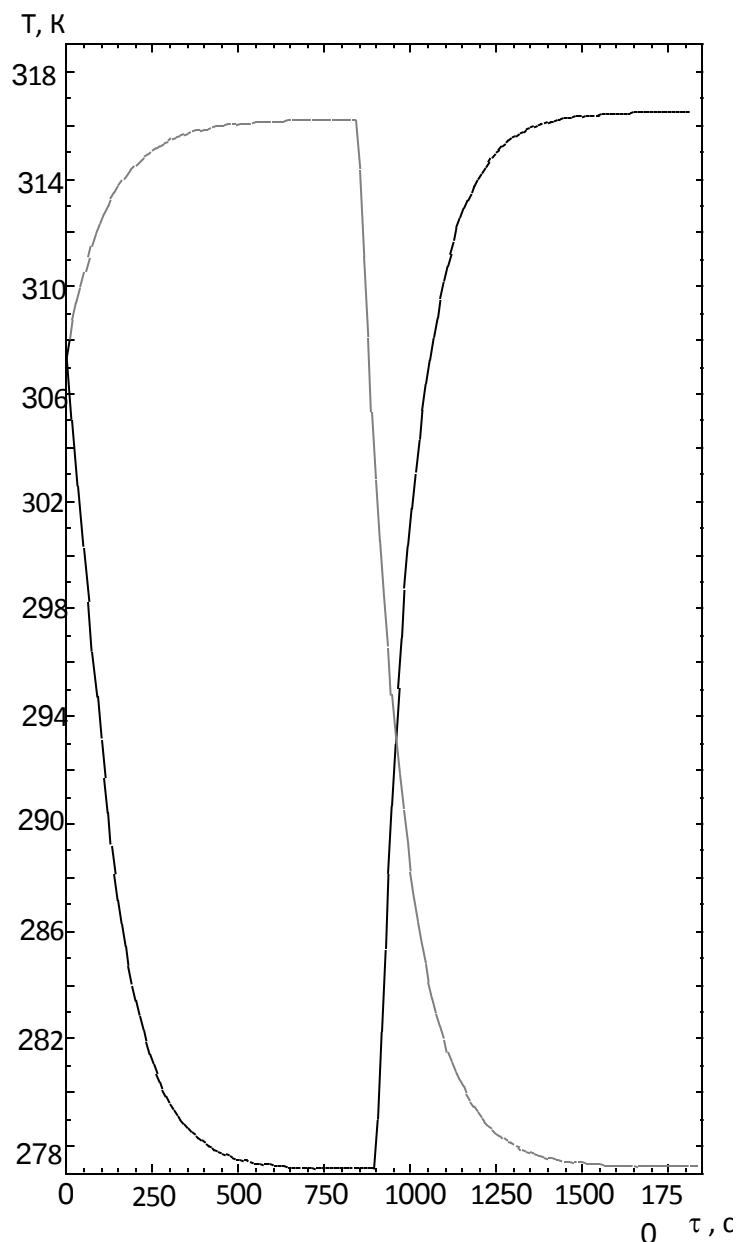


Рисунок 5 - Изменение температуры холодной и горячей зон биологического объекта во времени при контрастном динамическом тепловом воздействии $q_{\text{ТЭМх}} = -1850 \text{ Вт/м}^2$; $q_{\text{ТЭМг}} = 1100 \text{ Вт/м}^2$

На основе анализа полученных значений теплового потока, формируемых ТЭС, эквивалентных величине холодо- и теплопроизводительности ТЭМ, может быть произведен расчет характеристик последних. Искомыми величинами в данном случае являются геометрические размеры термоэлементов ТЭ, входящих в состав модуля, величина питающего электрического тока, потребляемая электрическая энергия. В большинстве случаев в ТЭС могут быть использованы ТЭМ стандартного типа, подбор которых может быть произведен с использованием специальных пакетов прикладных программ.

Для исследуемого варианта ТЭС, например, могут быть использованы стандартные ТЭМ типа ТВ-127-1.0-1.5, производимые ИПФ «Криотерм» (г.

Санкт-Петербург), в полной мере реализующие требуемые режимы проведения терапевтических процедур. Для их подбора может быть использован пакет прикладных программ Thermoelectric system calculation [6].

Вывод. На основе разработанной модели может быть проведено исследование теплофизических процессов, протекающих в ТЭС для проведения тепловых косметологических процедур, разработаны и созданы новые конструкции косметологических устройств, обеспечивающих высокую точность дозировки и надежность теплового воздействия.

Библиографический список:

1. Ежов В.В. Физиотерапия и физиопрофилактика как методы и средства сохранения и восстановления здоровья//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2011. - № 4. – С. 33-36.
2. Боголюбов В.М., Улащик В.С. Комбинирование и сочетание лечебных физических факторов//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2004, № 5 – С. 39-45.
3. Зубкова С.М. Роль тепловой компоненты в лечебном действии физических факторов//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2011. - № 6 – С. 3-10.
4. Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Юсуфов Ш.А., Аминов Г.И. Приборы для локального температурного воздействия на человеческий организм//Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2003, №2. – С. 3-6.
5. Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А., Магомадов Р.А.- М. Математическая модель термоэлектрической системы для локального теплового воздействия на руку человека//Термоэлектричество, 2014, № 1. – С.77-86.
6. <http://www.kryotherm.ru>.

УДК 621.362

Гаджиев Х.М., Челушкин Д.А.

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЦЕССОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ В СОСТОЯНИИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

Gadjiyev H.M., Chelushkin D.A.

THE SEMICONDUCTOR THERMOELECTRIC DEVICE FOR TEMPERATURE CONTROL OF COMPUTER PROCESSOR WITH USE OF MATERIALS IN THE CONDITION OF PHASE TRANSITION

В статье рассмотрена система охлаждения компьютерного процессора на основе сублимационных фазовых переходов, позволяющая обеспечить режим термостатирования в условиях нестационарной тепловой нагрузки, что позволит исключить выход из строя сверхбольшой интегральной схемы процессора.

Ключевые слова: компьютерный процессор, термостатирование, полупроводниковое термоэлектрическое устройство, фазовый переход, сублимация.

The article deals with the cooling system computer processor on the based sublimation phase transitions, allowing to provide temperature control mode in a transient thermal load, which will prevent the failure of the VLSI processor.

Key words: computer processor, tempering, a semiconductor thermoelectric device, the phase transition, sublimation.

Введение. Повышение интеграции современных электронных систем с одновременным возрастанием быстродействия приводят к резкому увеличению тепловыделений и повышению вероятности тепловых пробоев. Высокая степень интеграции влияет на тепловыделения, так как величина энергии в виде паразитных тепловыделений для каждого компонента суммируется и, чем больше электронных чипов на единице площади – тем больше уровень удельных тепловыделений, которые могут привести к катастрофическому необратимому дефекту.

Повышение быстродействия требует уменьшения напряжения логических нулей и единиц для снижения времени переходных процессов, но это подразумевает увеличение силы тока полезного сигнала для сохранения его мощности и борьбы со случайными помехами. Увеличение тока в электронных компонентах приводит к возрастанию паразитных джоулевых тепловыделений.

Для охлаждения современных компьютерных процессоров недостаточно просто с высокой эффективностью отводить тепло в окружающую среду. Для стабильной работы компьютера необходимо обеспечить режим термостатирования в условиях нестационарной тепловой нагрузки и адаптивного приспособливания к изменяющимся параметрам окружающей среды.

В настоящее время для охлаждения компьютерного процессора используется установленный на нём кулер, состоящий из радиатора и вентилятора. Но использование такого кулера имеет ряд недостатков:

1. Не позволяет обеспечить необходимый уровень пылезащиты;
2. Не способность обеспечить температуру ниже комнатной, не приемлемость для термостатирования;
3. Инерционность охлаждения.

Главная проблема возникает из-за инерционности тепловых процессов, как внутри самого компьютерного процессора, так и в его системе охлаждения. В нестационарных условиях работы компьютерного процессора при вы-

полнении различных программ изменяется количество теплоты, вырабатываемое тепловыделяющими электронными компонентами внутри сверхбольшой интегральной схемы (СБИС).

В условиях равномерного отвода тепла в окружающую среду за счет увеличения уровня тепловыделений при неизменном отводе тепла температура СБИС будет также увеличиваться, а при уменьшении тепловыделений – уменьшаться. В условиях применения электронных систем термостатирования деструктивным фактором будет являться инерционность тепловых процессов, не позволяющая автоматизированной системе управления оперативно считывать информацию о температуре и формировать соответствующие стимулирующие воздействия на систему охлаждения.

Улучшить ситуацию можно за счет использования специализированных термоэлектрических систем охлаждения [1 - 6]. Наибольшей эффективностью обладает устройство [7]. В основе этих систем охлаждения заложены термоэлектрические явления на основе охлаждающего эффекта Пельтье и физические процессы по преобразованию тепла при фазовых переходах вещества.

Для процессов плавления, кристаллизации, кипения, конденсации и сублимации помимо поглощения – выделения тепла имеется еще один важный фактор – стабилизация температуры в течение всего периода фазового перехода. Этот фактор используется в системах термостатирования, так как он позволяет в момент фазового перехода игнорировать инерционность тепловых процессов, т.е. нестационарные скачки в тепловой нагрузке не могут повлиять существенным образом на температуру вещества в состоянии фазового перехода.

Например, при плавлении вещества или испарении температура будет стабильна. Количество тепла, необходимого для фазового перехода, в основном зависит от массы этого вещества. Небольшие флуктуации тепловой нагрузки полностью компенсируются. Однако в процессе плавления или кипения изменяется соотношение между веществами в различных фазах и, это незначительно может повлиять на температурную стабильность фазового перехода. Например, в начале отвода тепла в плавящееся вещество, оно полностью находится в твердом состоянии. Но, чем больше тепла будет передано этому веществу, тем большая часть его перейдет в жидкую фазу. В этой жидкой фазе будут нарастать процессы конвекции, изменяющие тепловой баланс, незначительно влияющие на температурную стабильность процесса в целом.

Другой пример можно привести при отводе тепла в кипящую жидкость. В начальный момент времени все вещество в жидкой фазе, но чем больше будет поступать тепла, тем большая часть вещества будет переходить в газообразное состояние, и тем меньшая часть вещества будет оставаться жидкой. Это приведет к уменьшению конвекции, что, в свою очередь повлияет на стабильность температуры фазового перехода.

Таким образом, изменение количества вещества в жидкой фазе влияет на процессы конвекции и ухудшает параметры режима термостатирования. Для устранения этого недостатка и повышения точности режима термостатирова-

ния целесообразно применить процесс сублимации (возгонки), т.е. перехода вещества из твердой фазы в газообразную, минуя жидкую. Помимо повышения температурной стабильности фазового перехода, процесс сублимации характеризуется большим количеством поглощаемой или выделяемой теплоты за счет интегрального эффекта, т.е. сложения теплоты плавления с теплотой парообразования, и наоборот теплоты конденсации с теплотой кристаллизации.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Преимущества сублимации для использования в системах охлаждения можно продемонстрировать на примере обыкновенной воды. На рис. 1 изображен график сублимационной кривой льда – воды – пара, по которому можно определить температуру сублимации и связь ее с давлением, т.е. по этому графику можно определить, какое необходимо задать давление водяного пара, чтобы лед сублимировал при необходимой температуре.

Хорошо известно, для того чтобы нагреть 1 кг воды на один градус, требуется затратить 4,1868 кДж энергии, т.е. для того, чтобы нагреть 1 кг воды от 0°C до 100°C потребуется 418,68 кДж энергии в соответствии с формулой:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T, \quad (1)$$

где c - удельная теплоёмкость, Q - количество теплоты, полученное веществом при нагреве (или выделившееся при охлаждении), m - масса нагреваемого (охлаждающегося) вещества, ΔT - разность конечной и начальной температур вещества.

При плавлении того же 1 кг воды потребуется уже 333,55 кДж при 0 °C в соответствии с формулой:

$$Q = \lambda \cdot m, \quad (2)$$

где λ - удельная теплота плавления, Q - количество теплоты, полученное веществом при плавлении (или выделившееся при кристаллизации), m – масса плавящегося (кристаллизующегося) вещества.

При превращении в пар этого же 1 кг воды потребуется 2250 кДж в соответствии с формулой:

$$Q = L \cdot m, \quad (3)$$

где L - удельная теплота парообразования.

Таким образом, при сублимации 1 кг воды потребуется по совокупности процессов плавления и кипения 2583,55 кДж, что значительно превышает количество тепла 418,68 кДж, необходимое, чтобы нагреть 1 кг воды от 0°C до 100°C, т.е. процесс сублимации эффективнее в 6 с лишним раз.

Этот принцип реализован в устройстве [7]. Возможны различные варианты реализации охлаждающих устройств на основе сублимационных фазовых переходов.

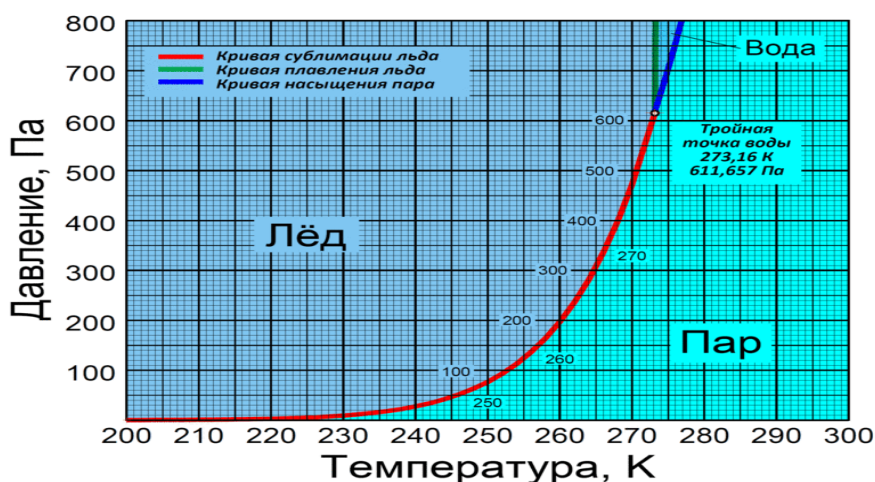


Рисунок 1. Сублимационная кривая лед – вода – пар

Модернизированный вариант системы охлаждения компьютерных процессоров приведен на рис. 2. В нем для охлаждения процессора используется термомодуль и контейнер с плавящимся веществом. Применение такой системы охлаждения обеспечивает достаточно равномерный отвод тепла по площади корпуса процессора.

Решение проблемы охлаждения компьютерного процессора возможно при использовании полупроводниковых термоэлектрических устройств на основе элементов, в принципе работы которых заложен эффект Пельтье — термоэлектрических модулей.

Предлагаемая конструкция представляет собой простое и надежное устройство для обеспечения требуемого температурного режима процессора (рис.2).

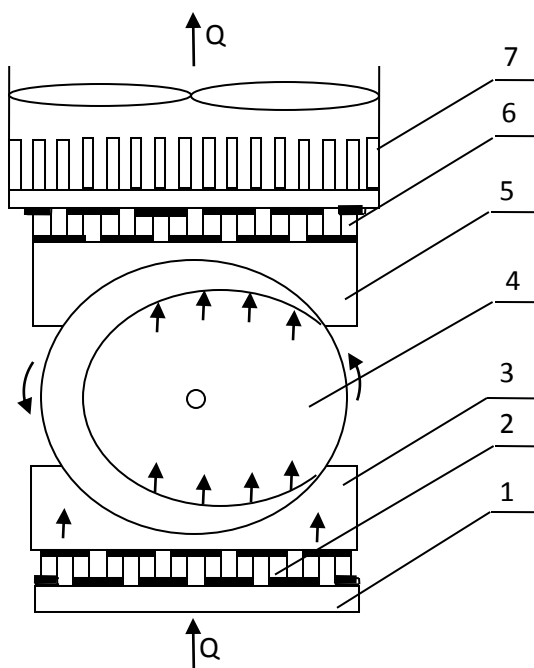


Рисунок 2 - Модернизированный вариант системы охлаждения компьютерных процессоров

Данное устройство содержит термомодуль 2 для охлаждения процессора 1, систему сублимации, состоящую из вращающегося барабана 4, в котором находится вещество для возгонки, и двух пазов, нижнего 3 и верхнего 5, термомодуля 6 для обратной сублимации вещества и кулер 7 для отвода тепла от системы сублимации.

Термомодуль 2 работает в условиях, при которых температурный режим второго спая стабильно обеспечивается температурой фазового перехода сублимирующего вещества и относительно этой температуры термомодуль 2 способен обеспечить прецизионное термостатирование компьютерного процессора в условиях нестационарной тепловой нагрузки.

В процессе работы устройства термомодуль 2 охлаждает процессор 1 и передаёт отводимое от него тепло в систему возгонки. Далее тепло через нижний паз 3 переходит во вращающийся барабан 4. Вещество, находящееся во вращающемся герметичном барабане, сублимирует при пониженном атмосферном давлении. Пары вещества оседают в верхней части вращающегося барабана, имеющую более низкую температуру, и кристаллизуются. При этом происходит передача тепла в верхний паз 5 при помощи термомодуля 6, системы сублимации и далее, через кулер 7, в окружающую среду. Вновь образованное кристаллизованное вещество в верхней части барабана в процессе его вращения перемещается в нижнюю часть (область контакта с нижним пазом). Далее вещество снова нагревается и весь описанный процесс повторяется. Таким образом, сублимация вещества во вращающемся барабане циклически повторяется и продолжается отвод тепла, выделяемого процессором.

Внутри барабана необходимо создавать форвакуумное разряжение, при котором большинство известных материалов будет сублимировать при температурах, пригодных по уровню для обеспечения режимов термостатирования компьютерных процессоров с высокой степенью защиты от катастрофических тепловых пробоев.

Вывод. Применение данной схемы охлаждения позволит обеспечить эффективный отвод тепла от компьютерного процессора или других мощных тепловыделяющих электронных компонентов современной аппаратуры. При этом значительно снижается инерционность термостабилизации компьютерного процессора и обеспечивается равномерный отвод тепла по площади корпуса СБИС процессора.

Библиографический список:

1. Патент РФ № 2360380. Устройство для термостатирования компьютерного процессора/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
2. Патент РФ №2369894. Термоэлектрическое устройство термостабилизации компонентов вычислительных систем с высокими тепловыделениями/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.

3. Патент РФ №2256946. Термоэлектрическое устройство терморегулирования компьютерного процессора с применением плавящегося вещества/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Гафуров К.А.
4. Патент РФ №2199777. Устройство для термостабилизации нескольких объектов на разных температурных уровнях/ Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Юсуфов Ш.А., Гаджиев Х.М.
5. Патент РФ №2524480. Тепловая труба с применением трубчатых оптоволоконных структур/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
6. Патент РФ №2535597. Способ интенсификации теплообмена в тепловой трубе/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
7. Патент РФ №2534954. Устройство для охлаждения компьютерного процессора с применением возгонки /Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.

УДК 519.873

Гусейнов Р.В., Султанова Л.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Guseynov R.V., Sultanova L.M.

DEFINITION OF INDICATORS OF RELIABILITY OF CARS

Раскрыта сущность показателей надежности, долговечности, принципов, методов и закономерностей их применения в процессе эксплуатации автотранспорта.

Ключевые слова: надежность, долговечность, законы распределения.

Definition of reliability, durability, their principles, methods and regularities in relation to motor transport is given.

Key words: reliability, durability, distribution laws.

Введение. Теория надёжности – это научная дисциплина, занимающаяся вопросами обеспечения высокой надёжности технических изделий при наименьших затратах. Теория надёжности включает в себя разработку и изучение методов обеспечения эффективности работы объектов (изделий, устройств, систем и т.п.) в процессе эксплуатации.

При решении проблем общей теории надёжности и отдельных ее разделов используется аналитический аппарат и методы таких разделов математики, как: теория вероятностей и математическая статистика, теория случайных

процессов, стохастический анализ, численные методы, методы моделирования, марковские процессы.

Согласно ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения», надежность – это свойство объекта сохранять во времени параметры, характеризующие способность выполнять требуемые функции в заданных режимах в условиях применения, технического обслуживания, хранения, транспортирования. Надёжность – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определённое сочетание этих свойств, как изделия в целом, так и его частей.

Таким образом, понятие надежности реализуется по вышеуказанным четырём направлениям.

Постановка задачи. Необходимо заметить, что ресурс современных изделий довольно большой. Поэтому при реализации второго свойства, как долговечность, необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что в определении долговечности отсутствует критерий о недопустимости эксплуатации по моральному износу.

Долговечность по ГОСТу 27.002-89 – это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Основные показатели долговечности автомобиля следующие: средний ресурс и гамма-процентный ресурс. Под средним ресурсом понимается математическое ожидание ресурса. Гамма-процентный ресурс – это наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью. В нормативных конструкторских документах, как правило, указывается 90%-ный ресурс, а для систем, узлов и деталей, влияющих на безопасность движения, – 95%-ный.

Показатели долговечности автомобиля связываются с видом действий после наступления предельного состояния объекта. Если после наступления предельного состояния необходимо проведение капитального ремонта, указывают средний или гамма-процентный ресурс до капитального ремонта.

Для планирования ремонтов, определения объема производства запасных деталей, расчетов, связанных с оценкой технико-экономической эффективности работ по повышению долговечности и др. оценку долговечности автомобиля необходимо производить по средним показателям надежности. При этом нельзя забывать, что такую оценку долговечности автомобиля можно считать достаточно полной только при условии, что при этом учитывается рассеивание его среднего ресурса, определяемое причинами как производственного, так и эксплуатационного характера.

На современном этапе развития человечества модели машин быстро обновляются из-за их морального износа. При оценке долговечности автомобиля необходимо учитывать этот фактор и решение проблемы нецелесообразности дальнейшей эксплуатации и восстановления его работоспособного состо-

яния должно подразумевать не только наступление предельного состояния, но и целесообразность с точки зрения морального износа. Это связано с тем, что при освоении новых изделий их надежность, как правило, повышается из года в год из-за постепенного учета недоработок по конструктивным решениям, с совершенствованием технологии их изготовления.

Количественно оценить моральный износ изделия довольно проблематично, когда существующая машина сопоставляется с более новой. Определить оптимальную долговечность – это значит выяснить, до какого момента выгодно увеличивать надежность с учетом морального износа, который может быть рассчитан с помощью такого параметра как экономическая эффективность инвестиций. Решение задачи ее оптимизации можно проводить по двум направлениям:

1. Задача создания автомобиля с оптимальной долговечностью, когда объемом выделяемого ресурса известен.
2. Задача создания автомобиля с оптимальной долговечностью, когда величина показателя эффективности заранее задана или определена.

При определении показателей надежности большое внимание необходимо уделить изучению законов распределения наработок на отказ. Это позволяет глубже понять природу отказов, их физическую сущность; обобщить отказы с общими закономерностями распределения наработок и выработать пути их предупреждения; более точно производить расчеты по надежности и объему ремонтных работ; моделировать и прогнозировать возможные отказы, совершенствовать систему технического обслуживания и ремонта.

Анализ формирования отказов, связанных с процессами износа деталей в процессе эксплуатации автомобиля дает ясную картину того, что он носит вероятностный характер. Непосредственное исследование кривых распределения для самых разнообразных условий эксплуатации показывает, что при отсутствии влияния каких-либо факторов, нарушающих правильное течение операций, распределение отказов, связанных с явлениями изнашивания удовлетворительно описывается нормальным законом распределения с параметрами m и σ :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \right), \quad (1)$$

где m – математическое ожидание входной величины;

σ – среднеквадратическое отклонение.

То есть, нормальное распределение отказов имеет место в случаях, когда отказ обусловлен большим числом факторов, мало зависящих друг от друга, причем ни один из них не является преобладающим, а доля внезапных отказов весьма мала.

Это может быть объяснено центральной теоремой Ляпунова, которая показывает, что, если случайная величина может быть представлена как сумма достаточно большого числа независимых случайных величин, и среди них нет

таких, которые превосходят остальные в такой степени, что каждая из них оказывает незначительное влияние на сумму, то случайная величина подчиняется нормальному закону распределения. При значительных математических ожиданиях нормальное распределение хорошо заменяет биномиальное и пуассоново. В реальности эти условия не всегда выполняются, и мы имеем деформированные законы нормального распределения [1]. Например, распределение наработки после выбраковки дефектных изделий может подчиняться усеченному нормальному закону.

Логарифмически, нормальный закон может встречаться, если на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число случайных и взаимонезависимых факторов, интенсивность действия которых зависит от достигнутого случайной величиной состояния. Распределение называется логарифмически-нормальным из-за того, что логарифм наработки распределяется по нормальному закону. Оно может точнее описать распределение существенно положительной величины, например, результаты усталостных испытаний.

Плотность вероятности:

$$f(t) = \frac{0,4343}{S\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-(\lg t - \lg t_0)^2}{2S^2}, \quad (2)$$

$$\text{где } \lg t_0 = (\sum \lg t_i) / N_0.$$

Распределение имеет два параметра t_0 и S .

Экспоненциальный закон распределения отказов характерен для автомобилей, их узлов и агрегатов, т. е. сложных систем, состоящих из большого числа деталей, отказы которых, включая внезапные, являются следствием различных причин, в том числе тяжелых условий эксплуатации.

При экспоненциальном распределении наработки до отказа вероятность безотказной работы элемента с интенсивностью отказов $\lambda = \text{const}$ в течение времени t однозначно определяется по формуле:

$$P(t) = \exp(-\lambda t) \quad (3)$$

Если отказы связаны с нарушением работоспособности конструктивных элементов автомобилей вследствие сочетания износа и усталостных повреждений, то они подчиняются закону Вейбулла.

Распределение в простейшей форме, обычно применяемой для задач надежности, характеризуется следующей плотностью вероятности отказов:

$$f(t) = \frac{m}{t_0} t^{m-1} \exp\left(-\frac{t^m}{t_0}\right) \quad (4)$$

Распределение Вейбулла имеет также два параметра: параметр формы m и параметр масштаба t_0 .

Согласно исследованиям НАМИ, для 60 % деталей автомобиля распределение отказов подчиняется закону Вейбулла с параметром $m=1,1...3,18$, для 35 % – нормальному закону, для 3 % – экспоненциальному и для 2 % – логарифмически нормальному [2].

Закон Вейбулла является универсальным. Это объясняется тем, что при $m=3,3$ распределение Вейбулла близко к нормальному, а при $m=1$ распределение Вейбулла становится экспоненциальным.

Для изделий, собранных из деталей с возможными скрытыми дефектами, вероятность отказа которых в начальный период эксплуатации естественно высока, а затем имеет тенденцию к снижению характерно распределение Вейбулла с параметром $m<1$. При изготовлении современных изделий детали со скрытыми дефектами на сборку практически не попадают. В этом случае функция надежности описывается законом Вейбулла с параметром $m>1$.

Оценку показателей надежности желательно проводить с использованием экспериментальных методов определения закона и параметров распределения. При этом необходимо периодически их проверять, сопоставлять результаты всех видов испытаний, проводить сравнительные расчеты по нескольким вариантам распределений, особенно для нормирования показателей надежности. Необходимо иметь хорошо отлаженную систему сбора и учета информации по эксплуатационной надежности изделий.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Знание закономерностей возникновения отказов имеет большое практическое значение, так как позволяет решать задачи в сфере производства автомобилей и их эксплуатации. Форма закономерности свидетельствует о многом. Симметричные распределения наработок на отказ, как правило, свидетельствуют об определенном совершенстве конструкции изделия. Повышение надежности здесь может быть достигнуто за счет совершенствования режимов и технологии технического обслуживания и ремонта. Кроме того, эта информация может быть использована для определения объема ремонтных работ по устранению соответствующих отказов.

Асимметричные законы распределения наработок в ряде случаев указывают на имеющиеся конструктивные недоработки соответствующих деталей и узлов, а также на неквалифицированное управление автомобилем или другие нарушения правил технической эксплуатации, которые приводят к внезапному разрушению (отказу) детали.

В этом случае на первый план выходят следующие работы:

- улучшение конструкции, применение новых материалов;
- совершенствование технологии изготовления деталей, качества обработки поверхностей, применение износостойких покрытий;
- улучшение компоновки двигателя, конструкции деталей;
- повышение культуры эксплуатации и качества ремонта, в частности, за счет использования современных методов технической диагностики;
- проведение ремонта на уровне заводской технологии изготовления изделий.

При определении показателей надежности необходимо большое внимание обратить на получение своевременной и объективной информации. Это достигается проведением испытаний, в том числе ускоренных, наблюдением за их работой в реальных условиях эксплуатации, использованием четкой системы поступления информации.

Вывод. При определении показателей надежности автотранспорта необходимо учитывать моральный износ, причем количественным показателем его оценки может служить экономическая эффективность инвестиций; экспериментальный метод оценки является определяющим при определении показателей надежности; можно считать вполне оправданным то, что «примерять» новые категории надежности можно начинать с закона распределения Вейбулла, но, не ограничиваясь только им.

Библиографический список:

1. Гусейнов Р.В. Интенсификация технологических процессов обработки труднообрабатываемых материалов путем управления динамическими параметрами системы // Автореферат дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук .- СПб, 1998.
2. Григорьев М.А., Долецкий В.А. Отечественный и зарубежный опыт повышения надежности и долговечности автомобильных двигателей. М.: НИИ-ТАвтопром, 1978, 178 с.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК621.396

Асланов Г.К., Казибеков Р.Б., Набиулин Р.М., Тетакаев У.Р.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ
НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗОВОГО УКВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РА-
ДИОПЕЛЕНГАТОРА В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ПРО-
ГРАММ LabVIEW**

Aslanov G.K., Kazibekov R.B., Nabiulin R.M., Tetakaev U.R.

**MODELING OF PATTERN FORMING PROCESS OF AUTOMATIC RA-
DIO DIRECTION FINDER OF PHASE VHF IN THE DEVELOPMENT
ENVIRONMENT OF LabVIEW APPLIED PROGRAMS**

Разработана модель, демонстрирующая процесс формирования диаграммы направленности антенной системы аэродромного квазидоплеровского автоматического радиопеленгатора в среде разработки прикладных программ LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench) компании National Instruments.

Ключевые слова: моделирование, радиопеленгатор, антенная система, диаграмма направленности.

In the article is developed the model demonstrating the forming process of pattern of antenna system of aerodrome quasidopler automatic radiodirection-finder station in the development environment of LabVIEW applied programs of National Instrument company.

Key words: modeling, radiodirection-finder, antenna system, pattern.

Введение. Разработка сложных радиотехнических систем требует сопоставления различных вариантов реализации для выбора оптимального из них. Эта задача может быть решена путем натурной реализации систем и сопоставления результатов испытаний, что является трудоемким, дорогостоящим и, что самое главное, длительным процессом.

Обойти указанные выше трудности можно моделированием процессов функционирования этих систем.

Постановка задачи. В части проведения испытаний автоматических радиопеленгаторов (АРП), моделирование обладает заведомо более широкими

возможностями. Так, замена натурного эксперимента для исследования процессов пеленгования, кроме уменьшения колоссальных затрат времени и средств, позволяет обеспечить повторяемость результатов эксперимента. При натурном эксперименте невозможно повторно обеспечить идентичность условий распространения радиоволн и характеристик подстилающей поверхности в районе размещения АРП, а также повторное нахождение воздушного судна в заданной точке пространства.

Методы исследования. Известно много методов обработки пеленгационной информации. В связи с этим, возникает задача выбора оптимального из них по таким показателям, как быстроедействие, точность определения пеленга и др. Эти задачи решаются путем моделирования процессов обработки пеленгационной информации.

Одним из факторов, влияющих на работу АРП являются когерентные источники излучения. В квазидоплеровских АРП можно искусственно формировать диаграмму направленности (ДН) в виде узкого луча [1].

Определение пеленга путем вращения диаграммы направленности в пространстве позволяет значительно уменьшить влияние когерентных источников излучения на точность пеленгования.

Как известно, сигнал на выходе радиоприемного устройства квазидоплеровского АРП описывается выражением [2]:

$$e_1(t) = A_1 \cos \left[\frac{2\pi(i-1)}{N} + \frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta_1 \sin \left(\frac{2\pi(k-1)}{N} - \theta_1 \right) \right], \quad k = \overline{1, N} \quad (1)$$

где: A – амплитуда пеленгуемого сигнала,

k – номер временного интервала, в течение которого коммутируется i -й элемент антенной системы,

N – число элементов антенной решетки (АР),

θ_1 и β_1 – соответственно, пеленг и угол места на источник излучения,

λ – длина волны пеленгуемого сигнала,

R – радиус АР.

В реальных условиях к основному сигналу на вибраторе могут добавляться отраженные сигналы, которые векторно складываются с ним [1,3]:

$$e(t) = e_1(t) + e_2(t),$$

где: $e_1(t)$ и $e_2(t)$ – прямой и отраженный сигналы.

$$e_1(t) = A_1 \cos \left[\frac{2\pi(i-1)}{N} + \frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta_1 \sin \left(\frac{2\pi(k-1)}{N} - \theta_1 \right) \right],$$

$$e_2(t) = K_0 \cdot A_1 \cos \left[\frac{2\pi(i-1)}{N} + \frac{2\pi R}{\lambda} \cos \beta_2 \sin \left(\frac{2\pi(k-1)}{N} - \theta_2 \right) \right]$$

K_0 - коэффициент отражения от местного предмета;

θ_2, β_2 - соответственно азимут и угол места отраженного сигнала;

Для корреляционной обработки формируется опорный сигнал вида:

$$e_{on}(t) = A \cos \left[\frac{2\pi(i-1)}{N} + \frac{2\pi R}{\lambda} \cos(\Delta\beta \cdot j) \sin \left(\frac{2\pi(k-1)}{N} - \Delta\theta \cdot m \right) \right],$$

где: $\Delta\theta$ и $\Delta\beta$ - соответственно шаг сканирования по пеленгу и углу места.

m - номер шага сканирования по пеленгу, $m = \overline{1, N_m}$;

N_m - количество шагов сканирования по азимуту θ ,

$N_m = 360 / \Delta\theta$;

j - номер шага сканирования по углу места, $j = \overline{1, N_j}$;

N_j - количество шагов сканирования по углу места β ,

$N_j = 60 / \Delta\beta$;

При значениях $\Delta\theta \cdot m$ и $\Delta\beta \cdot j$ равных θ_1, β_1 и θ_2, β_2 будут иметь место максимумы ДН.

Для разработки программы, демонстрирующей работоспособность метода формирования диаграммы направленности, воспользуемся средой разработки прикладных программ LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench) компании National Instruments. В ней используется интуитивно понятный язык графического программирования G.

Результаты эксперимента и их обсуждение. LabVIEW предоставляет усовершенствованные возможности для реализации оригинальных научно-исследовательских проектов за кратчайшие сроки, благодаря тесной интеграции с измерительными комплексами и большому числу встроенных функций для численной обработки и средств графического представления данных.

Кроме того, LabVIEW ускоряет процесс разработки за счет построения и отладки алгоритмов на основе данных реальных измерений, что очень важно для радиопеленгации.

В LabVIEW программа имеет два представления – передняя панель (Front Panel) и блок-диаграмма (Block Diagram) виртуального прибора (ВП, VI - Virtual Instruments). На передней панели размещаются объекты интерфейса пользователя, порты ввода, вывода.

В блок-диаграмме же сосредоточен исходный код программы, написанный на графическом языке программирования G.

На рис. 1. изображена передняя панель ВП.

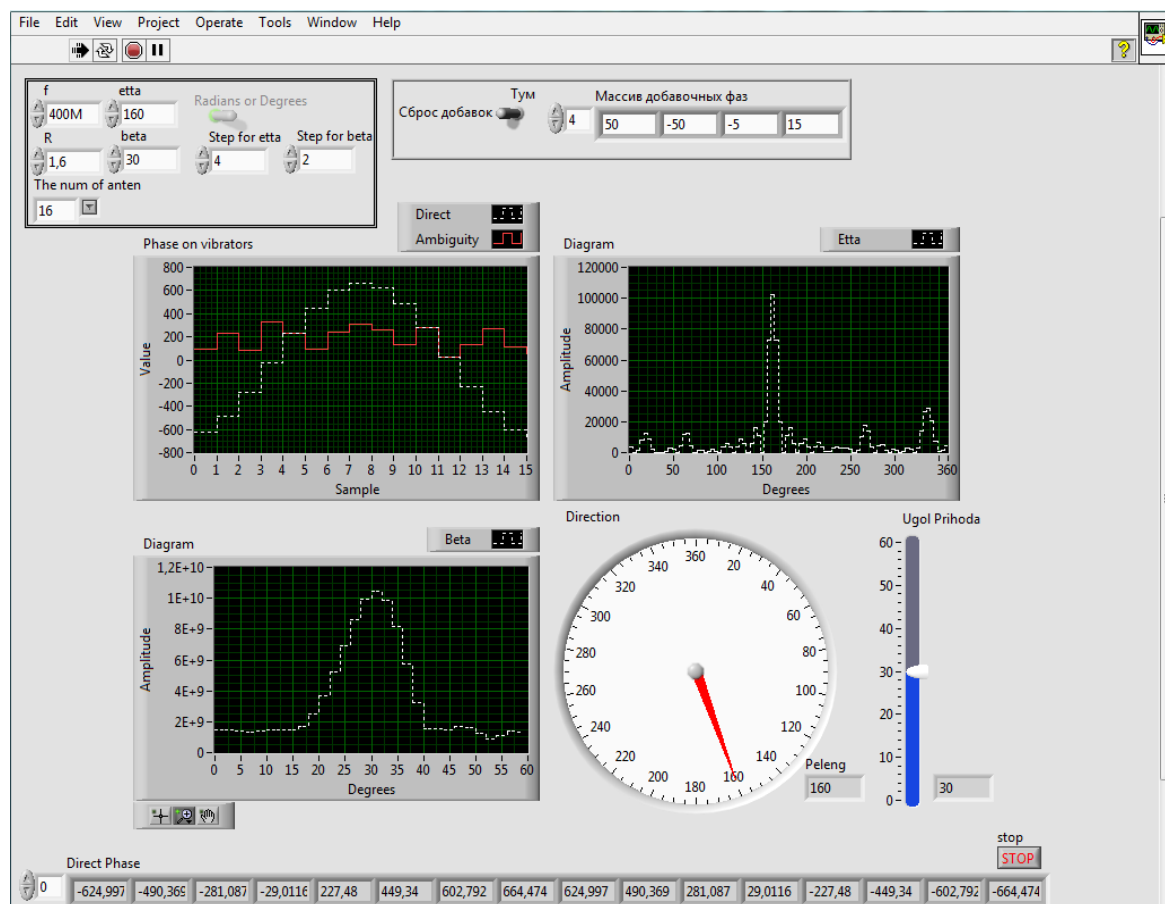


Рисунок 1 - Передняя панель ВП «Метод формирования диаграммы направленности»

В левом верхнем углу расположено поле ввода входных параметров для вычисления значений разностей фаз между центральным и кольцевыми вибраторами антенной системы, определяемых формулой:

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

Переключатель «Тум.» (тумблер) позволяет вносить в вычисленные разности фаз дополнительные ошибки, вызываемые наличием помех. На первой диаграмме «Phase on vibrators» показаны графики, отображающие выборки фаз вибраторов антенной системы. График, нарисованный штриховой линией получен по (2).

В эксплуатируемых АРП, фазовый детектор производит однозначное декодирование входного сигнала при изменении разностей фаз в пределах от 0° до 360° . Если девиация фазы входного сигнала выходит за пределы этого диапазона, то на выходе фазового детектора возникает фазовая неоднозначность, описываемая выражением:

$$\varphi_\partial = \varphi_u - \left[\frac{\varphi_u}{360} \right] \cdot 360 \quad (3)$$

где: φ_d и φ_u - соответственно фаза сигнала на выходе фазового детектора и истинное значение фазы;

$[\varphi_u/360..]$ – обозначают операцию антье (выделение целого числа из вещественного без операции округления).

На второй диаграмме «Phase on vibrators» сплошной линией изображены выборки фаз с вибраторов антенной системы с неоднозначностью - φ_d .

На второй диаграмме «Diagram», на графике «Etta», приведен результат корреляции опорного сигнала и пеленгуемого сигнала по углу θ при известном β . На третьей диаграмме представлен результат корреляции по углу β при известном θ .

Значения найденных углов приведены в удобном для восприятия виде: кругового циферблата «Direction» для θ и ползунка «Ugol Prihoda» для β .

На рис. 2. представлена блок - диаграмма основной программы ВП.

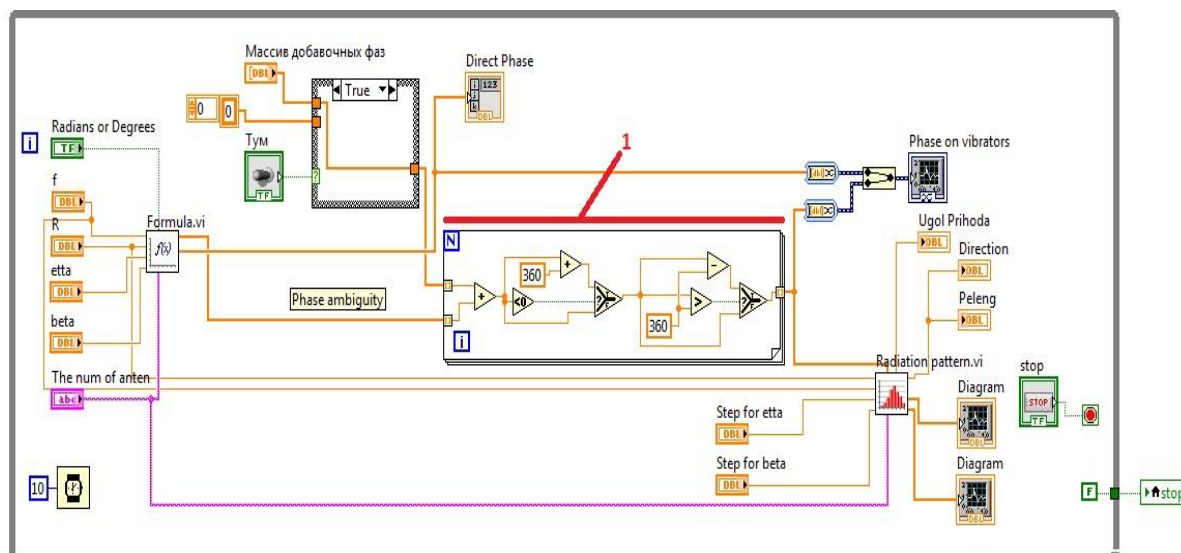


Рисунок 2 – Блок - диаграмма основной программы ВП

На блок диаграмме слева расположены порты ввода с названиями, в соответствии с названиями передней панели. Подпрограмма «Formula.vi» выдает массив вычисленных по (2) истинных значений фаз и по (3) значений фаз с неоднозначностью (direct and ambiguity phase).

В цикле «For» (на рисунке 2, помечен цифрой 1) производится разрешение фазовой неоднозначности, возникающей после добавления фазовых составляющих, вызванных помехами и фазовой неидентичностью вибраторов АР.

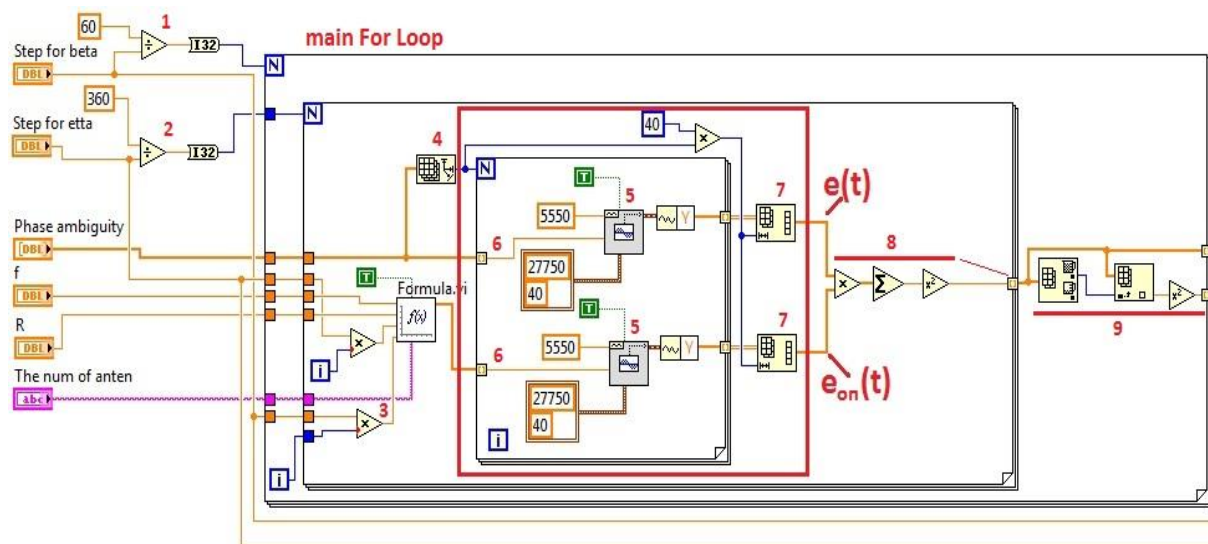
Подпрограмма «Radiation pattern.vi» предназначена для формирования диаграммы направленности и нахождения азимута θ и угла места β .

На рис.3 представлена блок диаграмма подпрограммы «Radiation pattern.vi»,

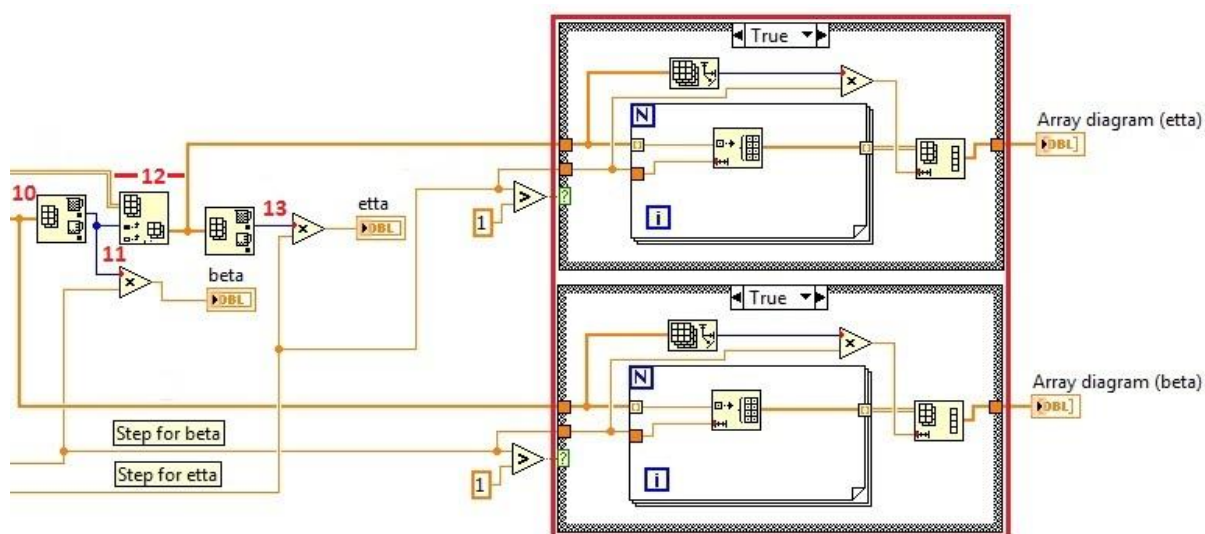
$$\varphi_d = \varphi_u - \left[\frac{\varphi_u}{360} \right] \cdot 360$$

На рис. 3а. расположены порты ввода входных параметров подпрограммы: шаг сканирования по углам θ и β , входной массив фаз с неоднозначностью, частота пеленгуемого сигнала, радиус и число вибраторов АР.

Результат сканирования представляет собой 2-мерный массив, где строки - это номера шагов по β , а столбцы - по θ . Соответственно количество итераций главного цикла



а)



б)

Рисунок 3 – Блок - диаграмма подпрограммы «Radiation pattern.vi» ВП

«For» вычисляется делением максимального возможного угла сканирования по β (в настоящее время это 60°) на величину шага сканирования {2}. Здесь и далее в фигурных скобках приведены номера меток из рисунка 3.

В первом вложенном цикле «For», количество итераций для расчета θ вычисляется делением максимального значения азимута θ (360°) на величину

шага сканирования. У каждого цикла есть терминал счета количества итераций (символ «i» в синем квадрате) и, чтобы определить значение угла на каком-нибудь шаге сканирования, достаточно перемножить значение соответствующего шага на номер его итерации {3}.

Красным квадратом обведен второй вложенный цикл «For» в котором с помощью двух БП «Sine Waveform.vi» {5} формируются сигналы $e_{on}(t)$ и $e(t)$. Количество итераций в цикле «For» определяется размерностью входного массива фаз {4}. БП «Sine Waveform.vi» является компонентом библиотеки «Waveform Generation», позволяющий получить цифровой синусоидальный сигнал LabVIEW формата - Waveform(DBL).

LabVIEW формата - Waveform(DBL) - это специальный кластер, который состоит из 3х типов данных: одномерного массива отсчетов сигнала (1-d array of (DBL)), временного шага между отсчетами dt (DBL), начального значения времени первого отсчета t0 (Time Stamp). Значение амплитуды синусоидального цифрового сигнала в БП «Sine Waveform.vi» по умолчанию равен 1.

В цикле «For» (очерчен красным квадратом), из всех входных параметров БП «Sine Waveform.vi» на каждой итерации изменяются только значения фаз сигналов $e_{on}(t)$ и $e(t)$ {6}. В связи с чем, при каждой итерации на выходе БП «Sine Waveform.vi» получаем цифровой синусоидальный сигнал частоты 5550 Гц, с амплитудой, равной 1 и фазой, соответствующей одному из элементов входного массива фаз, в соответствии с номером итерации.

На рис. 3 а) два рядом встречающихся значения 27750 и 40 - это параметры кластера «sampling info»: 27750 - частота дискретизации; 40 - количество генерируемых отсчетов.

Таким образом, на выходе цикла «For» накапливаются два двумерных массива синусоидальных сигналов $e(t)$ и $e_{on}(t)$ с разными фазами, которые трансформируются в одномерные массивы {7}.

Верхний входной массив фаз поступает из вне в подпрограмму и соответствует фазам пеленгуемого сигнала $e(t)$, а второй массив фаз формируется при помощи подпрограммы «Formula.vi» - соответствует массиву фаз опорного сигнала $e_{on}(t)$.

Сигналы $e(t)$ и $e_{on}(t)$ перемножаются и суммируются, результат возводится в квадрат. Это число, как результат корреляции фиксированного угла по β и одного из углов θ {8} поступает на выход первого вложенного цикла «For». Таким образом, на выходе этого цикла формируется массив значений ДН при сканировании по углу θ .

В полученном массиве (в диаграмме) производится определение максимума ДН по θ , значение которого поступает на выход основного цикла «For», которое в свою очередь, с целью увеличения амплитуды диаграммы направленности, возводится в квадрат.

Максимальные значения диаграммы направленности накапливаются на нижнем выходе основного цикла «Main for loop» и представляют собой диаграмму сканирования по углу β {9}.

Из массива накопленных значений θ для разных значений β выбираем тот индекс, для которого θ является максимальным.

На рис. 2. выходы подпрограммы «Radiation pattern.vi» подключены к соответствующим терминалам вывода найденных значений θ и β . Весь код сосредоточен в цикле «While Loop», где условием останова цикла является нажатие кнопки «stop».

Вывод. Исследования, проведенные на модели показали, что определение пеленга методом формирования диаграммы направленности [1] обладает более высокой помехозащищенностью, чем, например, находящийся в эксплуатации радиопеленгатор АРП-75 (обеспечивает работоспособность при уровне шума ниже 30 % от уровня основного сигнала, а рассматриваемый метод - при уровне ниже 90%).

Разработанная модель использовалась при выполнении опытно-конструкторских работ «Перспектива» в ОАО НПК «Русская радиоэлектроника».

Библиографический список:

1. Асланов Г.К., Магомедов К.Г., Дзюба А.П. Формирование диаграммы направленности АРП с помощью корреляционной обработки // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – Махачкала: ДГТУ, 1997. – Вып. №1; С 99-101.
2. Асланов Г. К., Саидов А. С., Тагилаев А. Р. Проектирование фазовых автоматических радиопеленгаторов, М.: Радио и Связь, 1997.
3. Асланов Г.К., Гасанов О. И. Анализ причин возникновения аномальных ошибок в квазидоплеровских автоматических радиопеленгаторах // Научно-технические ведомости СПбГПУ №2 (76) 2009. Информатика. Телекоммуникации. Управление, С 87-93.

УДК 69.059.72

Байрамуков С.Х., Долаева З.Н., Омаров А.О.

О МЕТОДАХ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

Bayramukov S.H., Dolaeva Z.N., Omarov A.O.

ABOUT THE METHOD OF DYNAMIC PROGRAMMING PROCESS OF INTEGRATED HOUSING MODERNIZATION

В данной статье проанализирована проблема обновления жилищного фонда. Введено более абстрактное и обширное понимание категории модернизации как комплексного развития жилой недвижимости. Построена ма-

тематическая модель оптимизации процесса проведения ремонтных работ с применением методов динамического программирования.

Ключевые слова: комплексная модернизация, жилищный фонд, оптимизация, динамическое программирование.

This article analyzes the problem of housing renewal. Permission more abstract and extensive understanding of the concept of modernization as the integrated development of residential real estate. The mathematical model of optimization of the repair work using methods of dynamic programming.

Key words: comprehensive modernization, housing fund, optimization, dynamic programming.

Введение. Данное исследование имеет практическую направленность и посвящено исследованию динамической системы – жилищного фонда (ЖФ), процессу его обновления и задачам оптимального управления.

В настоящее время проблема жилищной сферы является довольно острой, так как находится в прямом соответствии с социальной сферой жизни.

Для выявления наиболее рациональных путей разработки эффективного стратегического плана вывода из предкризисной ситуации такой сложной системы, как жилищный комплекс, необходимо использовать компьютерные технологии во взаимосвязи с математическим аппаратом.

Как известно, целями математического моделирования реального объекта, процесса являются:

- понимание (исследование модели реального объекта для более глубокого раскрытия важных свойств и характеристик, понимания его структуры и содержания, организации);
- прогнозирование (исследование модели объекта для получения информации о его поведении в будущем);
- управление (исследование возможности воздействия на протекающий процесс для получения ожидаемых результатов) [1].

Постановка задачи. В исследовании данного вопроса мы посредством модели стремимся рассмотреть процесс управления жилищной сферой, что в свою очередь подразумевает: во-первых, раскрытие структуры и содержания жилищного фонда; во-вторых, динамики ее изменения. Поэтому проблему комплексной модернизации жилищного фонда можно рассматривать как задачу динамической оптимизации, инструментом анализа которой является динамическое программирование (ДП) [1,2].

Динамическое программирование представляет собой довольно мощное средство оптимизации процессов управления, применительно к нашей задаче – это управление процессом комплексной модернизации жилищного фонда, имеющим в свою очередь декомпозиционную природу.

Методы исследования. Методологическая схема задачи динамического программирования состоит во введении или ее разбиении на параметризован-

ную совокупность подзадач и последующее их решение с использованием принципа оптимальности Беллмана [1, 3].

В качестве неотъемлемого свойства ДП можно представить множественность этапов процесса оптимизации, причем происходит выделение оптимальных решений на каждом этапе, нахождение и фиксирование оптимальных решений подзадач.

Для визуализации процесса динамического программирования возможно представить их в виде ориентированных графов. На рисунке 1 изображен орграф подзадач основной задачи динамического программирования. Представление задачи комплексной модернизации жилищного фонда в виде блочной диаграммы является одним из средств анализа таких дискретных динамических систем, что используется для визуализации структурных элементов задачи [4, 5].

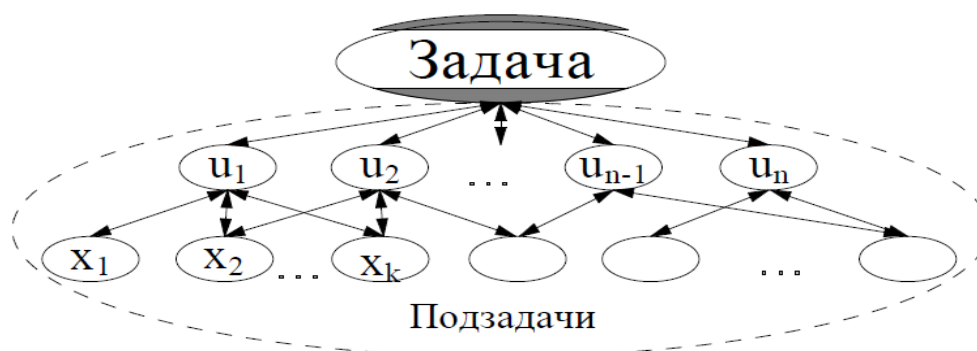


Рисунок 1 – Ориентированный граф задачи динамического программирования

Структурно комплексную модернизацию жилищного фонда можно представить, как совокупность методов обновления жилищного фонда, связанных друг с другом финансовыми ресурсами и комплексом других важных показателей. На рисунке 2 изображено представление комплексной модернизации жилищного фонда как объекта компьютерного математического моделирования.

При планировании работ по проведению комплексной модернизации жилищного фонда необходимо исследовать рынок недвижимости, технические, технологические, конструктивные, экономические и экологические параметры отдельных элементов системы жилищного фонда, а также особенности строительного комплекса, характер и возможности отдельных подрядных организаций.

Под комплексной модернизацией жилищного фонда понимается функционал, областью определения которого служит множество функций (реконструкция, модернизация, капитальный ремонт, текущий ремонт, реставрация, санация), при этом происходит возмещение физического и морального износа жилья, то есть улучшение качественных и количественных показателей. Здесь отличительной особенностью служит учет выделяемых финансовых средств [2, 6]. В связи с динамично меняющейся экономической ситуацией в стране,

необходимым является проведение сугубо важных и безотлагательных мероприятий по обновлению жилищного фонда.



Рисунок 2 – Комплексная модернизация жилищного фонда как объект моделирования

При определении целесообразности проведения капитального ремонта объектов жилой недвижимости важно дифференцировать и упорядочить состав и структуру работ, учитывая при этом экономические показатели. Вместе с тем, постоянно повышается оплата за жилищно-коммунальные услуги, что определяет актуальность применения при капитальном ремонте энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Выделим основные виды ремонтно-строительных работ с применением энергосберегающих технологий:

- утепление наружных стен фасадов зданий;
- ремонт кровли (устройство теплоизоляции, гидроизоляции);
- замена оконных и балконных блоков на новые;
- замена внутренней системы отопления;
- установка узла учета тепла;
- чистка и ремонт вытяжной вентиляции [7, 8].

Допустим, что для проведения комплексной модернизации жилищного фонда выделяется объем денежных средств C . Зависимость проведения ре-

монтажных работ от капитальных вложений зададим не в функциональном, а в табличном виде. Ставится задача провести ремонтные работы так, что острая потребность в них была удовлетворена, и возрос показатель экономии средств с учетом внедрения энергосберегающих технологий. Ставится задача распределить указанный объем денежных средств между n подразделениями таким образом, чтобы в целом получился максимальный эффект экономии денежных средств.

Решение данной задачи рекомендуется выполнить, разбив ее на ряд этапов (стадий). На начальном этапе рассматриваются все варианты распределения выделенных денежных средств подразделению №1.

Таблица 1 – Этап № 1

Выделяемые объемы Подразд. (по ФИ)	y_1	y_2	y_3	...	y_{k-1}	y_k
№1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	$x_{1, k-1}$	$x_{1, k}$

y_i , при $i=1,2,...,k$ – выделяемые объемы денежных средств на проведение k -ремонтных работ с применением энергосберегающих технологий;

x_{ij} – денежные средства – эффект от применения j -ой энергосберегающей технологии для i -го подразделения.

На втором этапе производится распределение денежных средств между первыми двумя подразделениями. Ячейки таблицы 1 заполняются лишь в том случае, когда общая сумма выделенных денежных средств не выходит за рамки значения C . После заполнения таблицы всё множество клеток разбивается на подмножества с одинаковыми объемами выделенных средств (табл.2).

Таблица 2 – Этап № 2

№1 №2	$(y_1 ; x_{11})$	$(y_2 ; x_{12})$	$(y_3 ; x_{13})$	...	$(y_{k-1}; x_{1, k-1})$	$(y_k ; x_{1, k})$
$(y_1; x_{21})$	$(y_1+y_1 ; x_{11}+x_{21})$	$(y_2+y_1 ; x_{12}+x_{21})$	$(y_3+y_1 ; x_{13}+x_{21})$	...	$(y_{k-1}+y_1 ; x_{1, k-1}+x_{21})$	$(y_k+y_1 ; x_{1, k}+x_{21})$
$(y_2 ; x_{22})$	$(y_1+y_2 ; x_{11}+x_{22})$	$(y_2+y_2 ; x_{12}+x_{22})$	$(y_3+y_2 ; x_{13}+x_{22})$	...	$(y_{k-1}+y_2 ; x_{1, k-1}+x_{22})$	$(y_k+y_2 ; x_{1, k}+x_{22})$
$(y_3 ; x_{23})$	$(y_1+y_3 ; x_{11}+x_{23})$	$(y_2+y_3 ; x_{12}+x_{23})$	$(y_3+y_3 ; x_{13}+x_{23})$	...	$(y_{k-1}+y_3 ; x_{1, k-1}+x_{23})$	$(y_k+y_3 ; x_{1, k}+x_{23})$
...	...	...	...	...	...	...
$(y_{k-1}; x_{2, k-1})$	$(y_1+y_{k-1} ; x_{11}+x_{2, k-1})$	$(y_2+y_{k-1} ; x_{12}+x_{2, k-1})$	$(y_3+y_{k-1} ; x_{13}+x_{2, k-1})$	...	$(y_{k-1}+y_{k-1} ; x_{1, k-1}+x_{2, k-1})$	$(y_k+y_{k-1} ; x_{1, k}+x_{2, k-1})$
$(y_k ; x_{2, k})$	$(y_1+y_k ; x_{11}+x_{2k})$	$(y_2+y_k ; x_{12}+x_{2k})$	$(y_3+y_k ; x_{13}+x_{2k})$	...	$(y_{k-1}+y_k ; x_{1, k-1}+x_{2k})$	$(y_k+y_k ; x_{1, k}+x_{2k})$

Таким образом, мы получили таблицу 3 значений распределения средств между двумя первыми подразделениями. Теперь среди значений ячеек, представляющих собой пары чисел $(a_i ; b_i)$, выберем такие, что для любых пар $(a_i ; b_i)$ с первым значением a_i соответствует максимальное b_i .

Таблица 3 – Этап № 3

$\begin{matrix} \text{№1+2} \\ \text{№3} \end{matrix}$	$(a_1 ; b_1)$	$(a_2 ; b_2)$	$(a_3 ; b_3)$	...	$(a_n ; b_n)$
$(y_1 ; x_{31})$	$(a_1+y_1 ; b_1+x_{31})$	$(a_2+y_1 ; b_2+x_{31})$	$(a_3+y_1 ; b_3+x_{31})$	...	$(a_n+y_1 ; b_n+x_{31})$
$(y_2 ; x_{32})$	$(a_1+y_2 ; b_1+x_{32})$	$(a_2+y_2 ; b_2+x_{32})$	$(a_3+y_2 ; b_3+x_{32})$	...	$(a_n+y_2 ; b_n+x_{32})$
...	...	...	...	...	...
$(y_k ; x_{3k})$	$(a_1+y_k ; b_1+x_{3k})$	$(a_2+y_k ; b_2+x_{3k})$	$(a_3+y_k ; b_3+x_{3k})$	...	$(a_n+y_k ; b_n+x_{3k})$

На этапе k аналогично распределяются денежные средства между (k-1) и k-ым подразделениями.

Таблица 4 – Этап k

$\begin{matrix} \text{№1+2+ ...+k-1} \\ \text{№k} \end{matrix}$	$(a_1 ; b_1)$	$(a_2 ; b_2)$	$(a_3 ; b_3)$	...	$(a_n ; b_n)$
$(y_1 ; x_{k1})$	$(a_1+y_1 ; b_1+x_{k1})$	$(a_2+y_1 ; b_2+x_{k1})$	$(a_3+y_1 ; b_3+x_{k1})$	...	$(a_n+y_1 ; b_n+x_{k1})$
$(y_2 ; x_{k2})$	$(a_1+y_2 ; b_1+x_{k2})$	$(a_2+y_2 ; b_2+x_{k2})$	$(a_3+y_2 ; b_3+x_{k2})$	...	$(a_n+y_2 ; b_n+x_{k2})$
...	...	...	...	...	...
$(y_k ; x_{kk})$	$(a_1+y_k ; b_1+x_{kk})$	$(a_2+y_k ; b_2+x_{kk})$	$(a_3+y_k ; b_3+x_{kk})$	...	$(a_n+y_k ; b_n+x_{kk})$

Таким образом, на этапе k распределяются денежные средства между первыми k-1 подразделениями и k-ым подразделением. Строится таблица 4 из лучших вариантов (k-1)-го этапа и вариантов выделения денежных средств подразделению k. Так как данный этап последний, то достаточно распределить объем денежных средств равный С. Заполняются только те клетки, суммарный объем выделенных средств которых равен С. Выбирается клетка с наибольшим экономическим эффектом. Это значение и будет оптимальным значением критерия задачи, то есть максимумом полученной экономии средств. Из таблицы 4 определяется оптимальный объем выделения денежных средств подразделению k. Последовательно переходя к предыдущим таблицам (1-3) определяют оптимальные значения переменных, то есть объемы денежных средств, выделенных по каждому подразделению [9].

По аналогичному принципу можно реализовать относительно эффективное распределение денежных средств на ремонтные работы, не предполагающие применения энергосберегающих технологий, где целевой функцией будет минимизация расходов на организацию перечня ремонтно-строительных работ.

Вывод. В данной статье показано применение методов динамического программирования для решения организационных задач оптимизации ре-

монтажно-строительных работ при комплексной модернизации жилищного фонда. Вышеизложенное позволяет нам сделать вывод о том, что применение методов динамического программирования в решении оптимизационных задач процессов комплексной модернизации жилищного фонда является весьма перспективным направлением для проведения исследований.

Библиографический список

1. Матряшин И.П. Математическое программирование /Матряшин И.П., Макеева В.К. – М.: Высшая школа, 1978. – 160 с.
2. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. – URL: iCdon.ru/magazine/archiCe/n4y2013/2048/.
3. Чуканов С. В., Экономическое поведение и метод динамического программирования на бесконечном временном интервале, Математическое моделирование, 2003, том 15, номер 3, 109–121.
4. Ларионов А.И. Экономико-математические методы в планировании /Ларионов А.И., Юрченко Т.И. – М.: Высшая школа, 1984. – 224 с.
5. Линейное и нелинейное программирование / Под. Ред. И.Н. Ляшенко. – Киев: Вища шк., 1975. – 372 с.
6. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Оптимизация процесса комплексной модернизации жилищного фонда // Инженерный вестник Дона, 2014, №4. – URL: iCdon.ru/ru/magazine/archiCe/n4y2014/2758.
7. Шеина С.Г. Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования: Монография. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2008. – 196 с.
8. Прокопишин А.П. Экономическая эффективность реконструкции жилищного фонда. – М., 1990. – 224 с.
9. Bellman R., Kalaba R. Dynamic Programming and Statistical Communication Theory, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, Col. 43, 1957, pp. 749-751.

УДК 621.56

Исмаилов Т.А., Гаджиев А.М., Юсуфов Ш.А.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ

Ismailov T.A., Gadzhiev A.M., Yusufov Sh.A.

MATHEMATICAL MODELING OF THERMOPHYSICAL PROCESSES IN THERMOELECTRIC DEVICES FOR SEAWATER DESALINATION

В статье рассматривается математическое моделирование теплофизических процессов фазового перехода «вода-лед» с учетом изменения на границе концентрации примесей, характерного для получения пресной воды методом вымораживания из морской. Приведена конструкция устройства для получения талой воды с использованием термоэлектрических преобразователей.

Ключевые слова: математическая модель, термоэлектрический преобразователь, фазовый переход, опреснение морской воды.

The article considers the mathematical modeling of thermal processes of phase transition «water-ice» to reflect the changes on the boundary of the impurity concentration, typical for fresh water by the method of freezing sea. The design of the device for producing melt water with the use of thermoelectric converters.

Key words: a mathematical model, of the thermoelectric converter, phase transition, desalination of sea water.

Введение. Проблема водоснабжения за счет опресненных морских и соленых вод набирает все большую актуальность с возрастанием экологических проблем, вызванных несовершенством промышленных технологий. Воспроизводство пресной воды на планете такими путями как транспортировка ресурсов каналами многоводных рек, могут быть реализованы во всех регионах.

В настоящее время опреснительный процесс экономически не конкурентоспособен с использованием природных пресноводных источников, однако стоимость природной воды все более возрастает, что связано с изменениями в природном водообороте и возрастающей стоимостью очистки воды при загрязнении водохранилищ промышленными, бытовыми отходами, транспортировке воды до конечного потребителя.

Постановка задачи. Решение проблемы водоснабжения возможно за счет исследования и создания экономически конкурентоспособных технологий по опреснению морских и соленых вод. В настоящее время имеется достаточная теоретическая и экспериментальная база знаний, сформированная

отечественными и зарубежными учеными, позволяющая приблизиться к решению данной проблемы [1].

Методы испытаний. По характеру процесса в технологии опреснения морских и соленых вод можно выделить следующие методы, связанные с изменением агрегатного состояния: термическое (дистилляция, гелиоопреснение) и с использованием холода (естественное и искусственное вымораживание).

Процессы термического опреснения характеризуются высокими расходами теплоты на парообразование. Методы с использованием холода основаны на вымораживании воды из раствора, либо на образовании из него газогидратов. Дистилляция – основной промышленный метод опреснения соленой воды. С точки зрения значительного снижения стоимости воды – она имеет принципиальный недостаток, устранить который не смогут никакие технические усовершенствования. Это высокая теплота парообразования, которая отрицательно влияет на энергетическую и капитальную составляющие себестоимости опреснения. При кипении необходимо подвести 2252 кДж/кг H_2O тепла (при атмосферном давлении), а при замораживании необходимо отнять 335 кДж/кг H_2O тепла. Регенерация больших теплот фазового перехода при дистилляции приводит к большим абсолютным потерям работы и снижению степени термодинамического совершенства [1].

На сегодняшний день проведено достаточно большое количество исследований, результаты которых позволяют описать теплофизические процессы в опреснителях вымораживающего типа [2-6]. Однако в неполной мере исследованы процессы фазовых переходов при замерзании морской воды с учетом изменения концентрации примесей на границе фазового перехода «вода-лед», что влияет на температурный режим процесса вымораживания. Классическая постановка задачи, используемая при математическом описании многообразных процессов кристаллизации, была предложена Й. Стефаном еще в 1889 г. Исторически она формулируется следующим образом.

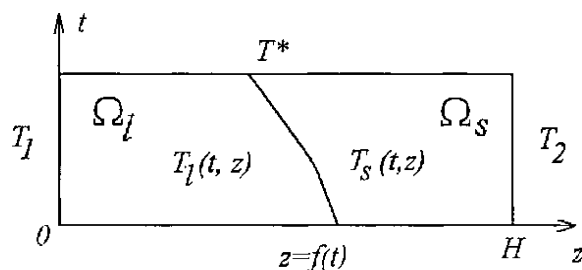


Рисунок 1 - Область определения

Область Ω занятая изучаемым веществом, в момент времени $t > 0$ разбивается поверхностью $z = f(t)$, на области $\Omega_l(t) = \{0 \leq z \leq f(t)\}$ и $\Omega_s(t) = \{f(t) \leq z \leq H\}$ занятые жидкой и твердой фазами вещества. Поверхность $z = f(t)$ неизвестна и является целью решения задачи (рис 1.).

Считается, что температура среды в соответствующих областях удовлетворяет уравнению теплопроводности, как правило, на границе области считаются известными либо температура, либо тепловой поток, а на подвижной границе раздела фаз выполняются условия:

- 1) условие Стефана, которое описывает тепловой баланс:

$$\lambda \rho_s V_f = k_l \left. \frac{\partial T_l}{\partial z} \right|_{z=f_1} - k_s \left. \frac{\partial T_s}{\partial z} \right|_{z=f_1} \quad (1)$$

$V_f = \frac{dl_s}{dt}$ - скорость перемещения границы раздела фаз в направлении

нормали к ней;

- 2) пренебрегается скачок плотности при фазовом переходе;

- 3) равенство температуры среды температуре фазового перехода данного вещества, которая считается известной постоянной величиной.

Однако данная задача не описывает процесс фазового перехода (замерзание воды) с учетом непостоянства концентрации соли в морской воде в процессе вымораживания пресной воды. Теплофизические процессы в опреснителях морской воды вымораживающего типа можно описать используя двухфазную термодиффузионную задачу Стефана о замерзании раствора. При образовании в опреснителе пресного льда перед фронтом кристаллизации образуется слой с повышенным содержанием концентрации соли, что влияет на температуру замерзания.

Математическая формулировка термодиффузионной задачи Стефана в этом случае выглядит следующим образом.

Область $\Omega_l(t) = \{0 \leq z \leq f(t)\}$ содержит морскую воду (раствор солей), область $\Omega_s(t) = \{f_1(t) \leq z \leq f_2\}$ - чистый лед. Распределение температуры и примеси описывается уравнениями:

$$\frac{\partial T_l}{\partial t} = a_l^2 \frac{\partial^2 T_l}{\partial z^2}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = d \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \quad (3)$$

В образующейся твердой фазе $\Omega_s(t) = \{f_1(t) \leq z \leq f_2\}$ предполагается отсутствие диффузии примеси, а распределение температуры:

$$\frac{\partial T_s}{\partial t} = a_s^2 \frac{\partial^2 T_s}{\partial z^2} \quad (4)$$

Здесь $T_l(t, z)$, $T_s(t, z)$ - температура жидкой и твердой фаз соответственно; $C(t, z)$ - концентрация примеси; a_l^2 , a_s^2 - соответствующие жидкой и твердой фазам коэффициенты теплопроводности; d - коэффициент диффузии в жидкой фазе; H - глубина заданной области.

Граничные и начальные условия на границе $z=0$ для температуры и примеси определены (нет теплопритоков и притока примеси, закон теплообмена со средой, постоянное значение), в нашем случае:

$$\left. \frac{\partial T_l}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial C}{\partial z} \right|_{z=0} = 0 \quad (5)$$

На границе $z = f_1(t)$ для нашего случая выполняются условия сопряжения:

1) тепловой баланс (условие Стефана):

$$\lambda \rho_{ice} V_f = k_l \left. \frac{\partial T_l}{\partial z} \right|_{z=f_1(t)} - k_s \left. \frac{\partial T_s}{\partial z} \right|_{z=f_1(t)} \quad (6)$$

2) равенство температур на подвижной границе температуре замерзания:

$$\begin{aligned} T_l|_{z=f_1(t)} &= T_s|_{z=f_1(t)} = T_f \\ T_f &= T^* - \gamma C_f \end{aligned} \quad (7)$$

3) баланс массы растворенного в воде вещества:

$$C_f \frac{df_1}{dt} = -d \left. \frac{\partial C}{\partial z} \right|_{z=f_1}$$

На внешней границе $z = f_2(t)$ происходит охлаждение раствора

$$T_s|_{z=f_2} = T_a(t) < T_f \quad (8)$$

Здесь $T_a(t)$ - внешняя температура, температура на внешней границе $z = f_2(t)$; $T_f(t)$ - неизвестная температура фазового перехода; $V_f(t)$ - скорость нарастания льда; T^* - температура кристаллизации чистого вещества; $C_f(t)$ - неизвестное значение примеси на границе раздела фаз; γ - равновесный коэффициент распределения примеси; k_l, k_s - соответствующие коэффициенты теплопроводности жидкой и твердой фазы; λ - скрытая теплота плавления; ρ_l, ρ_s - соответствующая жидкой и твердой фазам плотность.

Начальное распределение температуры по толщине в двух фазах задается по линейному закону или можно задать константой, начальное значение концентрации примеси постоянно и принимается равным C_0 .

Проведя преобразования по методу спрямления фронта, сводящего две области с подвижными границами в отрезки единичной длины и перейдя к новым независимым переменным [7], получаем уравнения:

для области занятой жидкой фазой:

$$\bar{t} = t; \quad 0 \leq \xi_l \leq 1; \quad \xi_l = \frac{z}{l_l}$$

$$l_l^2 \frac{\partial T_l}{\partial t} = a_l^2 \frac{\partial^2 T_l}{\partial \xi_l^2} - v_l \frac{\partial T_l}{\partial \xi_l}, \quad (9)$$

$$l_l^2 \frac{\partial C}{\partial t} = d \frac{\partial^2 C}{\partial \xi_l^2} - v_l \frac{\partial C}{\partial \xi_l}, \quad v_l = \xi_l k_\rho l_l V_f; \quad (10)$$

для области занятой твердой фазой:

$$\bar{t} = t; \quad 0 \leq \xi_s \leq 1; \quad \xi_s = \frac{z - l_l}{l_s}$$

$$l_s^2 \frac{\partial T_s}{\partial t} = a_s^2 \frac{\partial^2 T_s}{\partial \xi_s^2} - v_s \frac{\partial T_s}{\partial \xi_s}, \quad v_s = (k_\rho - \xi_s) l_l V_f. \quad (11)$$

Условия сопряжения после преобразования будут иметь вид:

$$\lambda \rho_s V_f = \frac{k_l}{l_l} \frac{\partial T_l}{\partial \xi_l} \Big|_{\xi_l=1} - \frac{k_s}{l_s} \frac{\partial T_s}{\partial \xi_s} \Big|_{\xi_s=0}, \quad (12)$$

$$k_\rho V_f C_f = \frac{d}{l_l} \frac{\partial C}{\partial \xi_l} \Big|_{\xi_l=1} \quad (13)$$

При аппроксимации уравнений системы используются направленные разности для конвективных слагаемых, и в результате для каждой области получают системы разностных уравнений вида:

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\tau} = K \frac{u_{i-1}^{n+1} - 2u_i^{n+1} + u_{i+1}^{n+1}}{h_r^2} - \frac{(v_i - |v_i|)^n u_{i+1}^{n+1} + 2|v_i|^n u_i^{n+1} - (v_i + |v_i|)^n u_{i-1}^{n+1}}{2h_r}, \quad i = 2, \dots, N_r \quad (14)$$

Или иначе

$$A_i u_{i-1}^{n+1} - C_i u_i^{n+1} + B_i u_{i+1}^{n+1} = -F_i;$$

Где A_i, C_i, B_i, F_i однозначно определяются в зависимости от коэффициентов и правой части (14). N_r - количество узлов сетки, h_r - шаг по пространству, τ - шаг по времени, $K = (a_l^2, d, a_s^2)$ - соответствующий для уравнений (9)-(11) коэффициент, $u = (T_l, C, T_s)$ - соответствующая для уравнений (9)-(11) функция, $v = (v_l, v_s)$ - соответствующая для уравнений (9)-(11) скорость.

Так как температура замерзания T_f и солёности C_f на границе $z = f_1(t)$ заранее неизвестны, то классический метод прогонки использовать невозможно. Необходимо отметить еще и то, что начальная стадия процесса приводит к возникновению больших градиентов температуры и солёности то применение методов ловли фронта в узел сетки или сквозного счета вызывает большие трудности. При таких условиях для численной реализации целесообразно использование модификации метода встречной прогонки, позволяющей эффективно использовать безитерационные методы решения разностной

задачи на верхнем временном слое, несмотря на ее нелинейность, предложенная в [7].

В первой области решения для T_l и C ищутся в виде:

$$u_i^{n+1} = \alpha_{i+1}^{l,c} u_{i+1}^{n+1} + \beta_{i+1}^{l,c}, \quad i=1, \dots, N_r \quad (15)$$

где, прогоночные коэффициенты определяются рекуррентными формулами:

$$\alpha_{i+1}^{l,c} = \frac{B_i}{C_i - \alpha_i^{l,c} A_i}, \quad \beta_{i+1}^{l,c} = \frac{A_i \beta_i^{l,c} + F_i}{C_i - \alpha_i^{l,c} A_i} \quad (16)$$

Согласно граничным условиям (4): $\alpha_2^{l,c} = 1, \quad \beta_2^{l,c} = 0$.

Во второй области решение ищется в виде:

$$u_{i+1}^{n+1} = \alpha_{i+1}^S u_i^{n+1} + \beta_{i+1}^S, \quad i = N_r, \dots, 1 \quad (17)$$

коэффициенты

$$\alpha_i^S = \frac{B_i}{C_i - \alpha_{i+1}^S A_i}, \quad \beta_i^S = \frac{A_i \beta_{i+1}^S + F_{i+1}}{C_i - \alpha_{i+1}^S A_i} \quad (18)$$

Согласно граничным условиям (8) $\alpha_{N_r+1}^S = 0, \quad \beta_{N_r+1}^S = T_a$.

Соотношения (15) при $i = N_r$ и соотношение (17) при $i = 1$ используются в условиях сопряжения для определения потоков тепла на границе $z = f_1(t)$, аппроксимируемые:

в первой области

$$\left. \frac{\partial T_l}{\partial \xi} \right|_{\xi=1} \square \frac{T_f - T_{N_r}^l}{h_l} = \frac{T_f (1 - \alpha_{N_r+1}^l) - \beta_{N_r+1}^l}{h_l}, \quad (19)$$

$$\left. \frac{\partial C}{\partial \xi} \right|_{\xi=1} \square \frac{C_f - C_{N_r}}{h_l} = \frac{C (1 - \alpha_{N_r+1}^C) - \beta_{N_r+1}^C}{h_l}; \quad (20)$$

во второй области

$$\left. \frac{\partial T_s}{\partial \xi} \right|_{\xi=0} \square \frac{T_2^S - T_f}{h_s} = \frac{T_f (\alpha_2^S - 1) + \beta_2^S}{h_s}, \quad (21)$$

Подставив данные выражения для потока тепла и примеси на границе в условия (12) и (13) получим систему из следующих уравнений:

$$\begin{aligned} V_f &= A_T T_f + B_T, \\ V_f C_f &= A_C C_f + B_C, \\ T_f &= T^* - \gamma C_f \end{aligned}$$

из которых следует квадратное уравнение относительно C_f :

$$\gamma A_T C_f^2 + (A_C - B_T) C_f + B_C = 0 \quad (22)$$

Решение данного уравнения имеет один корень, удовлетворяющий физическим условиям:

$$C_f = \frac{B_T - A_C + \sqrt{(A_C - B_T)^2 - 4\gamma A_T B_C}}{2\gamma A_T}, \quad (23)$$

где,

$$A_T = \frac{1}{\lambda \rho_{ice}} \left[\frac{k_l}{l_l h_l} (1 - \alpha_{N_r+1}^l) - \frac{k_s}{l_s h_s} (\alpha_2^s - 1) \right], \quad (24)$$

$$B_T = -\frac{1}{\lambda \rho_{ice}} \left[\frac{k_l}{l_l h_l} \beta_{N_r+1}^l - \frac{k_s}{l_s h_s} \beta_2^s \right], \quad (25)$$

$$A_C = \frac{d(1 - \alpha_{N_r+1}^c)}{h_l l_l k_\rho}, \quad B_C = -\frac{d\beta_{N_r+1}^c}{h_l l_l k_\rho} \quad (26)$$

Получив значение примеси на границе $z = f_1$ из уравнения (6), находится температура фазового перехода T_f , соответствующая температуре жидкой и твердой фазе на этой границе. Зная граничные условия, по (15) и (17) устанавливаются значения температуры и примеси на новом временном слое.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Вышеуказанная математическая модель позволяет получить временные зависимости температуры и концентрацию примеси на границе раздела фаз при различных значениях начальной концентрации примеси и постоянной внешней температуре (температура стенок емкости опреснителя), распределение температуры раствора по глубине, а также распределение концентрации примеси в приповерхностном слое.

Авторами разработано термоэлектрическое устройство, позволяющее получать талую воду из морской воды [8]. Схематичное изображение термоэлектрического устройства приведено на рис.2. Устройство включает корпус 1, в котором размещены термостатированная рабочая емкость 2 с крышкой 3 и отверстием 4 для слива воды, внутри рабочей емкости 2 находится сетка 5 с магнитом с чередующимися полюсами 6 и полый трубкой 7. Ко дну рабочей емкости 2 крепится биметаллическая пластина 8, контактирующая с фиксатором 9, шарнирно скрепленным с подпружиненным штоком 10, на котором крепится магнит с чередующимися полюсами 11. Шток 10 выполнен с возможностью горизонтального перемещения в корпусе. Средство для замораживания воды и таяния льда представляет собой термоэлектрический модуль 12 установленный с наружной стороны рабочей емкости 2, термоэлектрический модуль содержит термоэлектрические элементы 13, рабочие спаи которых приведены в тепловой контакт с внешней боковой поверхностью рабочей емкости 2, а опорные спаи состоят в тепловом контакте с проточным теплообменником 14, емкость 15 для приема талой очищенной воды и емкость 16 для приема концентрированного рассола. Трубопроводы 17 и 18 содержат управляемые вентили 19 и 20 и подсоединены к отверстию 4 днища рабочей емкости 2. Сливные патрубки трубопроводов 17 и 18 установлены соответственно над емкостью 15 для приема очищенной талой воды и емкостью 16 для приема концентрированного рассола. Циркуляционный насос 21 предна-

значен для циркуляции воды в контуре охлаждения. Контур охлаждения проходит через емкость для приема очищенной талой воды и емкость для приема воды с примесями и включает в себя циркуляционный насос 21, теплообменник 14 и радиатор 22 соединенные трубопроводами. Кроме того, устройство имеет блок 23 управления, включающий электронный блок 24 управления питанием термоэлектрических элементов 13 и циркуляционного насоса 21, блок 25 управления клапанами 19, 20, программный автомат 26 и блок 27 измерения температуры с датчиками 28 и 29 температуры, установленными соответственно на дне и боковой стенке рабочей емкости 2. Программный автомат 26 подключен к блоку 25 управления клапанами, блоку 27 измерения температуры и блоку 23 управления питанием термоэлектрических элементов 13 и циркуляционного насоса 21. Теплообменник 14 имеет отверстие с крышкой 30 выведенное на наружную поверхность устройства. Трубопровод 17 имеет в своем составе фильтр тонкой очистки 31. Теплообменник 14 имеет отверстие с крышкой 30 для залива воды в контур охлаждения слив воды при необходимости, из которого можно осуществлять через вентиль 34. Слив воды из емкости 15 для приема талой очищенной воды и емкости 16 для приема концентрированного рассола осуществляется через управляемые вентили 32 и 33 соответственно.

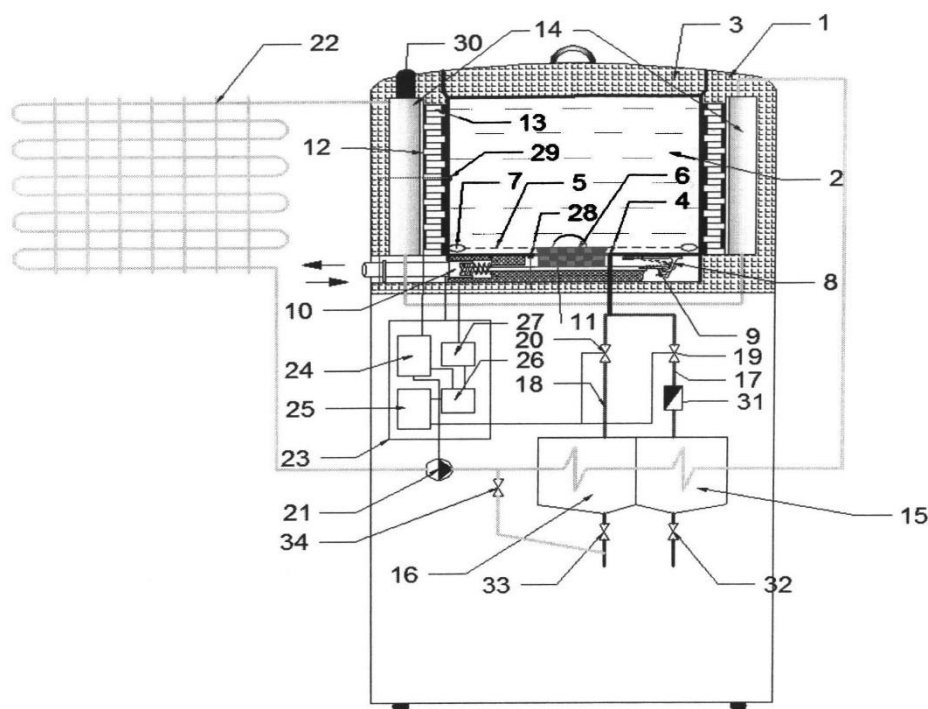


Рисунок 2 - Устройство для получения талой воды из морской

Вывод. Предлагаемое устройство по сравнению с аналогами отличается сокращением времени получения готового продукта, уменьшением веса и габаритов устройства, а также экономят в потреблении электроэнергии и ростом КПД установки путем оптимизации процесса работы термоэлектрических преобразователей.

Библиографический список:

1. Слесаренко В.Н. Опреснительные установки. Владивосток, ДВГМА, 1999 г.
2. Авдонин Н.А. Математическое описание процессов кристаллизации. Рига: Зинатне, 1980
3. Бондарев Э.А., Васильев В.И. Задача Стефана с неизвестной температурой фазового перехода // Материалы 7 Всероссийской конференции по тепломасообмену. Т.7. – Минск, 1984
4. Шаталина И.Н. Теплообмен в процессах намораживания и таяния льда. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990.- 120 с.
5. Петрова А.Г. Термодиффузионная задача с малой начальной концентрацией примеси// Динамика сплошной среды. Сб. научных трудов, Новосибирск, 1983.
6. Овчарова А.С. Численное решение стационарной задачи Стефана в области со свободной границей// Вычислительные технологии.- 1999.-Т.4, т.-С.88-99.
7. Гранкина Т.Б. Математическое моделирование процесса формирования ледового покрова водоемов различной минерализации. Диссертация на соискание ученой степени к.ф.-м.н., Новосибирск, 2006.
8. Патент РФ №2507157 Термоэлектрическое устройство для опреснения морской воды / Исмаилов Т.А., Гаджиев А.М., Миспахов И.Ш., Рашидханов А.Т. Б.И. №5.

УДК 681.32.069

Канаев М.М., Курбанмагомедов К.Д.

РАЗРЯДНО-МОДУЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ИХ СОСТОЯНИЯ

Kanaev M.M., Kurbanmagomedov K.D.

BIT-MODULAR PRESENTATION COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS AND PROBLEM SOLVING ANALYSIS OF THEIR CONDITION

В статье рассматривается новый объект анализа, называемый системой с разрядно-модульной организацией, для которого решается задача контроля и диагностирования.

Ключевые слова: *система, модуль, анализ, контроль, диагностика, схема, разряд.*

The article deals with the analysis of a new object, called a system with bit-modular organization for which to solve the problem of monitoring and diagnosing.
Key words: system, module, analysis, control, diagnosis, diagram, discharge.

Введение. Современные системы управления (СУ), вычислительные системы (ВС), управляющие вычислительные комплексы (УВК), бортовые вычислительные комплексы (БВК) характеризуются высокой сложностью, определяемой кругом решаемых задач и сложностью используемой в них элементной базой.

Постановка задачи. При решении задач сопровождения всех этапов жизненного цикла данных систем представляет интерес поиск и нахождение в них общих и специфических особенностей, выявление определенных закономерностей в их конструировании, компоновке и, наконец, в их функционировании. Данный анализ, который не может обойтись без определенных статистических и формализованных процедур, является востребованным и в конечном итоге позволяет найти решение частных общих задач проектирования, эксплуатации, технического обслуживания, контроля и диагностирования более эффективным и простым.

В определенной степени анализ сложных систем является основой формирования унифицированных для данного типа объектов массивов информации и процедур организации вычислительных процедур при их проектировании и моделировании, при решении задач анализа состояния.

Такая унификация с нашей точки зрения является основой методологии и теории построения данных объектов, наиболее полному использованию их при решении практических задач.

С общесистемной и общеметодологической точек зрения в качестве таких особенностей, характерных для сложных технических систем, можно отметить распределенный характер вычислений, некоторая недетерминированность и нечеткость, сложность, как было отмечено выше, высокая скорость динамических изменений и переходов между состояниями, некоторая наращиваемость по объему и выполняемым функциям, по аппаратурной сложности.

В общем случае они представляют собой сложные системы, состоящие из большого числа субблоков, для которых характерна определенная универсальность, в большинстве случаев цифровой метод представления и обработки информации, автономная самостоятельность исполнения с определенным законом функционирования, позволяющим его использование для различных назначений при решении сколь угодно сложных задач. Сами системы состоят из множества взаимосвязанных модулей, совместное функционирование которых и составляет систему. С учетом этого имеет место модульный принцип исполнения сложных технических систем, к которым относятся выше названные системы.

Методы исследования. С точки зрения объемов обрабатываемой информации можно говорить также о разрядном методе представления, переда-

чи, приема и обработки информации, связанном с цифровой системой кодирования информации, а также логической реализацией моделей описания их функционирования. При этом каждый модуль встраивается в систему, служит для наращивания характеристик системы, имеет самостоятельное применение, может быть не только цифрового, но и аналогового исполнения.

Таким образом, закономерен вывод о разрядно-модульном исполнении современных технических систем, для которых необходимо реализовать все этапы их проектирования, производства, эксплуатации и технического обслуживания, которые вносят определенную специфику в решение традиционных работ, сопровождающие все названные этапы жизненного цикла.

В данной работе эти системы называются системами с разрядно-модульной организацией (СРМО).

Модульный принцип организации сложных технических систем является результатом такой парадигмы проектирования и моделирования, где определенный базисный набор элементов (функций и процессов) используется при системном подходе для компоновки реализуемого объекта, как наиболее часто применяемый.

Фактор разрядности возникает в силу использования цифровых методов обработки информации, включая также аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования информации, а фактор модульности – в силу использования модульного подхода. Данная точка зрения правомочна, как будет показано в дальнейшем, не только при синтезе сложной системы, так и при анализе ее поведения и функционирования, ее реакции на те, или иные внешние воздействия.

Следует отметить, что даже для известных однокристалльных, мультикристалльных и суперскалярных реализаций микропроцессорных систем свойственным является разрядно-модульный принцип организации с изменением во времени разрядности обрабатываемой ими информации в составных модулях, а также передачи и приема информации.

Очевидно, что модульность организации процесса может быть использована при решении задачи систематизации информации, при ее анализе, формировании объема и вида обрабатываемой информации, выбора операций реализуемого процесса наполнения и манипулирования информацией, о поведении и состоянии самой системы.

С этой точки зрения можно рассматривать систему управления технологическим процессом, микропроцессорную систему обработки информации, автоматизированную систему управления и сбора информации, локальные и глобальные вычислительные сети и т.д. Кроме того, возможны переходы к различным уровням абстрагирования объекта с точки зрения разрядно-модульного представления.

Возможно представление модулей на макро- и микроуровнях, а также промежуточных уровнях в зависимости от поставленной задачи. По зарядному представлению можно рассматривать обработку разрядов, байтов, слов и больших массивов информации.

На уровне процесса можно рассматривать вычислительную микрооперацию, технологическую микрооперацию (шаг), вычисление операнда, технологический подпроцесс, программу вычислений, технологический процесс.

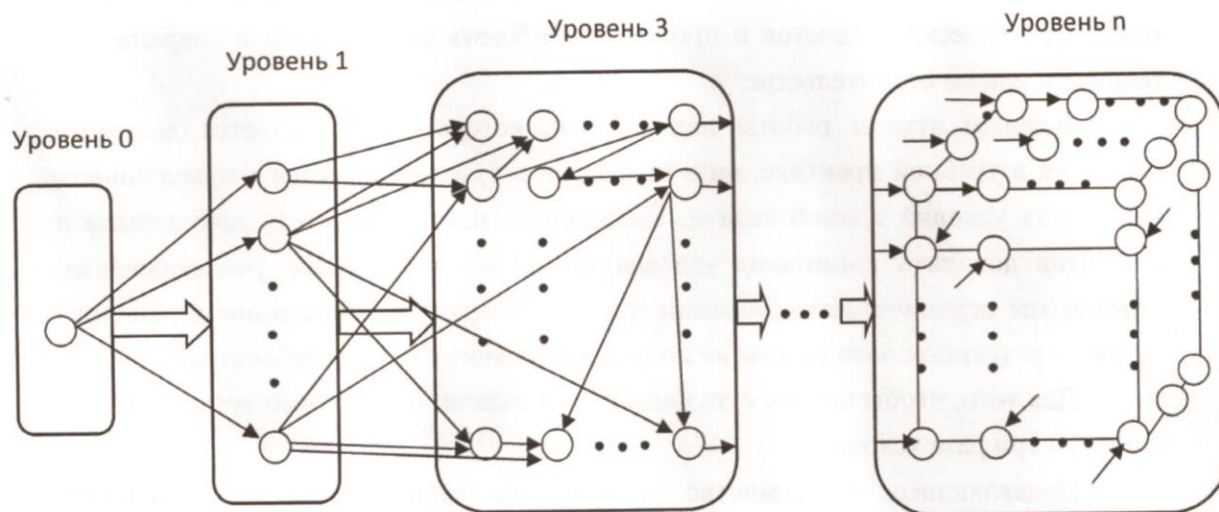


Рисунок 1 - Многоуровневая архитектура СРМО

При многоуровневом представлении систем с разрядно-модульной организацией возможны следующие уровни абстрагирования по их сложности (рис.1), откуда следует:

- наличие в системе модулей разной разрядности и их участие в обработке, приеме и передаче информации;
- автономная работа модулей разной разрядности и сложности;
- возможность переходов между различными уровнями абстрагирования;
- различным составным частям системы свойственны различные уровни сложности и количество разрядов.

Возрастание уровня абстрагирования связано с повышением числа элементарных уровней. В качестве элементов уровня на этапах проектирования и синтеза поведения объекта может рассматриваться физический объект, функция, технологическая организация, логический элемент.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Классификацию СРМО можно проводить по различным признакам: по способу реализации, по назначению, по способу организации, по уровню разветвления, по принципу функционирования. Далее эти признаки классификации могут быть детализированы в соответствии со следующей схемой (рис. 2).

Таким образом, нами определен класс объектов, называемых объектами СРМО, для которых является актуальной формализация решения задач проектирования, моделирования и анализа состояния, а приведенная классификация показывает их достаточно широкую распространенность, универсальность с точки зрения использования по различному назначению, функциональную полноту с точки зрения возможности реализации.

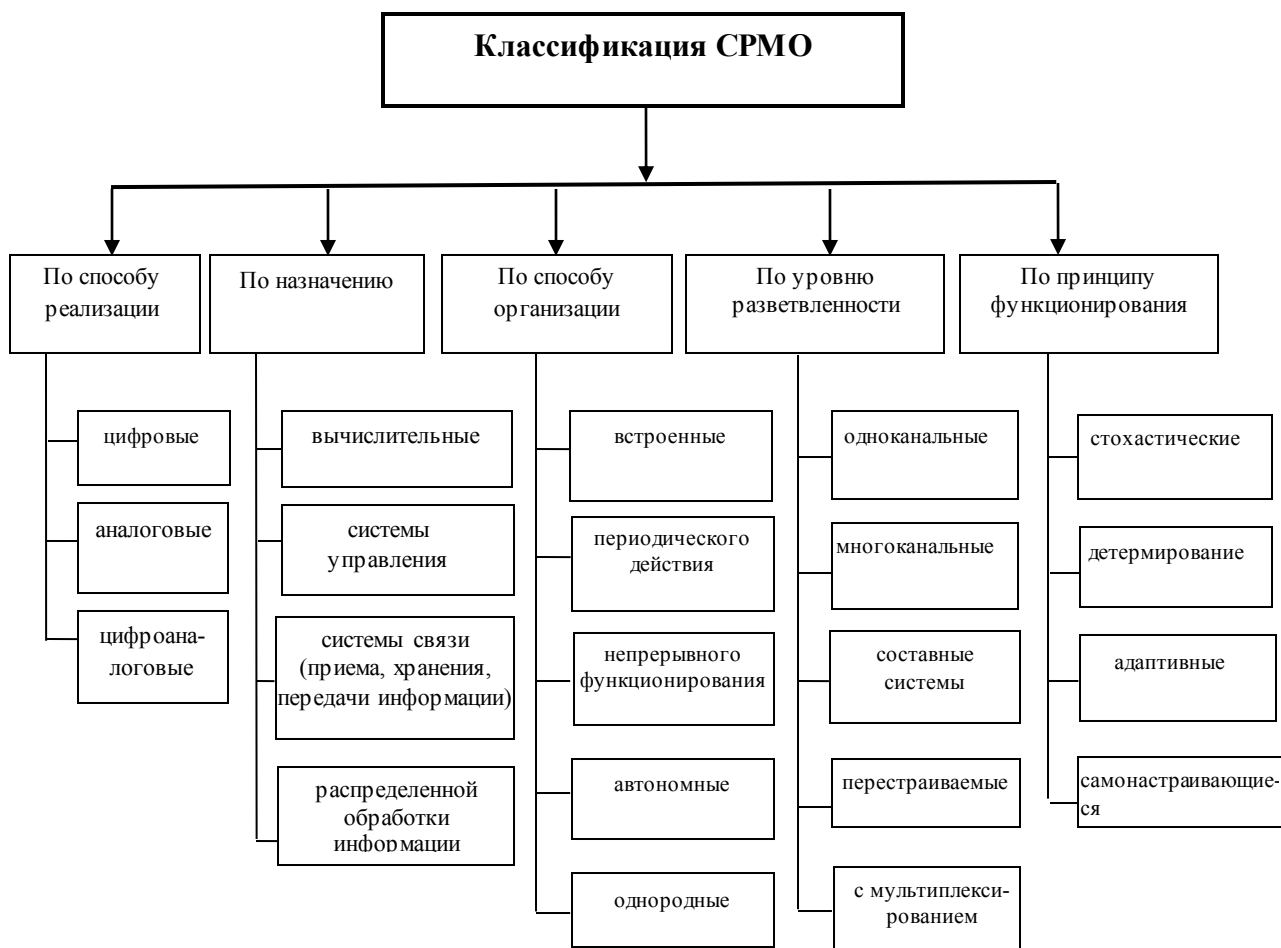


Рисунок 2 - Классификация СРМО

С учетом основных особенностей СРМО, как объекта проектирования и анализа, предъявляются высокие требования к определению:

- более существенного влияния ошибок и сбоев в работе на состояние системы и ее функционирование;
- большей вероятности перехода ошибок между модулями и между различными уровнями абстрагирования;
- существенного влияния СРМО на функционирование на уровне управления системой, что существенно сказывается на качестве результата;
- необходимости сочетания аппаратно-программных свойств модулей при проектировании и анализе функционирования системы;
- наличия разветвленного управления и распространения информации в виде ветвящегося процесса;
- возможности возникновения регенерирующих процессов, приводящих к неуправляемому асинхронному функционированию СРМО и вследствие этого, необходимости четкого синхронного функционирования модулей систем;
- возможности накопления сбоев и неисправностей с переходом количества в «качество»;
- СРМО как объекта проектирования и анализа функционирования с ярко

выраженной дуальной связью структуры и процесса, где структура обеспечивает реализацию процесса, а процесс является целью функционирования структуры;

- необходимости обеспечения надежности функционирования и защиты информации, чем в объектах с типовой структурой.

Схема решения задач анализа состояния (контроля и диагностирования) СРМО включает множество этапов. На основе информации, полученной при выполнении этих этапов, принимаются решения о дальнейших процедурах работы с объектом – техническое обслуживание, ремонт, остановка или продолжение эксплуатации объекта. Решение самой задачи выполняется множеством процедур с участием специалистов и использованием не только предыстории работы с объектом, но и основных структурных особенностей СРМО, ее модели и результатов, полученных в процессе измерения.

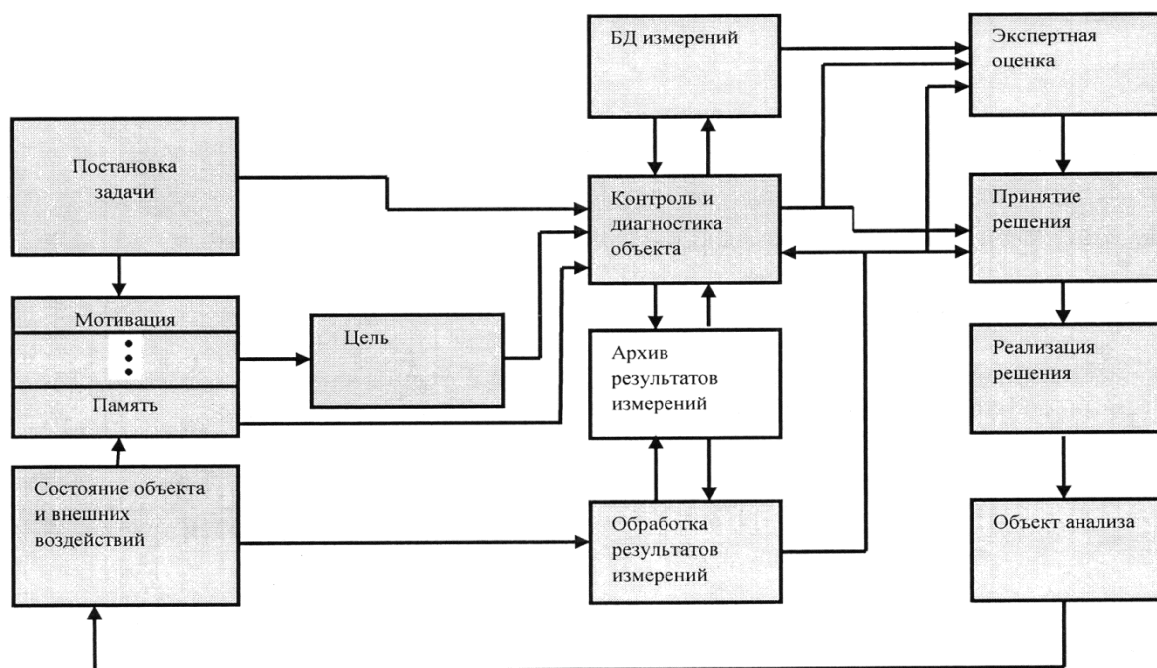


Рисунок 3 - Схема решения задачи

Из схемы, представленной на рис.3 следует вывод о многоэтапности процесса анализа, его циклическом характере, необходимости принятия решения о состоянии объекта с определенной долей риска, допустимости по результатам анализа ошибок 1 и 2 рода.

Формирование или решение задач осуществляется на основе необходимости оценки состояния объекта, внешних возмущений, мотивации и наличия информации о предыстории достижения поставленных целей. В качестве мотивации могут быть использованы результаты экспресс-анализа, показатели достижения заданной глубины анализа, достижения заданного уровня ошибок 1 и 2 рода.

Решение задачи анализа заключается в распознавании его состояния, где данный процесс разбивается на 2 этапа – контроль и диагностирование с принятием последующих решений на основе данного анализа. Сам процесс контроля и диагностирования с учетом поставленной задачи можно представить в виде функционирования некоторой экспертной системы, работающей в реальном режиме времени или в режиме «оффлайн» с использованием полученной базы нумераций (рис.4).



Рисунок 4 - Структура экспертной системы

Структура экспертной системы соответствует типовой структуре. Однако, использование информации об объекте анализа, использование СРМО в опасных производственных объектах, устаревание информации предполагает наличие в структуре Iy – управляющий информации для объекта управления до перевода объекта в то или иное состояние для получения наибольшей информации о его состоянии. Наличие обратной связи позволит реализовать решение задачи в процессе эксплуатации, ТО и ремонта, формирование необходимых сведений о задании режимов работы объекта (облегченный или нагруженный) и, в конечном итоге, оценивать эффективность использования объекта, а также риск его дальнейшей эксплуатации [1].

Вывод. Решение задачи контроля и диагностирования требует учета таких особенностей как: совместное участие экспертов и аппаратно-программных средств в получении наибольшей достоверной информации об объекте, необходимость постоянного дополнения информации об объекте по

мере его старения и функционирования во времени, последовательность этапов решения задач контроля, диагностирования и ТО, а также их взаимосвязанность для каждой конкретной ситуации [2]. Следует подчеркнуть, что важным является получение информации об объекте и ее постоянное обновление. Допустимость ошибок 1 и 2 рода при анализе более или менее сложного объекта свидетельствует о недостатке этой информации в силу ограниченности точек доступа ко всем составным частям объекта анализа, недостаточно высокого быстродействия аппаратно-программных средств анализа, трудности съема информации в диагностическом режиме по состоянию.

Библиографический список

1. Седов А.В. Моделирование объектов с распределением параметров.-М.: Наука, 2010. - 388 с.
2. Курбанмагомедов К.Д. Методы, алгоритмы и средства контроля и диагностирования дискретных устройств с разрядно-модульной организацией.- Махачкала, Издательство «Риасофт». -240 с.

УДК 519.95

Мелехин В.Б., Абдурагимов Т.Т.

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМНЫХ СРЕД И ОРГАНИЗАЦИИ ВЫВОДА РЕШЕНИЙ

Melehin V.B., Abduragimov T.T.

ILL-DEFINED DYNAMIC SEMANTIC NETWORKS FOR MODELING OF THE DYNAMIC PROBLEM-SOLVING AMBIENCES AND ORGANIZATIONS OF THE CONCLUSION OF THE DECISIONS

В работе предложена специальная модель представления знаний интеллектуальных систем в виде нечеткой динамической семантической сети, позволяющая организовать планирование целенаправленной инструментальной деятельности в динамических проблемных средах. Определены условия применения нечетких динамических семантических сетей для описания закономерностей различных проблемных сред с учетом динамики протекающих в них процессов.

Ключевые слова: интеллектуальная система, динамическая проблемная среда, нечеткая динамическая семантическая сеть.

In work the special model of representation of knowledge of intellectual systems in the form of an indistinct dynamic semantic network allowing to organize planning of purposeful tool activity in dynamic problem environments is offered. Conditions of application of indistinct dynamic semantic networks for the description of regularities of various problem environments taking into account dynamics of the processes proceeding in them are defined.

Key words: intellectual system, dynamic problem-solving ambience, ill-defined dynamic semantic network.

Введение. Опыт показывает, что для применения интеллектуальных методов решения проблем в системах контроля и управления сложными технологическими объектами требуется построение моделей не только для отдельных статических ситуаций проблемной среды (ПС), но и моделей, учитывающих характер динамики изменения параметров процесса на протяжении всего периода функционирования. Однако статические модели представления знаний в виде нечетких семантических сетей (НСС) [1] не позволяют в полной мере эффективно выполнить описание сложных динамических процессов, характеризующихся большим количеством параметров, взаимосвязанных между собой в пространстве и времени (например, динамику поведения объектов с рассредоточенными параметрами).

Постановка задачи. Для построения информационной модели сложных динамических процессов проблемной среды (ПС) предлагается использовать нечеткие динамические семантические сети (НДСС), отличающиеся от известных моделей [2] более точным определением закономерностей изменения параметров проблемной среды.

Формально НДСС задаются нечетким мультиграфом $G = (V, E, v_0)$, где $V = \{v_{i1}\}$, $i_1 = 1, n_1$ - множество вершин, биективно соответствующих различным объектам ПС; $E = \{e_{j1}\}$, $j_1 = 1, m_1$ - множество ребер, определяемых характером взаимосвязи объектов среды в пространстве и времени; v_0 - ключевая (выбирается произвольно) вершина, относительно которой выполняется сравнение исследуемых сетей.

Объекты проблемной среды могут быть пяти видов: случайные события, параметрические события, предметы, явления и инструменты.

Случайными событиями будем называть неустойчиво повторяющиеся, а в ряде случаев, спонтанно возникающие события, предсказать появление которых в проблемной среде априори практически невозможно, но необходимо предусмотреть возможность их появления.

Параметрическими называются устойчиво повторяющиеся события, которые имеют определенные тенденции развития и их можно оценить количественно, предсказать поведение во времени, сформировав тренд их вариации (например, изменение температуры в печи обжига цемента).

Объектами называются предметы проблемной среды, которые описываются множеством характеристик, позволяющих обеспечить их идентификацию.

Явлениями называются устойчиво повторяющиеся события, которые можно наблюдать и описывать качественно, но сложно или невозможно оценивать количественно.

Инструментами называются объекты проблемной среды, которые за счет их использования позволяют расширить возможности интеллектуальной системы в процессе целенаправленной деятельности. Инструменты описываются множеством характеристик и условиями их применения. Вершины НДСС, определяющие инструменты, могут быть двух типов: пассивные и активные. Пассивные вершины определяются множеством характеристик конкретного предмета ПС, который предназначен для использования в качестве соответствующего инструмента. Активные вершины определяются множеством характеристик X_{j_0} , которыми должны обладать предметы ПС, чтобы их можно было бы использовать в качестве соответствующего инструмента.

Для представления знаний различных по функциональному назначению интеллектуальных систем, НДСС могут быть декларативными и процедурными. Динамическая семантическая сеть называется процедурной, если в ней определены причины (действия), связанные с проявлением явлений, изменением параметров и состояний объектов. В противном случае НДСС называется пассивной.

В декларативной НДСС случайные события определяются характером возможного воздействия на объект проблемной среды (ПС), а также эффективными формами противодействия этим событиям в случае их возникновения.

Параметрические события в декларативной НДС представляются в следующем формате <<идентификатор параметра> <динамика параметра>>. Динамика каждого параметра определяется множеством пар $\langle t_{i2,f}, a_{i2,f} \rangle$, $i_2 = 1, n_2$, $f = 1, n_3$, где n_2, n_3 - соответственно, количество параметров, характеризующих ПС и количество зафиксированных изменений параметров; $t_{i2,f}$ - моменты фиксации, которые определяются датой $d_{i2,f}$ и временем $t_{i2,f}^*$ изменений параметров $a_{i2,f}$. Значения параметров $a_{i2,f}$ задаются также парами $\langle a_{i2,f}^*, R_{i2,f} \rangle$, в первой проекции которых, фиксируется измеренное значение параметра, а во второй - терм лингвистической переменной, определяющей качественное выражение соответствующего параметра.

Моменты фиксации $t_{i2,f}$ значений $a_{i2,f}^*$ параметрических событий, в зависимости от скорости протекающих в ПС процессов, выявляются двумя способами. Для проблемных сред с медленным протеканием процессов эти моменты могут совпадать по времени с выполнением условия $|a_{i2,f}^* - a_{i2,f+1}^*| \leq a_{\text{зад}}$, т.е. когда разность между зафиксированным в момент времени $t_{i2,f}$ значением параметра и текущим (замеренным) значением этого параметра превысит заданную пороговую величину $a_{\text{зад}}$.

Для ПС с быстрой скоростью протекания процессов моменты времени $t_{i2,f}$ фиксации значений $a_{i2,f}^*$ могут совпадать с изменением скорости D_a^*/D_t или знака скорости вариации параметров.

В процедурной НДСС параметрические события задаются тройками $\langle t_{i2,f}, a_{i2,f}, g_{i2,f} \rangle$, в которых дополнительные составляющие $g_{i2,f}$ определяют действия или события, вызывающие необходимые изменения параметров между соседними фиксациями.

Действия $g_{i2,f}$, если это возможно, описываются парами $\langle g_{i2,f}^*, R_{i2,g} \rangle$, в которых параметры $g_{i2,f}$ и $R_{i2,g}$ - соответственно, количественная и качественная оценки действия с помощью соответствующего термина ЛП. При этом, различные значения параметрических событий удобно задавать пятерками $\langle \langle t_{i2,f}, a_{i2,f}^*, g_{i2,f}^* \rangle, \langle R_{i2,f}, R_{i2,g} \rangle \rangle$, а динамику параметров на заданном интервале времени можно представить в виде функциональных зависимостей $a_{i2}(t) = f_1(g_{i2}(t))$ и $R_{i2}(t) = f_2(R_{i2,g}(t))$, или в форме соответствующих этим функциям таблиц.

Предметы o_{i4} , $i_4=1,n$ в декларативной НДСС определяются множествами X_{i4} характеристик, которыми должны обладать объекты ПС для пометки предметных вершин их именами в процессе принятия решений. После выполнения такой пометки соответствующие вершины НДСС характеризуются множеством пар $\langle t_{i5}, o_{i5} \rangle, i_5=1,n$, где o_{i5} - i_5 состояние соответствующего объекта; t_{i5} - время фиксации o_{i5} состояния объекта.

В процедурной НДСС вершины помеченные объектами характеризуются тройками $\langle t_{i4}, o_{i4}, g_{i4} \rangle$, в которых дополнительные составляющие g_{i4} определяется действиями, позволяющими выполнять преобразования объектов от состояния к состоянию.

Явления b_{i6} , $i_6=1,n_0$ в декларативной НДСС описываются множествами качественных характеристик X_{i6} и моментами времени их появления t_{pi6} и исчезновения t_{ni6} .

Вершины, помеченные явлениями в процедурной семантической сети, задаются парами $\langle X_{i6}, g_{i6} \rangle$, в которых составляющие g_{i6} определяются причинами, вызывающими явления b_{i6} .

Отношения между вершинами в НДСС выражаются парами $\langle p'_{i7}, P''_{i7} \rangle$, в которых первую проекцию определяет количественное значение (если оно возможно) отношения P_{i7} , а вторую - качественное значение этого отношения, например, $\langle 5 \text{ км}, \langle \text{близкое расстояние} \rangle \rangle$.

Методы исследования. Одной из основных операций, выполняемых над НДСС в процессе принятия решений в ситуационных системах управления является сравнение их между собой.

В зависимости от характера решаемой задачи сравнение НДСС может выполняться на признак равенства с заданной точностью ε_0 (характерно для систем управления различными технологическими объектами), нечеткого равенства и аналогии динамики параметров сетей (используется в системах контроля и ситуационного управления).

1. Две произвольные НДСС $G_1 = (V_1, E_1, v_{01})$ и $G_2 = (V_2, E_2, v_{02})$ являются равными (с заданной точностью), если для них выполняются следующие условия:

1.1. Сети G_1 и G_2 структурно эквивалентны с точностью до одинаковых по содержанию пометок ключевых вершин v_{01} и v_{02} ;

1.2. Для каждой пары вершин $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$, занимающих в G_1 и G_2 одинаковые позиции и помеченных параметрическими событиями, выполняются следующие соотношения:

а) обе вершины имеют равное число фиксаций соответствующего им параметра, т.е. $n_{3,1} = n_{3,2}$.

б) $(|a_{1,f} - a_{2,f}| < \varepsilon_0) \& (R_{1,f} = R_{2,f})$, $f=1, n_3$,

т.е. равенство с заданной точностью соответствующих значений параметров для одинаковых по номеру фиксаций f (такое сравнение характерно для декларативных сетей);

$$(|a_1^*(t) - a_2^*(t)| < \varepsilon) \& (R_1(t) = R_2(t)),$$

т.е. равенство с заданной точностью соответствующих значений параметров для одинаковых моментов времени (такое сравнение характерно для процедурных сетей).

в) для декларативных сетей должно также проверяться следующее условие $|t_{1,f} - t_{2,f}| < t_{\text{зад}}$, $f = 1, n_3$, т.е. равенство с заданной точностью $t_{\text{зад}}$ моментов времени одинаковых по номеру фиксаций.

1.3. Для каждой пары вершин $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$, занимающих одинаковые позиции соответственно в сетях G_1 и G_2 и помеченных явлениями, выполняются условия:

а) вершины одинаково помечены, т.е. $X_{i6,1} = X_{i6,2}$;

б) совпадают с заданной точностью $t_{\text{зад}}$ моменты времени проявления событий $\langle t_{n1}, t_{n1} \rangle$ и $\langle t_{n2}, t_{n2} \rangle$;

в) у обеих сетей совпадают количества фиксаций проявления событий.

1.4. Для каждой пары вершин $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$, занимающих одинаковые позиции соответственно в G_1 и G_2 и помеченных объектами, выполняются условия:

а) вершины одинаково определены, т.е. $X_{i4,1} = X_{i4,2}$ или одинаково помечены;

б) если вершины одинаково помечены, то для каждой пары $\langle t_{i5,1}, o_{i5,1} \rangle$ биективно соответствует пара $\langle t_{i5,2}, o_{i5,2} \rangle$, или другими словами выполняется условие

$$(|t_{i5,1} - t_{i5,2}| < t_{\text{зад}}) \& (o_{i5,1} = o_{i5,2})$$

1.5. Биективно соответствующие пары ребер $\langle e_{j,1}, e_{j,2} \rangle$ одинаково помечены, т.е.

$$(|P'_{i7,1} - P'_{i7,2}| < P_{\text{зад}}) \& (P''_{i7,1} = P''_{i7,2})$$

Сравнение декларативных семантических сетей между собой (т.е., когда эталонная НДСС и НДСС, сформированная на основе текущих значений параметров процесса, являются динамическими), характерное для систем

контроля, позволяет выявить параметры, по которым наблюдается недопустимое отклонение от технологических норм, требующее вмешательства оператора.

Сравнение декларативной сети, определяющей протекающий в ПС процесс с эталонной процедурной НДСС позволяет выявить не только недопустимые отклонения параметров от заданных значений, но и автоматически определить характер и величину управления, позволяющего вернуть процесс к необходимому нормальному течению.

2. Две произвольные НДСС G_1 и G_2 нечетко равны, если для них выполняются следующие условия.

2.1. Сети G_1 и G_2 структурно эквивалентны.

2.2. Для каждой пары $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$ биективно соответствующих вершин, помеченных параметрами, выполняются условия:

а) обе вершины имеют одинаковое число фиксаций параметра;

б) при сравнении декларативных сетей $R_{1,f} = R_{2,f}$ для одинаковых по номеру фиксаций;

в) при сравнении процедурных сетей $R_1(t) = R_2(t)$ для одинаковых моментов времени.

2.3. Для каждой пары биективно соответствующих вершин $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$, помеченных явлениями, выполняются условия:

а) вершины одинаково определены, т.е. $X_{i4,1} = X_{i4,2}$;

б) количество зафиксированных на заданном промежутке времени явлений в G_1 и G_2 совпадает.

2.4. Для каждой пары биективно соответствующих вершин $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$, помеченных объектами, выполняются следующие условия:

а) вершины одинаково определены, т.е. $X_{i4,1} = X_{i4,2}$;

б) если вершины одинаково помечены, то для каждой пары $\langle t_{i5,1}, o_{i5,1} \rangle$ сети G_1 и биективно соответствующей ей пары $\langle t_{i5,2}, o_{i5,2} \rangle$ сети G_2 , значения величин $t_{i5,1}$ и $t_{i5,2}$ попадают в один и тот же интервал численных значений $T_{j2}, j_2 = 1, m_2$, качественно характеризующий время изменения состояний объектов.

2.5. Значения биективно соответствующих пар ребер $\langle e_{j1,1}, e_{j1,2} \rangle$ равны качественно, т.е. $P_{i7,1}'' = P_{i7,2}''$.

Качественное (нечеткое) сравнение НДСС применяется в том случае, если для управления процессом не требуется высокой точности, т.е. значения параметров могут лежать в заданных пределах. В этом случае бывает достаточно определить характер требуемого воздействия на процесс и качественное его значение, позволяющее при необходимости выявить более точное количественное воздействие.

3. Две произвольных сети G_1 и G_2 аналогичны друг другу, если для них выполняются следующие условия.

3.1. Сети G_1 и G_2 структурно эквивалентны с точностью до пометки ключевых вершин v_{01} и v_{02} .

Следует отметить, что вершины v_{01} и v_{02} могут выбираться произвольно исходя из условия их пометки аналогичными объектами. Для этого вначале в G_1 фиксируется вершина v_{01} , а в G_2 определяется вершина v_{02} , которая имеет пометку $X_{i4,2}$, обладающую максимальной степенью аналогичности с пометкой $X_{i4,1}$ вершины v_{01} .

Используя вершины v_{01} и v_{02} как ключевые для сравнения исследуемых сетей, устанавливается факт изоморфизма помеченных графов G_1 и G_2 .

При этом степень аналогичности пометок должна удовлетворять следующим основным эвристическим требованиям.

1. Для абсолютно различных пометок степень аналогичности должна равняться нулю.

2. Для одинаковых пометок степень аналогичности должна равняться единице.

3. Для похожих друг на друга пометок степень аналогичности должна быть пропорциональной отношению числа одинаковых для обоих объектов характеристик к общему числу характеристик, описывающих эти объекты.

Утверждение. Перечисленным во всех подпунктах пп. 1-3 требованиям удовлетворяет степень аналогичности $r(v_{01}, v_{02})$ пометок вершин, вычисляемая на основании следующего выражения:

$$r(v_{01}, v_{02}) = \frac{2 | X_{i1,1} \cap X_{i4,2} |}{| X_{i1,1} | + | X_{i4,2} |} \quad (1)$$

где $| X_{i4,1} |$ -мощность множества $X_{i4,1}$.

Доказательство. 1. Для абсолютно различных объектов выполняется условие: $X_{i4,1} \cap X_{i4,2} = \emptyset$, следовательно, $|X_{i4,1} \cap X_{i4,2}| = 0$. Отсюда, для абсолютно различных объектов величина степени аналогичности, вычисляемая по (1), будет равной нулю.

2. Для абсолютно одинаковых объектов $X_{i4,1} \cap X_{i4,2} = X_{i4,1} = X_{i4,2}$, следовательно, $|X_{i4,1} \cup X_{i4,2}| = (|X_{i4,1}| + |X_{i4,2}|)/2$. Отсюда, для абсолютно одинаковых объектов степень аналогичности, вычисляемая по (1) будет равной единице.

3. Для всех промежуточных случаев величина степени аналогичности лежит в пределах $[0, 1]$. При этом она пропорциональна количеству общих для сравниваемых объектов характеристик и обратно пропорциональна числу характеристик, описывающих эти объекты. Следовательно, утверждение доказано.

3.1. При сравнении декларативных сетей: для каждой пары биективно соответствующих вершин $\langle v_{i1,1}, v_{i1,2} \rangle$ помеченных параметрическими событиями, на определенных интервалах времени наблюдается корреляционная зависимость между значениями пометок $a_{1,f}$ и $a_{2,f}$, $f=1, n_3$ с коэффициентом корреляции K_v не меньшим заданного порога H_v .

3.2. При сравнении процедурных НДСС: структурно эквивалентные вершины являются аналогичными, если они попарно помечены одинаковыми функциональными зависимостями $\langle a_1(t) = f_{11}(g_1(t)); a_2(t) = f_{12}(g_2(t)) \rangle$ и $\langle R_1(t) = f_{21}(R_{1g}(t)); R_2(t) = f_{22}(R_{3g}(t)) \rangle$.

3.3. Для каждой пары биективно соответствующих вершин $\langle v_{i1,1}; v_{i1,2} \rangle$, определяемых явлениями, степень аналогичности пометок $\langle v_{i1,1}; v_{i1,2} \rangle$, вычисляемая по формуле (1) больше заданного порогового значения r_0 (обычно $r_0 > 0,5$).

3.4 Для каждой пары биективно соответствующих вершин $\langle v_{i1,1}; v_{i1,2} \rangle$ и определяемых предметами степень аналогичности пометок $r(v_{i1,1}, v_{i1,2})$, вычисляемая по формуле (1) больше заданного порогового значения r_0 .

3.5 Для каждой пары биективно соответствующих ребер $\langle e_{j1,1}, e_{j1,2} \rangle$ степень их аналогичности $r(e_{j1,1}, e_{j1,2})$ больше заданного порогового значения r^*_0 .

Утверждение доказано.

Величина степени аналогичности пометок ребер вычисляется следующим образом:

$$r(e_{j1,1}, e_{j2,2}) = (P_{i7,1}/P^*_{j3} \leftrightarrow P_{i7,2}/P^*_{j3}), \quad (2)$$

где P^*_{j3} - верхняя граница интервала численных значений качественного выражения сравниваемых выражений; $\leftrightarrow$ - операция эквивалентности приведенных значений отношений, которая берется как нечеткая эквивалентность по [3] при следующих значениях параметров: на некотором интервале времени, т.е. определение вложенного равенства; вложенного нечеткого равенства и вложенной аналогичности семантических сетей. Вложенное сравнение сети G_1 с сетью G_2 осуществляется следующим образом.

Вначале в сети G_1 выделяется исходный временной срез $G_{1,1}$, т.е. срез значений пометок вершин и ребер, зафиксированных в начальный момент $f=1$. Затем выбираются базовые вершины $v'_{01} \in G_{1,1}$ и $v'_{02} \in G_{2,i}$ (одинаково помеченные вершины), относительно которых определяется структурная эквивалентность срезов $G_{1,1}$ и $G_{2,k}$, где $G_{2,k}$ - временной срез сети G_2 , у которого имеется вершина v'_{01} , одинаково помеченная с вершиной v'_{01} .

После установки структурной эквивалентности сетей G_1 и G_2 по срезам $G_{1,1}$ и $G_{2,k}$, дальнейшее сравнение сетей осуществляется путем сравнения между собой биективно соответствующих временных срезов $G_{1,j}$ и $G_{2,k}$, $k=1, m$ согласно вышеописанным условиям определения равенства с заданной точностью, нечеткого равенства и аналогичности пометок их вершин и ребер.

Другим практически важным способом идентификации сетей является их сравнение без учета интервалов времени фиксации выполняемых замеров, т.е. сравнение по характеру течения процесса и по содержанию пометок биективно соответствующих временных срезов. В этом случае при идентификации сетей G_1 и G_2 опускаются пункты, связанные с сравнением между собой моментов времени фиксации срезов. В остальном равенство, нечеткое равенство и аналогия сетей устанавливаются вышеописанным способом.

Вывод. Предложенная модель представления знаний позволяет сформировать типовые фрейм микропрограммы поведения интеллектуальных си-

стем, используемые для планирования сложной инструментальной деятельности.

Библиографический список

1. Берштейн Л.С., Мелехин В.Б., Структура процедурного представления знаний интегрального робота. 1. Расплывчатые семантические сети// Изв. АН СССР. Технич. кибернетика. 1988. №6. -С. 119-124.
2. Берштейн Л.С., Мелехин В.Б. Нечеткие динамические семантические сети для представления знаний интеллектуальных систем // Автоматика и телемеханика. 2000. №3. -С.107-110.
3. Мелехин В.Б., Алиев С.Н., Вердиев М.М. Лингвистические функции и особенности их применения в системах управления и принятия решений Научно-технические ведомости СПб ГПУ. Основной выпуск. 2008. №2. -С. 249-254.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 699.841

Абакаров А.Д., Омаров Х.М.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ С РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ КОМБИНИРОВАНИЕМ С ЭЛЕМЕНТАМИ СУХОГО ТРЕНИЯ

Abakarov A.D., Omarov Kh.M.

IMPROVE THE EFFICIENCY OF SEISMIC WITH RUBBER MOUNTS ELEMENTS COMBINED WITH DRY FRICTION

Поставлена задача повышения эффективности систем сейсмоизоляции гибких зданий с резинометаллическими сейсмоизолирующими опорами (РМСО). С целью снижения максимальных перемещений РМСО, установленных в подвальной этаже каркасных зданий, в систему сейсмоизоляции введены элементы сухого трения. Интегрировав исходную систему дифференциальных уравнений движения рассматриваемых систем, определены параметры их сейсмической реакции в виде горизонтальных сдвигающих сейсмических сил, максимальных перемещений масс и максимальных перемещений РМСО в широком диапазоне преобладающего периода сейсмических колебаний грунтов. Путем сравнения графиков и таблиц величин сейсмической реакции показано преимущество комбинирования системы сейсмоизоляции с резинометаллическими опорами с элементами сухого трения.

Ключевые слова: *сейсмические воздействия, каркасные здания, системы сейсмоизоляции, резинометаллические сейсмоизолирующие опоры, элементы сухого трения, горизонтальные сдвигающие сейсмические силы, максимальные перемещения масс, максимальные перемещения резинометаллических сейсмоизолирующих опор.*

The goal is to increase effectiveness of seismic isolation of buildings with flexible rubber-seismic isolation bearings (RSIB). In order to reduce the maximum displacement RSIB installed in the basement of frame buildings in seismic isolation system introduced elements of dry friction. By integrating the original system of differential equations of motion of the systems under consideration, the parameters of the seismic response of horizontal seismic shear forces, the maximum movement of the masses and maximum displacements RMSO in a wide range of seismic predominant period of the ground motion. By comparing the graphs and tables show the values of seismic response of seismic isolation system combining an advantage with rubber mounts with the elements of dry friction.

Key words: *seismic effects, frame buildings, seismic isolation systems, seismic isolation rubber bearings, dry friction elements, horizontal seismic shear force, the maximum movement of the masses, the maximum displacement of rubber seismic isolation bearings.*

Введение. Система сейсмоизоляции с резинометаллическими опорами обладает высокой эффективностью в зданиях жесткой конструктивной схемы при высокочастотных сейсмических воздействиях [1]. В случае малоэтажных рамных и рамно-связевых систем, подвергнутых длиннопериодным сейсмическим воздействиям, их эффективность резко снижается. Прежде всего из-за того, что перемещения верха самих резинометаллических опор превышают предельно допустимое, установленное заводом-изготовителем. Кроме этого, резинометаллические опоры, будучи гибкими и работающими по линейной зависимости «сила-перемещение», обладают низкой энергопоглощаемостью. С целью повышения энергопоглощательных свойств они разработаны со свинцовым сердечником [2], что значительно повышает их стоимость. В настоящей статье предлагается альтернативный вариант увеличения энергопоглощения системы сейсмоизоляции с резинометаллическими опорами с включением в их работу элементов сухого трения.

На рисунке 1 показана схема комбинированной системы сейсмоизоляции, установленной в уровне верха фундаментных опор в подвале здания.

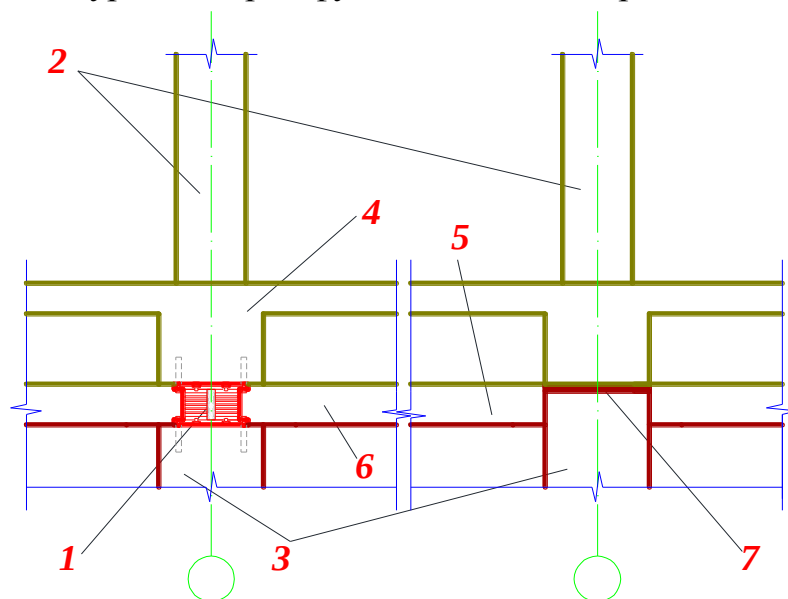


Рисунок 1 - Схема комбинированной системы сейсмоизоляции:

1 – сейсмоизолирующая резинометаллическая опора; 2 – колонны надфундаментной части здания; 3 – фундаментные опоры здания; 4 – надфундаментный ж/б пояс; 5 – диафрагма жесткости между опорами; 6 – зазор между фундаментной и надфундаментной частями зданий; 7 – элементы сухого трения

Расчетная динамическая модель комбинированной системы сейсмоизоляции показана на рисунке 2.

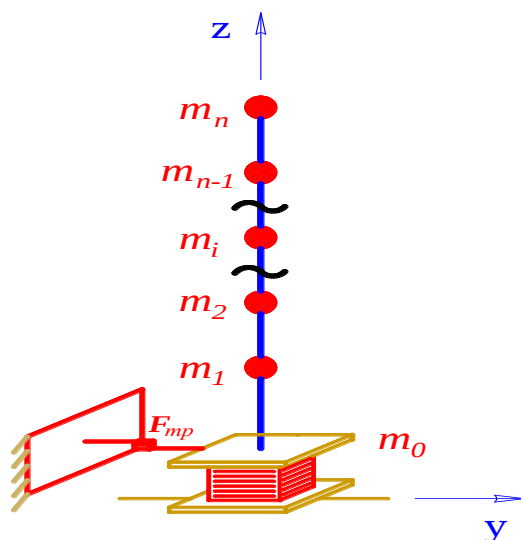


Рисунок 2 - Расчетная динамическая модель здания с комбинированной системой сейсмоизоляции

Система дифференциальных уравнений движения указанной динамической модели подвергнутой сейсмическому воздействию записывается в виде

$$\begin{aligned} m_0 \ddot{y}_0 + c_0 \dot{y}_0 + c_1 (\dot{y}_0 - \dot{y}_1) + k_0 y_0 + F_{\text{тр}} \text{sign} \dot{y}_0 + k_1 (y_0 - y_1) &= -m_0 \ddot{y}_{\text{гр}} \\ m_1 \ddot{y}_1 + c_1 (\dot{y}_1 - \dot{y}_0) + c_2 (\dot{y}_1 - \dot{y}_2) + k_1 (y_1 - y_0) + k_2 (y_1 - y_2) &= \\ -m_1 (\ddot{y}_{\text{гр}} + \ddot{y}_0) & \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_i \ddot{y}_i + c_i (\dot{y}_i - \dot{y}_{i-1}) + c_{i+1} (\dot{y}_i - \dot{y}_{i+1}) + k_i (y_i - y_{i-1}) + k_{i+1} (y_i - y_{i+1}) \\ = -m_i (\ddot{y}_{\text{гр}} + \ddot{y}_0) \end{aligned}$$

$$m_n \ddot{y}_n + c_n (\dot{y}_n - \dot{y}_{n-1}) + k_n (y_n - y_{n-1}) = -m_n (\ddot{y}_{\text{гр}} + \ddot{y}_0)$$

Здесь: m_0 – масса сосредоточенная в уровне верха резинометаллических опор; k_0 – жесткость резинометаллических опор на сдвиг; y_0 – перемещение верха резинометаллических опор; m_i c_i k_i y_i ($i = 1, 2, \dots, n$) – масса, коэффициент затухания, жесткость и перемещение i -го этажа здания; $\ddot{y}_{\text{гр}}$ – входное воздействие.

Сила трения:

$$F_{\text{тр}} = f_{\text{тр}} \nu \sum_{i=1}^n m_i g, \quad (2)$$

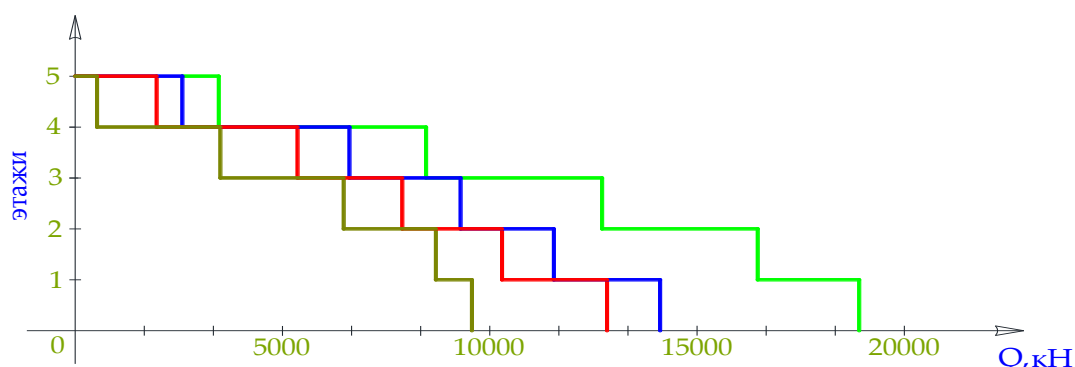
где $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения, ν – коэффициент выражающий часть веса здания, передаваемой на опоры с сухим трением.

Единичная функция:

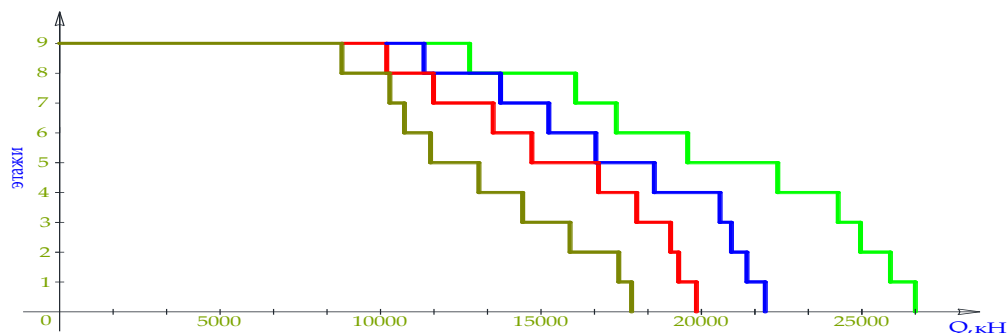
$$\text{sign} \dot{y}_0 = \begin{cases} -1, & \text{когда } \dot{y} > 0 \\ 1, & \text{когда } \dot{y} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

В качестве элементов сухого трения были выбраны следующие комбинации стали и бетона: сталь по смазанной стали - ($f_{тр} = 0,2$), сталь по стали насухо ($f_{тр} = 0,25$), сталь по неопалубленной поверхности бетона ($f_{тр} = 0,4$). Система (1) интегрирована на ЭВМ методом Рунге-Кутты IV порядка, представив сейсмическое воздействие в виде нестационарного случайного процесса, моделирующего землетрясение. На рисунке 3 показаны эпюры горизонтальных сейсмических сдвигающих сил $Q_i = \sum_{i=1}^n |m_i \ddot{y}_i|_{max}$ в 5-ти, 9-ти и 12-этажных каркасных зданиях в момент времени, соответствующем максимуму сдвигающих сил в уровне нижнего этажа Q_0 .

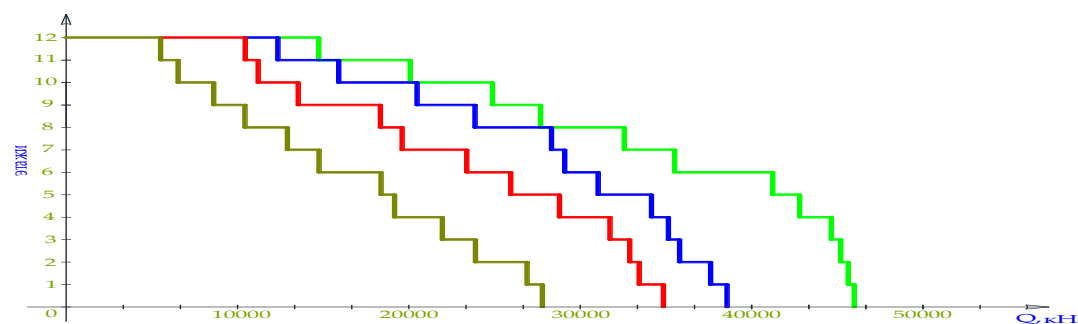
а)



б)



в)



- Здание без сейсмоизоляции
- Здание с комбинированной сейсмоизоляцией ($F_{тр}=0,2$)
- Здание с комбинированной сейсмоизоляцией ($F_{тр}=0,25$)
- Здание с комбинированной сейсмоизоляцией ($F_{тр}=0,4$)

Рисунок 3 - Графики распределения по этажам каркасных зданий горизонтальных сдвигающих сил в момент времени, соответствующему максимуму Q_0 : а – для 5-этажного здания; б – для 9-этажного здания; в – для 12-этажного здания

Графики построены как для зданий с комбинированной системой сейсмоизоляции, так и для зданий без систем сейсмоизоляции при сейсмическом воздействии, соответствующему девятибалльному землетрясению.

Из рисунка 3 следует, что увеличение коэффициента трения между скользящими поверхностями от 0,2 до 0,4 в каркасных зданиях приводит к увеличению сейсмических сил в 1,46 раз. А при сравнении со зданием без сейсмоизоляции снижение сейсмических сил наблюдается в пределах от 1,37 до 1,96 раз.

В таблице 1 приведены максимальные значения перемещений масс рассматриваемых зданий в диапазоне изменения преобладающего периода сейсмического воздействия T_0 от 0,1 с до 1,0 с.

Таблица 1 - Значения максимальных перемещений масс в диапазоне изменения преобладающего периода сейсмического воздействия T_0 от 0,1 с до 1,0 с в см.

Этажность здания	Конструктивная схема здания	Элементы сухого трения с коэффициентом трения	Сейсмоизоляция в виде резинометаллических опор и элементов сухого трения			Без сейсмоизоляции
			Типы опор			
			гибкие	полужесткие	жесткие	
			Максимальные перемещения			
5	каркасная	0,2	2,3	2,2	1,9	38
		0,25	1,8	1,6	1,6	
		0,4	1,75	1,56	1,53	
9	каркасная	0,2	4,1	5,6	5,9	45
		0,25	6	6,3	6,4	
		0,4	8	6	5	
	каркасная с ядрами жесткости	0,2	0,4	0,34	0,32	4
		0,25	1,1	0,9	0,92	
		0,4	0,95	0,9	0,85	
12	каркасная	0,2	8,7	9,3	9,1	73
		0,25	10,3	10,8	10,3	
		0,4	11,6	11,3	10,9	
	каркасная с ядрами жесткости	0,2	0,5	0,47	0,4	5,5
		0,25	1,1	1,2	1,1	
		0,4	1,5	1,56	1,61	

При этом рассмотрены гибкие, полужесткие и жесткие РМСО.

К гибким относятся опоры, эффективная жесткость которых находится в пределах от 0,54 до 7,61 кН/мм.

К полужестким - от 8,48 до 14,4 кН/мм.

К жестким - от 15,71 до 19,79 кН/мм.

Из таблицы 1 следует, что максимальные перемещения масс в зданиях с комбинированной системой сейсмоизоляции на порядок меньше, чем в этих же зданиях без сейсмоизоляции.

Резинометаллические опоры, выпускаемые промышленным способом, имеют разные габаритные размеры, например, с длиной сторон в плане от

0,35 м до 1,25 м и высотой от 0,158 м до 0,376 м. При этом ограничивается предельно допустимое горизонтальное перемещение верха опор.

Например, максимально допустимое перемещение резинометаллической опоры **SI-H 300/100** составляет 40 см.

Габариты этих опор выбираются в зависимости от величины вертикальной нагрузки, передаваемой на одну опору. При этом максимальное перемещение верха опоры при сейсмическом воздействии не должно быть больше предельно допустимого.

В таблице 2 приведены максимальные значения перемещений верха РМСО при комбинированной системе сейсмоизоляции.

Таблица 2 - Значения максимальных перемещений РМСО в диапазоне изменения преобладающего периода сейсмического воздействия T_0 от 0,1 с до 1,0 с в см.

Этажность здания	Конструктивная схема здания	Элементы сухого трения с коэффициентом трения	Сейсмоизоляция в виде резинометаллических опор и элементов сухого трения		
			Типы опор		
			гибкие	полужесткие	жесткие
			Максимальные перемещения		
5	каркасная	0,2	31,8	30,2	28,3
		0,25	30,3	29,7	29,3
		0,4	34,3	32,3	31,3
9	каркасная	0,2	38,4	30,1	26,5
		0,25	32,2	27,3	24,4
		0,4	22,3	20,4	18,3
	каркасная с ядрами жесткости	0,2	18,2	17,3	17,2
		0,25	16,3	16,1	16,1
		0,4	12,1	12,2	12
12	каркасная	0,2	28,1	27,3	26,5
		0,25	26,4	25,3	25,1
		0,4	22,3	22,6	22,8
	каркасная с ядрами жесткости	0,2	18,1	17,5	17,2
		0,25	16,3	16,1	15,7
		0,4	12,2	12,3	12

Данные перемещения меньше предельно допустимого для РМСО таких зданий (40 см). Наибольшее влияние на снижение максимальных перемещений РМСО оказывают элементы сухого трения с коэффициентом трения 0,4.

Для сравнения в таблице 3 приведены значения максимальных перемещений РМСО зданий без элементов сухого трения.

Из таблицы 3 следует, что резинометаллические сейсмоизолирующие опоры в каркасных зданиях получают недопустимо большие перемещения,

которые достигают таких больших значений, что использование опор в зданиях становится невозможным.

Таблица 3 - Значения максимальных перемещений РМСО в диапазоне преобладающих периодов сейсмических воздействий T_0 от 0,1 с до 1,0 с, в см.

Этаж- ность здания	Конструктивная схема здания	Сейсмоизоляция в виде резинометаллических опор		
		Типы опор		
		гибкие	полужесткие	жесткие
		Максимальные перемещения		
5	каркасная	188,6	239,2	263,37
	стенная	23,3	11,07	18,8
9	каркасная	190,4	329,18	361,27
	стенная	9,6	17,7	9,8
12	каркасная	229	299,3	284
	стенная	17,8	9,1	11,04

Сравнение таблиц 2 и 3 показывает, что включение в систему с РМСО элементов сухого трения позволяет снизить максимальные перемещения РМСО в каркасных зданиях в среднем 10 раз. При этом более эффективно введение элементов сухого трения в РМСО жесткого типа.

Вывод. Анализ влияния коэффициента трения на горизонтальные сейсмические сдвигающие силы и перемещения масс показал, что наиболее рациональным для элементов сухого трения является коэффициент трения 0,2.

Библиографический список:

1. Поляков В.С., Килимник Л.Ш., Черкашин А.В. Современные методы сейсмозащиты зданий. - М.: Стройиздат, 1989. - 320 с.
2. Catalogue on lead rubber bearings series LRB. «FIP Industriale S.P.A».

УДК 691.328.35

Батаев Д.К.-С., Газиев М.А., Мажиев Х.Н.

ВЫБОР ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА С УЧЕТОМ ФАКТОРА КАРБОНИЗАЦИИ

Bataev D.K-S., Gaziev M.A., Majiev H.N.

CHOICE THEORY OF CREEP DEFORMATION FOR EVALUATION OF LONG FINE-GRAINED AUTOCLAVED AERATED CONCRETE IN VIEW OF FACTORS CARBONIZATION

Приведены экспериментальные данные о влиянии возраста автоклавного ячеистого бетона с учетом и без учета фактора его карбонизации на изменение физико-механических характеристик, а также на величину деформации ползучести и степени ее обратимости. Выявлено, что при решении прикладных задач теории ползучести для конструкций из автоклавных ячеистых бетонов с учетом их карбонизации от воздействия атмосферного углекислого газа, необходимо пользоваться теорией упруго-ползучего тела на основе функции меры ползучести в форме, предложенной профессором С.В. Александровским.

Ключевые слова: теория ползучести, ячеистый бетон, деформирование, автоклавный бетон, карбонизация.

Experimental data on the effect of the age of autoclaved aerated concrete with and without carbonation factor to change its physical and mechanical characteristics, as well as by the amount of creep deformation and degree of reversibility. It was found that the solution of applied problems creep theory for structures of autoclaved aerated concrete, in accordance with their carbonation from the effects of atmospheric carbon dioxide, it is necessary to use the theory of elastic-creeping body on the basis of function creep measures in the form proposed by prof. S.V. Alexandrovsky.

Key words: creep theory, cellular concrete, deformation, autoclave concrete, carbonation.

Введение. В условиях эксплуатации ячеистобетонные ограждающие конструкции испытывают воздействие углекислоты воздуха, концентрация которой в обычной атмосфере составляет около 0,03 - 0,05% .

По данным Е.С. Силаенкова, в результате воздействия атмосферного углекислого газа в автоклавном ячеистом бетоне протекает реакция карбонизации, которая, со временем распространяясь по всей толщине изделия, изменяет химический и минералогический состав цементирующего камня, объем

кристаллической части твердой фазы и приводит к возникновению микродефектов при химическом разложении гидросиликатов цементного камня на карбонаты кальция и гель кремнекислоты; развивается карбонизационная усадка, снижаются прочность и модуль упругости бетона [8].

Проведенные ранее в Уральском Промстрой НИИпроекте исследования доказали о существенном влиянии степени карбонизации на величину и характер развития деформации ползучести автоклавного ячеистого бетона [5].

Расчет бетонных и железобетонных конструкций с учетом длительных процессов осуществляется на основе одной из трех теорий ползучести бетона: упругой наследственности, теории старения и теории упруго-ползучего тела (наследственной теории старения). Эти теории исходят из одних и тех же предпосылок, но по-разному оценивают процесс старения бетона обычного твердения, который выражается в росте его прочности и модуля упругости во времени и в уменьшении деформации ползучести с увеличением возраста бетона к моменту загрузки. Существующие теории ползучести бетона отличаются также и различным подходом к вопросу обратимости деформаций ползучести при частичной или полной разгрузке, что находит свое выражение в различной физической и математической интерпретации этого вопроса [1, 3, 10].

Постановка задачи. В настоящей статье приводятся экспериментальные данные о влиянии возраста карбонизированного и некарбонизированного мелкозернистого автоклавного ячеистого бетона на изменение его физико-механических характеристик и величину деформаций ползучести, а также степени обратимости деформаций ползучести при различных сроках воздействия длительной нагрузки, с целью выяснения, какая из существующих теорий ползучести наиболее правильно оценивает характер длительного деформирования мелкозернистого автоклавного ячеистого бетона с учетом фактора его полной карбонизации.

Методы испытаний. С.В. Александровский и В.И. Скатынский для расчета ячеистобетонных конструкций при действии длительной нагрузки рекомендуют использовать как теорию упруго-ползучего тела, так и теорию упругой наследственности, исходя из особенностей решаемых задач [2,9].

Так, учитывая довольно большую степень обратимости деформаций ползучести автоклавных ячеистых бетонов при сравнительно небольших сроках загрузки (при $(t - \tau) = 100$ суток, степень обратимости составляет 80-90%) теория упругой наследственности дает лучшие результаты при решении задач с напряжениями, возрастающими во времени, а также при расчете напряженного состояния, вызываемого напряжениями, сравнительно быстро изменяющимися во времени по произвольному закону.

Однако, при решении релаксационных задач с большой продолжительностью, теория упругой наследственности будет давать значительные погрешности в связи с тем, что она переоценивает обратимость деформаций ползучести ячеистых бетонов. Для решения таких задач, по мнению авторов [2,9], необходимо пользоваться теорией упруго-ползучего тела.

Изменение с течением времени прочности и модуля упругости автоклавных ячеистых бетонов без учета фактора карбонизации изучалось С.В. Александровским [2], И.Я. Кривицким, Н.И. Левиным и А.Н. Счастливым [6], В.И. Скатынским [9].

С.В. Александровским для оценки изменения физико-механических свойств ячеистых бетонов с течением времени испытывались изолированные образцы из газо- и газозолобетонов плотностью соответственно 956 и 872 кг/м³. Прочность и модуль упругости бетонных образцов определялись через 4, 7, 14, 28 и 74 суток. На протяжении опытов прочностные характеристики и модуль упругости исследованных бетонов оставались практически постоянными [2].

По данным [6], кубиковая прочность образцов из ячеистого бетона плотностью 1000-1100 кг/м³, хранившихся без изоляции в лабораторных условиях, увеличилась примерно на 25% в течение первых трех месяцев. Эти изменения связаны, в основном, с высыханием ячеистых бетонов и фактически прекращаются, когда бетон достигает равновесной влажности.

В дальнейшем образцы хранились в течение 15 лет при температуре 18-22°C и относительной влажности воздуха 40-60%. Однако, в этих условиях процесс карбонизации в автоклавном ячеистом бетоне почти не происходит. Поэтому результаты опытов оказались идентичными с опытами на изолированных образцах, а именно, прочность и модуль упругости автоклавных ячеистых бетонов оставались неизменными.

К аналогичному выводу о постоянстве призмной прочности и модуля упругости образцов-призм из автоклавного газосиликата плотностью 950 кг/м³ при сходной методике испытаний пришел В.И. Скатынский [9].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Нами испытывались образцы размером 10х10х40 см из мелкозернистого газозолобетона автоклавного твердения плотностью 600 кг/м³, изолированные от высыхания при 10%-ной влажности до и после карбонизации в возрасте 1, 30, 60, 90, 180 и 360 суток с момента окончания их полной карбонизации. В табл. 1 приведены данные об изменении физико-механических свойств газозолобетона с течением времени. Они показывают, что прочностные и деформативные свойства некарбонизированного бетона в течение 360 суток практически оставались постоянными. В карбонизированном бетоне в течение первых 3 месяцев произошло увеличение его кубиковой и призмной прочности соответственно на 19,6 и 22,3%, а модуль упругости увеличился примерно на 18%.

Качественно подобный характер изменения прочности и модуля упругости карбонизированных мелкозернистых ячеистых бетонов наблюдался и в исследованиях Е.С. Силаенкова [8], В. Лаха [7].

Согласно этим исследованиям можно предположить, что полученные нами данные об увеличении со временем прочности и модуля упругости изолированных после полной карбонизации образцов связаны с конструктивными процессами, происходящими в структуре бетона за счет перекристаллизации и стабилизации продуктов карбонизации.

Таблица 1 - Изменение физико-механических характеристик мелкозернистого ячеистого бетона во времени

Вид бетона	Физико-механические характеристики	Размеры опытных образцов, см	Возраст бетона, сутки					
			1	30	60	90	180	360
1	Кубиковая прочность, МПа	10x10x10	3,63	3,66	3,65	3,68	3,66	3,64
	Призменная прочность, МПа	10x10x40	3,47	3,52	3,50	3,56	3,55	3,53
	Модуль упругости, $E_b \times 10^{-3}$, МПа	10x10x40	2,21	2,24	2,22	2,23	2,23	2,24
2	Кубиковая прочность, МПа	10x10x10	2,43	2,50	2,85	3,02	3,04	3,00
	Призменная прочность, МПа	10x10x40	2,06	2,30	2,57	2,65	2,66	2,65
	Модуль упругости, $E_b \times 10^{-3}$, МПа	10x10x40	0,940	0,992	1,054	1,108	1,110	1,110

Примечание: 1 – некарбонизированный газозолобетон; 2 – то же, карбонизированный (возраст бетона отсчитывается с момента окончания процесса карбонизации)

Влияние возраста бетона в момент его загрузки на развитие деформаций ползучести автоклавных ячеистых бетонов исследовалось в работах [2,9].

С.В. Александровский изучал ползучесть изолированных газо- и газозолобетонных образцов, загруженных в возрасте от 4 до 74 суток. Согласно его данным, начиная с возраста бетона, равного 14 суткам, деформация ползучести ячеистых бетонов оказалась независимо от возраста загрузки практически одинаковой [2].

В.И. Скатынским [9], Л.М. Красновым и Н.И. Левиным изучалось влияние возраста бетона на ползучесть пено- и газосиликатных неизолированных образцов после достижения бетоном влажности, равной 2-3% по массе.

При такой влажности бетона углекислый газ воздуха практически не взаимодействует с ним. Поэтому в этих работах деформация ползучести ячеистого бетона оказалась независимой от его возраста в момент загрузки, как и для изолированных образцов.

Полученные Л. Раннамяги опытные данные свидетельствуют о том, что возраст силикатного ячеистого бетона мало сказывается на развитии его деформаций ползучести.

Таким образом, по опубликованным экспериментальным данным, ползучесть образцов из мелкозернистых автоклавных ячеистых бетонов, изолированных от высыхания, а также образцов, хранящихся в условиях отсутствия влияния углекислого газа воздуха на бетон, не зависит от возраста бетона в момент его загрузки.

Проведенные нами исследования деформаций ползучести некарбонизированных и изолированных при 10%-ой влажности образцов из мелкозернистого газозолобетона плотностью 600 кг/м³, загруженных в возрасте 1, 30, 60 и 90 суток, как видно из рис. 1.б, также указывают на независимость величины ползучести от возраста мелкозернистого ячеистого бетона.

В то же время, кривые деформаций ползучести полностью карбонизированного бетона (рис. 1.а) при идентичных условиях испытания, показывают качественную и количественную разницу в процессах ее развития при загрузке образцов в разные сроки после карбонизации, по сравнению с некарбонизированным бетоном.

Исследование влияния фактора карбонизации на ползучесть автоклавного мелкозернистого ячеистого бетона проводилось на основе специальной методики, разработанной одним из авторов данной статьи [4].

В карбонизированном газозолобетоне, как следует из рис. 1.а, с повышением возраста к моменту нагружения значительно уменьшается явление ползучести, что свойственно, как известно, «молодому» бетону обычного твердения.

Аналогия между карбонизированным автоклавным мелкозернистым ячеистым бетоном и бетоном обычного твердения в раннем возрасте объясняется тем, что как у того, так и у другого бетона в твердой фазе велико содержание гелевидной части. Преобразование этой гелевидной части, уменьшение ее объема, огрубление геля вызывают при нагружении сходные явления у этих бетонов.

Значительное изменение геля происходит в короткие сроки. Этим и объясняется большое влияние возраста бетона в момент его загрузки на ползучесть автоклавного карбонизированного газозолобетона и бетона обычного твердения в раннем возрасте.

У автоклавного некарбонизированного мелкозернистого газозолобетона так же, как у «старого» бетона обычного твердения, гелевидная часть твердой фазы мала и поэтому возраст бетона не оказывает существенного влияния на величину деформаций ползучести этих бетонов.

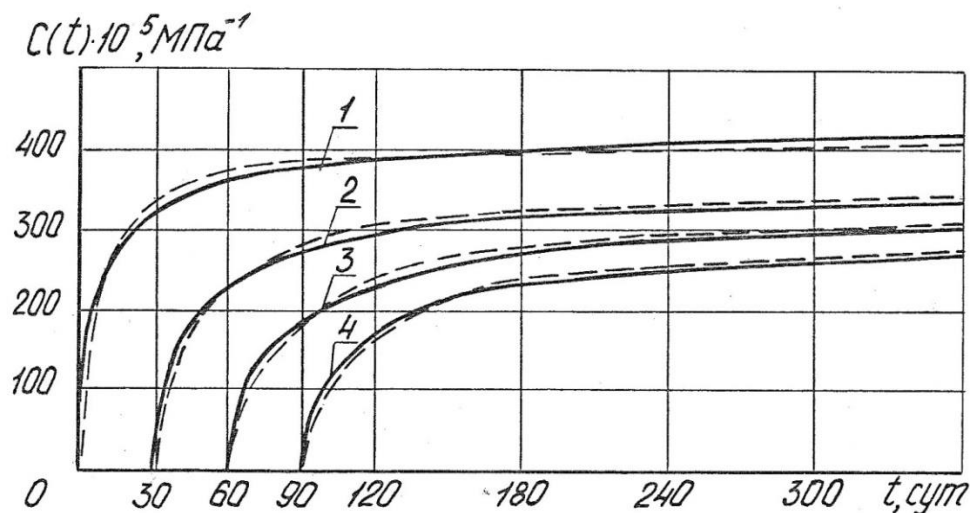
Данные о влиянии возраста мелкозернистого газозолобетона на изменение его физико-механических характеристик (табл. 1) и деформаций ползучести (рис. 1) с учетом и без учета фактора карбонизации говорят о том, что для карбонизированного автоклавного мелкозернистого ячеистого бетона окажутся подходящими представления о процессе ползучести, принятые в теории упруго-ползучего тела, а для некарбонизированного – представления о процессе ползучести, принятые в теории упругой наследственности.

На рис. 1.а показано сравнение экспериментальных кривых удельных относительных деформаций ползучести для карбонизированного мелкозернистого газозолобетона $C(t, \tau)$, полученных в опыте, с соответствующими теоретическими кривыми, рассчитанными на основе теории упруго-ползучего тела:

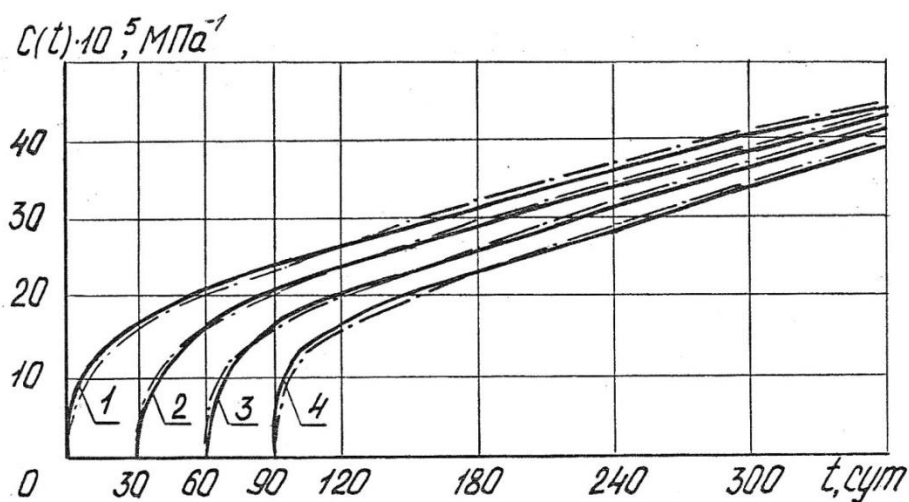
$$C(t, \tau) = \varphi(t) - \psi(t) \frac{e^{\gamma_1 \tau} - A_1}{e^{\gamma_1 t} - A_1} - \Delta(\tau) e^{-\alpha(t-\tau)}, \quad (1)$$

со значениями параметров: $\psi(t) = \varphi(t) - \Delta(t)$; $A_1 = 0,8$; $\gamma_1 = 0,023$ (сут.)⁻¹; $\alpha = 5$ (сут.)⁻¹;
 $(t - \tau)$ – длительность наблюдений, сут.

а)



б)



Возраст бетона: 1 – 1 сут.; 2 – 30 сут.; 3 – 60 сут.; 4 – 90 сут.

— — — — — экспериментальные кривые;
 — — — — — по теории упруго-ползучего тела на основе выражения (1)
 — · — — — — по теории упругой наследственности на основе выражения (2)

Рисунок 1 - Ползучесть карбонизированного (а) и некарбонизированного (б) мелкозернистого газозолотбетона, загруженного в разных возрастах

Функции $\varphi(\tau)$ и $\Delta(\tau)$, т.е. функция изменения предельных мер ползучести и соответственно функция изменения во времени быстро натекающих деформаций ползучести после загрузки, аппроксимировались суммами простых экспоненциальных функций и равны:

$$\begin{aligned}\varphi(\tau) &= (280 + 222,2 \cdot e^{-0,040\tau} - 99,2 \cdot e^{-0,059\tau}) \times 10^{-5} (\text{МПа})^{-1}; \\ \Delta(\tau) &= (20 + 58,5 \cdot e^{-0,043\tau}) \times 10^{-5} (\text{МПа})^{-1};\end{aligned}$$

где τ – возраст бетона, сут.

На рис.1.б приведено сравнение экспериментальных кривых мер ползучести для некарбонизированного мелкозернистого газозолобетона с соответствующими теоретическими кривыми, рассчитанными на основе теории упругой наследственности:

$$C(t - \tau) = A_2 [1 - e^{-\gamma_2(t-\tau)}] + A_3 [1 - e^{-\gamma_3(t-\tau)}], \quad (2)$$

где $A_2 = 48,5 \cdot 10^{-5} (\text{МПа})^{-1}$; $A_3 = 11,5 \cdot 10^{-5} (\text{МПа})^{-1}$;

$\gamma_2 = 0.0031 (\text{сут.})^{-1}$; $\gamma_3 = 0.09 (\text{сут.})^{-1}$

$(t - \tau)$ – длительность наблюдений, сут.

Параметры α , γ_1 , A_1 и функции $\varphi(t)$ и $\Delta(\tau)$ в формуле (1), а также параметры γ_2 , γ_3 и A_2 , A_3 в формуле (2) подбирались из условия наилучшего соответствия экспериментальным данным по методу наименьших квадратов.

Из сопоставления экспериментальных и теоретических кривых мер ползучести, приведенных на рис. 1 (а и б), видно, что подобранные аналитические зависимости достаточно точно описывают экспериментальные данные. Максимальное расхождение экспериментальных данных и значений мер ползучести, рассчитанных по формулам (1) и (2) составляло 10-15%.

Полученные нами экспериментальные кривые о влиянии возраста карбонизированного и некарбонизированного мелкозернистого газозолобетона на их ползучесть (рис.1) были аппроксимированы аналитическими выражениями для меры ползучести «стареющего» и «нестареющего» бетонов в форме, предложенной профессором С.В. Александровским [3].

Исследования обратимости деформации ползучести проводились на полностью карбонизированных и некарбонизированных образцах-призмах размерами 10х10х40 см из мелкозернистого газобетона плотностью 600 и 700 кг/м³. Для исключения погрешностей, связанных с неаддитивностью усадки и ползучести, образцы испытывали в изолированном виде при влажности бетона равной 10%.

Напряжение загрузки в призмах составляло 0,3 от призмной прочности некарбонизированного и карбонизированного мелкозернистого бетона. Всего было загружено 48 образцов-близнецов (по 24 шт. для каждого вида бетона). После 30, 90 и 180 сут. воздействия нагрузки по шесть образцов разгружались для определения обратимости деформаций ползучести. При этом по шесть образцов оставляли под нагрузкой для определения ползучести.

Об этом свидетельствуют также опытные данные о степени обратимости деформаций ползучести мелкозернистых ячеистых бетонов, полученных нами с учетом и без учета их карбонизации (рис.2).

Как показывают опытные кривые (рис.2), для полностью карбонизированных мелкозернистых ячеистых бетонов характерна меньшая степень обра-

тимости деформаций ползучести. Обратные деформации ползучести карбонизированных образцов из газобетона плотностью 700 кг/м^3 , разгруженных через 30, 90 и 180 суток, составили соответственно 43, 35 и 22% при длительности наблюдения, равной 540 суткам после разгрузки.

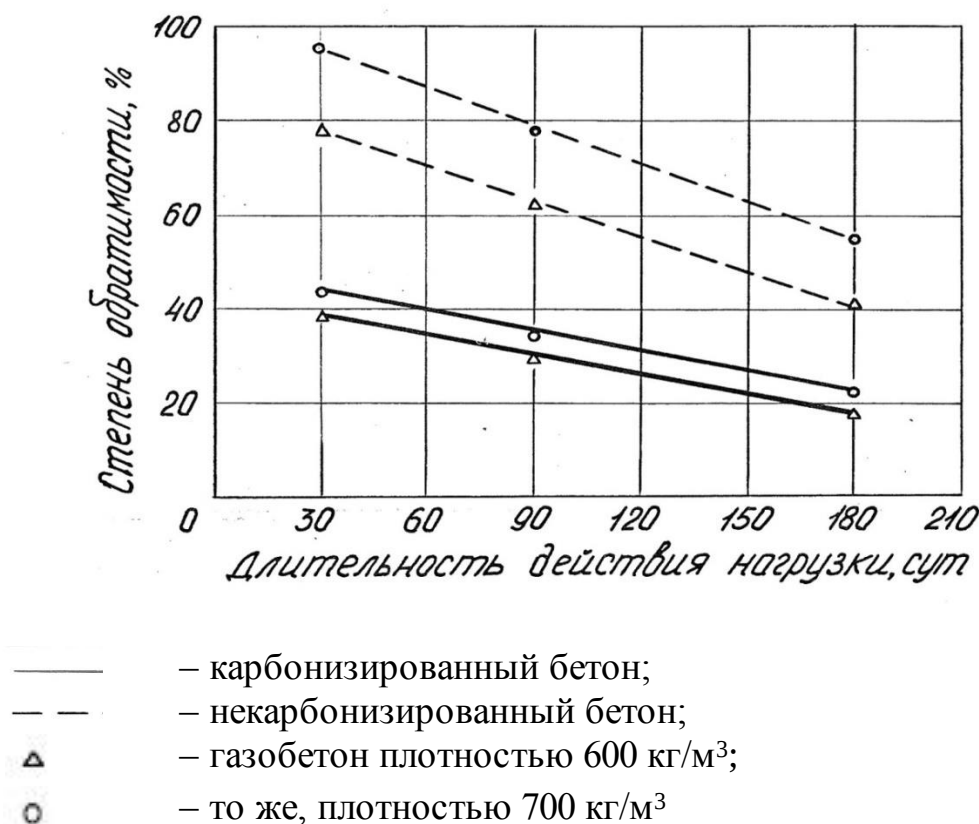


Рисунок 2 - Влияние длительности действия нагрузки на обратимость деформаций ползучести мелкозернистого ячеистого бетона с различной плотностью

Для этих же сроков степень обратимости деформаций ползучести серии образцов из некарбонизированного бетона составила 93, 78 и 56%. Меньшая степень обратимости деформаций ползучести карбонизированного бетона по сравнению с некарбонизированным объясняется тем, что твердая фаза карбонизированного бетона состоит из геля кремнекислоты и кристаллической части, а твердая фаза некарбонизированного бетона является полностью кристаллической с той или иной степенью закристаллизованности.

Таким образом, для расчета длительных деформаций конструкций из автоклавного мелкозернистого ячеистого бетона с учетом его полной карбонизации при воздействии атмосферного углекислого газа следует пользоваться функцией меры ползучести $C(t, \tau)$ на основе теории упруго-ползучего тела в форме (1), предложенной профессором С.В. Александровским.

Вывод.

1. Физико-механические свойства, а также деформация ползучести изолированного от высыхания некарбонизированного мелкозернистого ячеисто-

го бетона не зависят от его возраста. Для полностью карбонизированного и изолированного от высыхания мелкозернистого ячеистого бетона с ростом его возраста (возраст отсчитывается с момента окончания процесса карбонизации) наблюдается некоторое увеличение прочности, модуля упругости и уменьшение деформаций ползучести бетона.

2. Карбонизация мелкозернистого автоклавного ячеистого бетона снижает степень обратимости его деформаций ползучести. При этом величина обратимости деформаций ползучести мелкозернистого ячеистого бетона с учетом и без учета его карбонизации уменьшается с увеличением длительности действия нагрузки, а также с понижением плотности бетона.

3. Экспериментальные кривые мер ползучести при различном возрасте карбонизированного мелкозернистого ячеистого бетона хорошо согласуются с соответствующими теоретическими кривыми, вычисленными по теории упруго-ползучего тела на основе функции меры ползучести в форме, предложенной профессором С.В. Александровским. Это позволяет нам рекомендовать при решении прикладных задач теории ползучести для конструкций из мелкозернистых ячеистых бетонов, с учетом фактора карбонизации, пользоваться теорией упруго-ползучего тела.

Библиографический список:

1. Александровский С.В., Бондаренко В.М., Прокопович И.Е. Приложение теории ползучести к практическим расчетам железобетонных конструкций // Ползучесть и усадка бетона и железобетонных конструкций. - М. - 1976. - С.256-301.
2. Александровский С.В., Данилов Б.П., Багрий Э.Я. Исследование ползучести ячеистого бетона//Ползучесть и усадка бетона: тезисы докладов / НТО стройиндустрии УССР и НИИСК Госстроя СССР. - Киев.- 1969. - С.5-12.
3. Арутюнян Н.Х., Александровский С.В. Современное состояние развития теории ползучести бетона//Ползучесть и усадка бетона и железобетонных конструкций. - М. - 1976. - С.5-96.
4. Газиев М.А. Методика определения деформаций ползучести автоклавных ячеистых бетонов с учетом их старения от действия углекислого газа // Долговечность конструкций из автоклавных бетонов. - Таллин. - 1984. - Ч I. - С.167-169.
5. Газиев М.А. Деформативность ячеистого бетона при длительном сжатии с учетом степени его карбонизации // Ячеистый бетон и ограждающие конструкции из него. - М. - 1985. - С.65-68.
6. Кривицкий М.Я., Левин Н.И., Счастный А.Н. Ползучесть автоклавных ячеистых бетонов с учетом некоторых технологических факторов // Производство и применение изделий из ячеистых бетонов. - М., 1968. - С.105-120.
7. Lach V. Problemy karbonatuce lehkych beton. - Stavebui vyzkum, 1971, 15, № 4, p.1-7.
8. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. - М.: Стройиздат, 1986. - 176 с.

9. Скатынский В.И., Крумелис Ю.В. К выбору теории ползучести для описания длительного деформирования ячеистых силикатных бетонов // Ползучесть и усадка бетона: Тезисы докладов, подготовленные Украинским республиканским правлением НТО стройиндустрии и НИИСК Госстроя СССР. - Киев. - 1969. - С.155-164.
10. Тамразян А.Г., Есаян С.Г. Механика ползучести бетона. – М.: МГСУ, 2012. – 524 с.

УДК 699 841

Зайнулабидова Х.Р., Курбанов И.Б.

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ И АНТИСЕЙСМИЧЕСКОГО УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Zajnulabidova H.R., Kurbanov I.B.

CALCULATING THE OPTIMUM LEVEL OF RELIABILITY AND ANTI-SEISMIC REINFORCEMENT OF STRUCTURES OF BUILDINGS

Дана постановка задачи оптимизационного расчёта конструкций с учётом сейсмической опасности. Представлены условия оптимизации, основанные на вероятностно-экономическом критерии. Для зданий с возможными неэкономическими последствиями введено ограничение на вероятность отказа, величина которой определяется исходя из ограничения нематериальных потерь. Сейсмическую опасность территории предлагается оценить в виде прогнозируемых за срок службы здания воздействий с соответствующими вероятностями повторяемости и спектральными параметрами или в виде расчётной акселерограммы. Реализуемость методики показана на примере большепролётного здания со стальными колоннами составного двутаврового сечения.

Ключевые слова: *сейсмическое воздействие, здания и сооружения, условия оптимизации, вероятностно-экономический критерий, вероятность отказа, оптимальный коэффициент усиления, оптимальная надёжность.*

Given problem optimization calculation of structures considering seismic hazard. Optimization conditions are presented based on probabilistic and economic criteria. For buildings with possible non-economic effects of a restriction on probability of failure, the amount of which is determined on the basis of the limitations of intangible losses. Seismic risk territories to evaluate as projected over the life-

time of a building influences with the relevant probabilities of occurrence and spectral parameters or in the form of calculation akselerogrammy. The feasibility of the methodology is shown in example Building with large bays with steel columns of the composite section dvutavrogo.

Key words: seismic impact, buildings and structures, optimizing conditions of probabilistic-economic criterion, probability of failure, optimum gain optimal reliability.

Введение. Отказ зданий или сооружений при сейсмическом воздействии может привести к разным последствиям экономического и социального характера. Значит, они имеют разные уровни ответственности, а показатели их безотказности должны быть соответствующими этим уровням. В нормах проектирования в сейсмических районах эту проблему решают введением в формулу расчёта сейсмических нагрузок коэффициента K_0 , который, в зависимости от назначения здания и единовременного количества людей, которые там могут находиться, принимает значения от 1 до 2. Но как при этом изменяется показатель безотказности здания остаётся неясным?

Для этого необходимо, чтобы методы расчёта строительных конструкций были вероятностными, основанными на теории надёжности и риска.

На это обстоятельство ещё во 2-й половине 20-го века было обращено внимание и выполнены основополагающие расчёты такими учёными как С.В. Медведев, В.И. Кейлис-Борок, Л.В. Канторович, Г.М. Молчан, А.Р. Ржаницын, В.В. Болотин, В.И. Снаркис, Я.М. Айзенберг, В.Д. Райзер, Н.Н. Складнев. Из зарубежных исследователей следует отметить А. Фрейдентала, Дж. Бенджамина, Б. Бенедетти, Г. Грандори, Э. Розенблюта, Д. Хаузнера, А. Корнелла, Р. Уитмена, Г. Аугусти.

Постановка задачи. Одной из задач оптимального проектирования зданий и сооружений является оптимизационный расчёт строительных конструкций, формулируемый в следующем виде: при заданном векторе параметров x , заданном виде области допустимых решений D и заданной целевой функции Φ , найти такой вид вектора $x_{\text{опт}}$, который находился бы в пределах области D и обеспечивал бы минимальное (в ряде случаев максимальное) значение Φ . Самое важное в данной задаче – это целевая функция оптимизированного расчёта.

Большинством из вышеперечисленных исследователей [1-6] наиболее подходящей для данной задачи была названа вероятностно-экономическая целевая функция, где условие оптимизационного расчёта записывается в виде:

- для зданий и сооружений с чисто экономической ответственностью

$$C_0(x) + Q(x)C^* \rightarrow \min; \quad (1)$$
- для зданий и сооружений как с экономической, так и с социальной ответственностью

$$\left. \begin{aligned} C_0(\mathbf{x}) + Q(\mathbf{x})C^* &\rightarrow \min \\ Q(\mathbf{x}_{\text{опт}}) &\leq [Q] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Здесь:

C_0 – начальные затраты на возведение сооружения;

C^* – приведённая к единому времени суммарная стоимость прямых и косвенных потерь и убытков, связанных с отказом сооружения;

$Q(\mathbf{x})$ – вероятность отказа сооружения;

$Q(\mathbf{x}_{\text{опт}})$ – вероятность отказа при оптимальных параметрах конструкций, определённых по (1);

$[Q]$ – допустимый уровень вероятности отказа сооружения; $\mathbf{x}$ – вектор оптимизируемых параметров строительных конструкций.

Значение $[Q]$ может быть определено, например, по выражению [7]

$$[Q] = \frac{10^{-5} \xi_s T}{L}, \quad (3)$$

где ξ_s – коэффициент социальной значимости, принимаемый равным 0,05 для гражданских и промышленных зданий;

T – расчётный срок службы здания; L – среднее число людей, находящихся внутри здания.

Минимуму функции (1) будут соответствовать вектор оптимальных параметров конструкций $\mathbf{x}_{\text{опт}}$, вероятность отказа $Q(\mathbf{x}_{\text{опт}})$ и начальные затраты $C(\mathbf{x}_{\text{опт}})$.

В условии (2) если $Q(\mathbf{x}_{\text{опт}})$ получается больше $[Q]$, то значения $\mathbf{x}$ принимают обеспечивающими условие $Q(\mathbf{x}) = [Q]$. Тогда они будут не оптимальными, а соответствующими приемлемому риску.

Важное значение в расчётах имеет C^* , который, как правило, оценивается в денежном выражении. При представлении социальных потерь в денежном выражении, по предлагаемой в работе [6] методике, задачу оптимизации конструкций зданий и сооружений с неэкономической ответственностью можно решить по условию (1).

Здания и сооружения, проектируемые для строительства в сейсмических районах, рассчитываются на основное и особое сочетания нагрузок.

При оптимизационных расчётах оптимальные параметры конструкций так же надо будет определить отдельно на основное сочетание, и отдельно на особое сочетание. Большие из них по значению – будут проектными.

По опыту проектирования зданий и сооружений в сейсмических районах проектировщики знают, что в подавляющем большинстве случаев особое сочетание нагрузок преобладает над основным.

С учётом этого, условие оптимизационного расчёта зданий и сооружений в сейсмических районах можно упростить, обозначив через C_0 начальные затраты на антисейсмическое усиление конструкций, с параметрами, определёнными расчётом на основное сочетание нагрузок, а через Q – вероятность отказа здания при сейсмических воздействиях.

Начальные затраты на антисейсмическое усиление C_0 будут функцией дополнительных изменений в сторону увеличения параметров конструкций, например площади сечения конструкции или арматуры в конструкции.

Эти изменения можно выразить через коэффициент усиления K , равный отношению площади сечения после усиления к площади сечения до усиления.

Тогда вероятностно - экономический критерий оптимизационного расчёта на сейсмическое воздействие можно записать в виде:

$$C = C_0(K) + Q(K)C^* \rightarrow \min, \quad (4)$$

где C – средневероятные полные затраты, связанные с сейсмической опасностью;

$C_0(K)$ – начальные затраты на антисейсмическое усиление;

$Q(K)$ – вероятность отказа здания;

C^* – средняя стоимость ущерба и потерь, вызванная отказом здания;

K – вектор коэффициентов усиления конструкций.

В конечном итоге, минимизируя функцию (4) по коэффициентам усиления, мы получим вектор $K_{\text{опт}}$, начальные затраты $C_0(K_{\text{опт}})$ и вероятность отказа $Q(K_{\text{опт}})$.

Оптимальный уровень надёжности здания, достигнутый при этом

$$P(K_{\text{опт}}) = 1 - Q(K_{\text{опт}}). \quad (5)$$

Ущерб C^* представим в виде:

$$C^* = (\gamma C_{\Pi}(K) + u^*)\mu. \quad (6)$$

Здесь: $C_{\Pi}(K)$ – стоимость конструкций после усиления;

u^* - стоимость косвенных потерь;

γ – коэффициент, показывающий какую часть от C_{Π} составляет стоимость восстановления конструкций после отказа;

μ – коэффициент, учитывающий отдалённость затрат на восстановление конструкций и представляемый в виде $\mu=1/E \cdot T$,

где E – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Реализуемость данной методики покажем на примере оптимизационного расчёта одноэтажной большепролетной рамной системы со стальными колоннами составного двутаврового сечения.

Будем считать, что отказ системы происходит, когда перемещения верха колонн, жёстко связанных с диском покрытия, превышают предельно допустимый уровень перемещения, и последствия отказа - чисто экономические или приведённые к экономическим.

Предельный уровень упругого перемещения верха стальной колонны определяется по формуле:

$$y = \frac{\sigma_T l_p^2 W_x}{3EJ_x}, \quad (7)$$

где l_p – расчётная высота колонны, σ_T – предел текучести, W_x – момент сопротивления сечения; J_x – момент инерции сечения.

Рассмотрим вариант, когда антисейсмическое усиление колонны производится увеличением высоты сечения стенки двутавра h . Обозначим через y_3 и h_3 предельный уровень перемещения и высоту сечения колонны до усиления, а через y_{Π} и h_{Π} – соответственно после усиления.

Если взять отношение перемещений y_3/y_{Π} , выразив каждое из них через (7), получим:

$$\frac{y_3}{y_{\Pi}} = \frac{h_{\Pi}}{h_3}. \quad (8)$$

Здесь в целях не осложнения расчёта принято, что увеличение высоты сечения стенки не оказывает существенного влияния на момент инерции и момент сопротивления полки двутавра.

Обозначим
$$\frac{h_{\Pi}}{h_3} = K, \quad (9)$$

где K – коэффициент усиления колонны ($K \geq 1$).

Из (8) и (9) следует:

$$\frac{y_3}{y_{\Pi}} = K. \quad (10)$$

Учитывая, что площадь сечения стенки до усиления $A_3 = \delta h_3$, а после усиления $A_{\Pi} = \delta h_{\Pi}$, где δ – толщина стенки, получим:

$$\frac{h_3}{h_{\Pi}} = \frac{\delta h_{\Pi}}{\delta h_3} = \frac{A_{\Pi}}{A_3} = K. \quad (11)$$

Стоимость колонны до усиления представим в виде:

$C_{\Pi} = C_1 A_{\Pi} l$, а до усиления $C_3 = C_1 A_3 l$, где l – геометрическая длина колонны, а C_1 – стоимость единицы объёма конструкции.

Исходя из (11) будем иметь:

$$\frac{C_{\Pi}}{C_3} = \frac{A_{\Pi}}{A_3} = K; \quad C_{\Pi} = K C_3. \quad (12)$$

Начальные затраты на антисейсмическое усиление колонн:

$$C_0 = \bar{C}_n - \bar{C}_3 = \bar{C}_3(K - 1). \quad (13)$$

Здесь $\bar{C}_n$ и $\bar{C}_3$ - суммарные стоимости всех колонн после усиления и до усиления соответственно.

Условие оптимизационного расчёта (4) с учётом (6) и (13) будет иметь вид:

$$C = \bar{C}_3(K - 1) + \mu(\gamma\bar{C}_3K + u^*)Q(K) \rightarrow \min. \quad (14)$$

Разделив (14) на $\bar{C}_3$ получим условие оптимизации без прямого денежного выражения:

$$\frac{C}{\bar{C}_3} = K - 1 + \mu(\gamma K + \zeta)Q(K) \rightarrow \min. \quad (15)$$

Здесь $\zeta = u^*/\bar{C}_3$ - коэффициент экономической ответственности здания.

Аналогично можно получить условие оптимизационного расчёта конструкций при изменении высоты и ширины сечения.

На рис. 1 показаны зависимости $K_{\text{опт}}$ от коэффициента экономической ответственности ζ при разных отношениях предельного уровня перемещения до усиления y_3 к среднеквадратической величине перемещения системы σ_y до усиления.

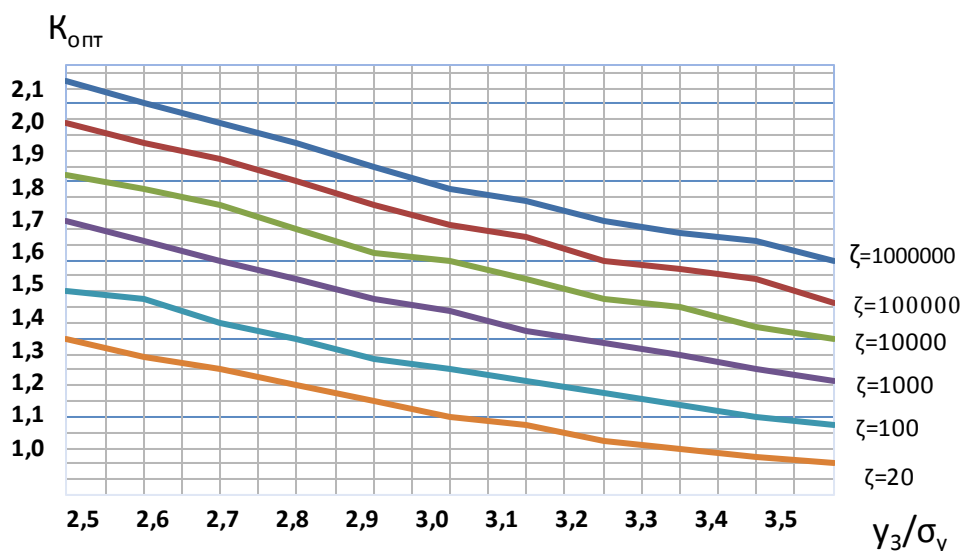


Рисунок 1 - Зависимость оптимального коэффициента усиления $K_{\text{опт}}$ от значений y_3/σ_y и ζ

Здесь можно заметить, что существенное увеличение экономической ответственности здания не приводит к большому увеличению коэффициента $K_{\text{опт}}$. Например, когда ζ увеличивается от 20 до 1000000 (50000 раз), то $K_{\text{опт}}$ увеличивается всего 1,5 раз.

Это говорит о том, что оценка неэкономических потерь в больших денежных выражениях не приводит к существенному увеличению параметров конструкций.

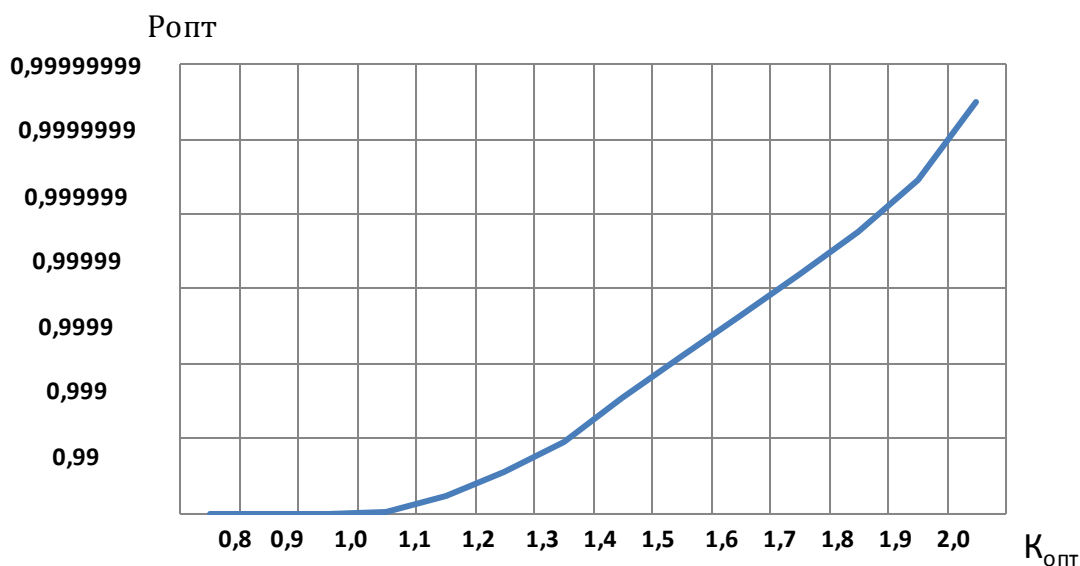


Рисунок 2 - Оптимальные уровни надёжности, соответствующие $K_{\text{опт}}$ при $u_3/\sigma_y=2,5$

На рис. 2 показаны оптимальные уровни надёжности рассматриваемого здания, получаемые при разных значениях $K_{\text{опт}}$.

Сравнение рис. 1 и 2 показывает, что с увеличением коэффициента экономической ответственности ζ существенно увеличивается и уровень оптимальной надёжности здания.

Вывод. Следует отметить, что данные расчёты проведены представив расчётную модель здания в виде одномассового консольного стержня с периодом собственных колебаний до усиления $T=0,6$ с. Продолжительность сейсмического воздействия, представленного в виде стационарного случайного процесса, принята равной 10 сек. Коэффициенты γ и μ приняты равными 1, а вероятность безотказности системы оценена по теории выбросов.

Библиографический список:

1. Свод правил СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». Актуализированная редакция СНиП II -7-81* «Строительство в сейсмических районах». – М.: Минрегион России, 2010. -83 с.
2. Ржаницын А.Р., Снарксис Б.Н., Сухов Ю.Д. Основные положения вероятностной экономической методики расчёта строительных конструкций//Строительная механика и расчёты сооружений, 1979. -№3. – с. 67-71
3. Айзенберг Я.М., Нейман А.Н. Экономические оценки оптимальности сейсмостойких конструкций и принципы сбалансированного риска // Строительная механика и расчёты сооружений, 1973. -№4. – с. 6-10.

4. Складнев Н.Н. Научные основы оптимального проектирования строительных конструкций//Численные методы расчёта и оптимизации строительных конструкций: Сб. научн. тр. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М., 1989. – 195 с.
5. Сейсмический риск и инженерные решения. Пер. с англ./Под ред. Ц. Ломнитца, Э. Розенблюта. – М.: Наука, 1981. – 375 с.
6. Райзер В.Д. Оптимизация надёжности конструкций и безопасность человека // Строительная механика и расчёты сооружений, 2009. – №6. – с. 54-58
7. Аугусти Г., Баратта А., Кашиати Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании/Пер. с англ. Ю.Д. Сухова. – М.: Стройиздат, 1988. – 584 с.

УДК 624.011.1

Керимов Р.М., Муселемов Х.М., Устарханов О.М.

РАСЧЕТ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

Kerimov R.M., Muselemov Kh.M., Ustarkhanov O.M.

CALCULATION OF SANDWICH STRUCTURES UNDER DYNAMIC LOAD CONCENTRATED LOAD

Работа посвящена теоретическим исследованиям расчета трехслойных конструкций (ТК) при динамическом нагружении сосредоточенной нагрузкой. По данным теоретическим исследованиям приведены графические и аналитические зависимости относительной толщины пробивания свободноармированного заполнителя (САЗ) от ее плотности и высоты дискретного пирамидального заполнителя, по которому в случае необходимости можно определить необходимую плотность САЗ для данной скорости попадания ударника.

Ключевые слова: *свободноармированный заполнитель, трехслойный, несущий слой, пробивание, пирамидальный заполнитель.*

Work is devoted to theoretical researches of calculation of the three-layer designs (TLD) at dynamic loading by the concentrated loading. On these theoretical researches graphic and analytical dependences of relative thickness of punching of freely reinforced filler (SAZ) on its density and height of discrete pyramidal filler

by which in case of need it is possible to determine the necessary density of SAZ for this speed of hit of the drummer are given.

Key words: freely reinforced filler, the three-layer, bearing layer, punching, pyramidal filler.

Введение. В статье рассматривается задача по определению напряженно-деформированного состояния трехслойной конструкции при динамическом нагружении сосредоточенной нагрузкой.

Рассматриваемая трехслойная конструкция состоит из тонких несущих слоев и заполнителя. Заполнитель представляет собой пирамиду, наполненную волокнистым материалом, которую назовем свободноармированным заполнителем (САЗ)

Для расчета деформаций ТК при ударе (без учета пробивания) можно использовать теорию удара по однослойной пластине (например, теорию Герца), которая эквивалентна по массово жесткостным характеристикам исследуемой трехслойной конструкции.

Можно использовать уравнения движения многослойной оболочки в операторной форме, которые приведены в [4], считая, что радиус многослойной оболочки $R \rightarrow \infty$:

$$\Delta j(u_{o,K}) + \Delta j(\varphi_K) + \Delta j(v_{o,K}) + \Delta j(\psi_K) + \Delta j(\omega_{o,K}) = Q_{j,K}, \quad (1)$$

где: $K=3$ – число слоев в пакете;

$u_{o,K}, v_{o,K}, \omega_{o,K}$ – составляющие вектора перемещений точек срединной поверхности k -го несущего слоя;

$Q_{j,K}$ – вектор внешней нагрузки, приложенный к k -му несущему слою.

Номера индекса j у дифференциальных операторов соответствуют степеням свободы $u_{o,K}, \varphi_K, v_{o,K}, \psi_K, \omega_{o,K}$ – введенным для описания k -го несущего слоя.

Постановка задачи. Действия динамической сосредоточенной нагрузки трехслойной конструкции с пирамидальным сотовым заполнителем вследствие существенно различных характеристик элементов конструкций при скоростях нагружения более сотен м/с и кратковременности процесса можно разделить на несколько независимых этапов:

- при касании тела верхнего несущего слоя, во-первых, начинается процесс удара по трехслойной пластинке как единому целому. В ходе расчета этого процесса следует определить напряженно-деформированное состояние элементов пластинки при динамическом нагружении, при этом считается, что тело не изменяет своей формы;
- происходит процесс пробивания телом верхнего несущего слоя.

Пробиванию пластин конечной толщины уделяется большое внимание. В работах [1, 3] дан обстоятельный обзор теоретических аспектов проникно-

вления и пробивания и особенно применения линейной теории упругости к задачам пробивания тонких пластинок.

Для расчета пробоя тонкой пластины можно использовать зависимость полных механических энергий пробоя от формы головки тела, изложенную в работе [2]:

для конической формы:

$$W = \pi t_0 R^2 \left[\rho \left(\frac{v_0 R}{L} \right)^2 + \frac{1}{2} \sigma_T \right]; \quad (2)$$

для стрелчатой формы:

$$W = \pi t_0 R^2 \left[1,86 \rho \left(\frac{v_0 R}{L} \right)^2 + \frac{1}{2} \sigma_T \right]. \quad (3)$$

Здесь t_0 - толщина несущего слоя;

R - радиус ударника;

v_0 - начальная скорость удара;

ρ - плотность материала несущего слоя;

L - длина головки ударника;

σ_T - предел текучести материала несущего слоя.

Параметры несущего слоя в ТК рассматриваемого типа, как правило, таковы, что сосредоточенная динамическая нагрузка в виде твердого тела легко проходит через несущий слой и не деформируется. При этом определяется только потеря скорости ударяющего тела при пробивании.

После пробивания верхнего несущего слоя происходит внедрение летящего тела в САЗ.

Эксперименты показали, что при малых плотностях заполнитель очень слабо сопротивляется движению несущего слоя по нормали к срединной поверхности и активно начинает сопротивляться лишь после внедрения всего летящего тела в свободноармированный заполнитель, поэтому, если пробивание несущего слоя происходит при малых прогибах, увеличение плотности при этом очень незначительное, и внедряется в свободноармированный заполнитель лишь очень малая часть тела (до конуса пробивания).

Исходя из вышесказанного, можно рассматривать процесс внедрения летящего тела в свободноармированный заполнитель отдельно от пробоя несущих слоев. При этом в заполнителе возникают волновые процессы, причем динамическая система состоит из существенно деформированной среды (САЗ) и движущегося тела.

Начальная скорость ударяющего тела в данном процессе равна скорости в момент окончания пробивания верхнего несущего слоя. При движении летящего тела в заполнителе возможно исчерпание его кинетической энергии на некотором расстоянии от верхнего несущего слоя. Однако возможно и пробивание всего слоя заполнителя.

В ходе расчета при этом следует определить: напряженно-деформированное состояние САЗ; величину потери скорости тела в ходе его движения; временные характеристики процесса.

При расчете принимается, что летящее тело не деформируется, что вполне допустимо в случае использования летящего тела, изготовленных из тугоплавких материалов и движущихся со скоростью 100-500 м/сек. В случае использования ударников из пластических материалов (например, свинец, медь, олово) не учет деформирования приведет к снижению расчетных характеристик динамической прочности конструкций.

В случае, если ударник не потеряет полностью кинетическую энергию, то при достижении им нижнего несущего слоя начинается процесс пробивания этого слоя. Этот процесс аналогичен рассмотренному в начале касания ударником верхнего несущего слоя трехслойной конструкции.

Как отмечалось выше, при взаимодействии ударяющего тела и некоторого объема САЗ, заключенного между несущими слоями и стенками дискретного заполнителя, в момент касания ударника ($t=0$) в САЗ возникает ударная волна, определяющая напряженно-деформированное состояние объема САЗ. Если бы физико-механические характеристики САЗ были таковы, что внедрение ударяющего тела было значительно, а вызываемые в процессе ударной волны напряжения не превосходили предел упругости, решение задачи прочности САЗ при известных физико-механических характеристиках могло бы быть сведено к задаче Лемба [7], в которой исследуются волновые процессы в упругом пространстве, возникающие на границе среды при действии некоторого нестационарного потенциала, сосредоточенного в пространстве источника. Однако, вследствие того, что САЗ обладает весьма малыми значениями приведенных модулей упругости, при взаимодействии с ударником в САЗ возникают очень большие нелинейные деформации. А возникновение больших деформаций вызывает и нелинейное изменение плотности САЗ в соответствии с полученными выше зависимостями.

Авторам неизвестны методики расчета процесса динамического деформирования среды при таких условиях. Поэтому предлагается модель деформирования такой среды, которая позволяет получить приближенные зависимости расчета [8].

Непрерывная среда по аналогии с работами [4] заменяется некоторой дискретной структурой, образуемой объемной решеткой, грани которой проведены параллельно осям координат X , Y , Z . Число элементов решетки определяется из условий получения достаточного для практики точного расчета.

В центрах элементов решетки помещаются сосредоточенные в точке массы, равные массе САЗ в объеме элемента решетки. Массы соединены между собой невесомыми квазиупругими элементами, передающими нормальные N_i и касательные N_{ij} усилия со стороны соседних масс.

Предполагается, что ударник массой M взаимодействует с центральной массой, находящейся в первом слое элементов решетки. В момент $t=0$ все массы находятся в покое, импульс ударника равен MV_0 .

Весь процесс деформирования разбивается на равные дискретные промежутки времени. Число промежутков определяется физическими константами САЗ и геометрическими размерами объема деформирования. После взаимодействия с ударником масса взаимодействующего элемента становится равна суммарной массе этого элемента и ударяющего тела, а скорость элемента в конце первого промежутка времени определяется из условия закона сохранения импульса.

Зная приращения координат и скорости элемента, определяются его ускорение и силы, действующие со стороны всех соседних элементов. Граничные условия на границе объема принимают нулевыми в любой момент времени.

Значение величин взаимодействующих сил и жесткостей упругих элементов позволяет определить перемещение всех элементов решетки.

По величине перемещения определяются уплотнение всех элементов среды, новое значение плотности ρ в каждой точке и новые значения всех жесткостей, используя зависимости между плотностью и модулями САЗ.

Зная величину вектора суммарной силы, действующей на нулевой элемент, определяем ускорение этого элемента в момент $t = t_1$. Далее, процесс расчета повторяется. Величины усилий, возникающих между элементами, позволяют определить напряжения σ в каждом элементе.

Следует ожидать, что максимальные напряжения при условии прекращения процесса деформирования до взаимодействия прямой и отраженной волн деформации будут возникать на границах между нулевыми и соседними элементами, поэтому на каждом шаге расчета проверяется прочность САЗ в нулевой ячейке решетки.

В случае, если напряжение в нулевой ячейке достигнет предельного, то нулевой элемент исключается из счета, ударник со скоростью, равной скорости в момент разрушения, начинает взаимодействовать с первым элементом, находящимся на оси симметрии решетки. Процесс счета начинается сначала, но при этом жесткости связей между массами равны жесткостям, достигнутому к моменту разрушения нулевого элемента. При этом осуществляется контроль прочности уже первого элемента. Счет продолжается до момента остановки ударника, либо до разрушения всех элементов на оси, что означает пробивание объема САЗ. Скорость летящего тела в момент пробивания является исходной скоростью для определения взаимодействия с нижним несущим слоем.

Предлагаемая схема описывает процесс деформирования поверхности САЗ, локальное уплотнение, распространение ударной волны деформации по объему САЗ и разрушение САЗ. В схеме не учтены процессы трения между САЗ и ударяющим телом, термодинамические процессы разрушения САЗ, деформирование стенок ячейки, в которой помещено волокно.

На рис. 1 показан вид расчетной схемы для пирамидального заполнителя и вид основания пирамиды.

Ввиду симметрии формы пирамидального заполнителя в расчетные параметры модели вводилась ее четвертая часть (на рис. 1 она заштрихована).

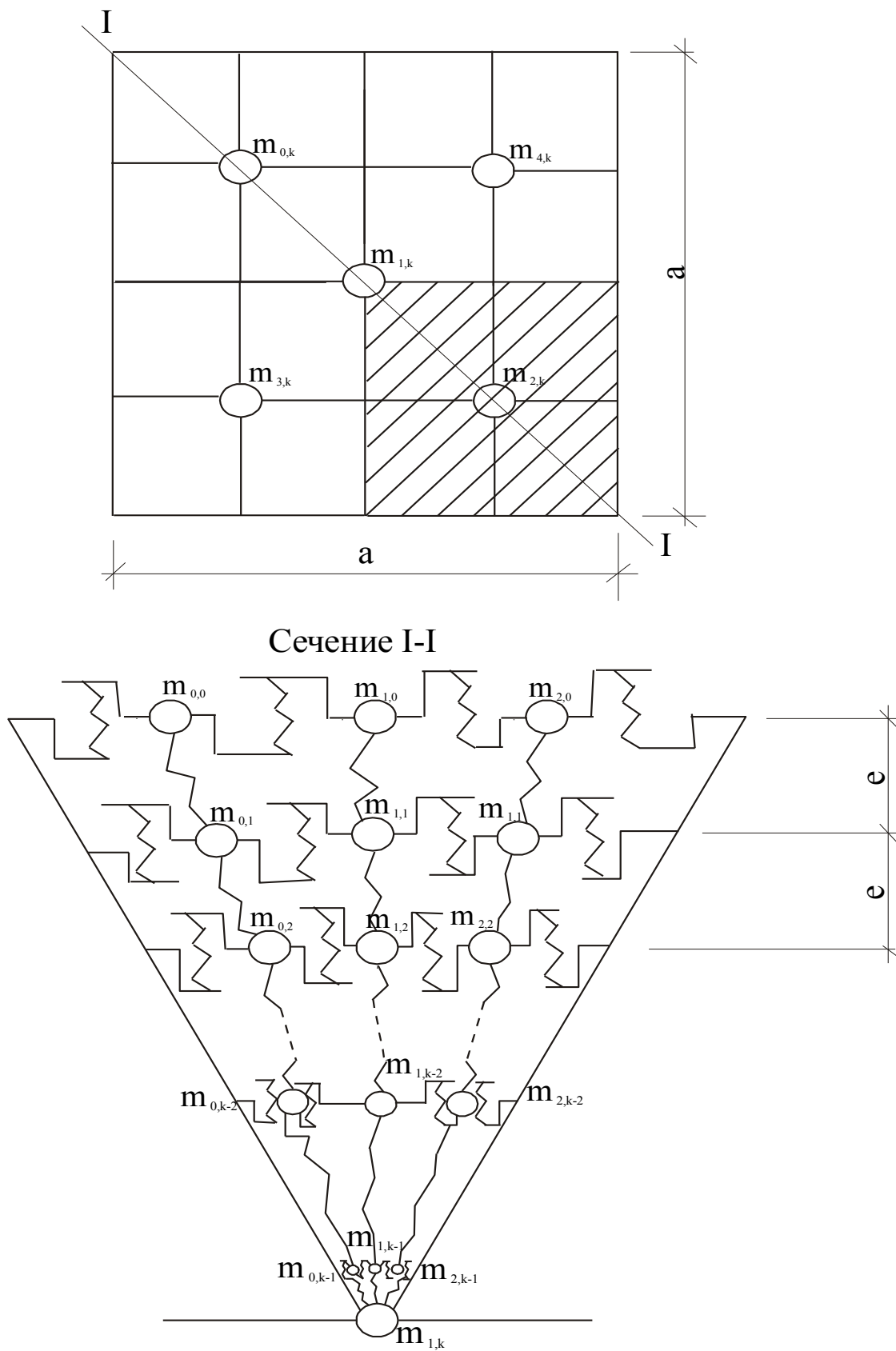
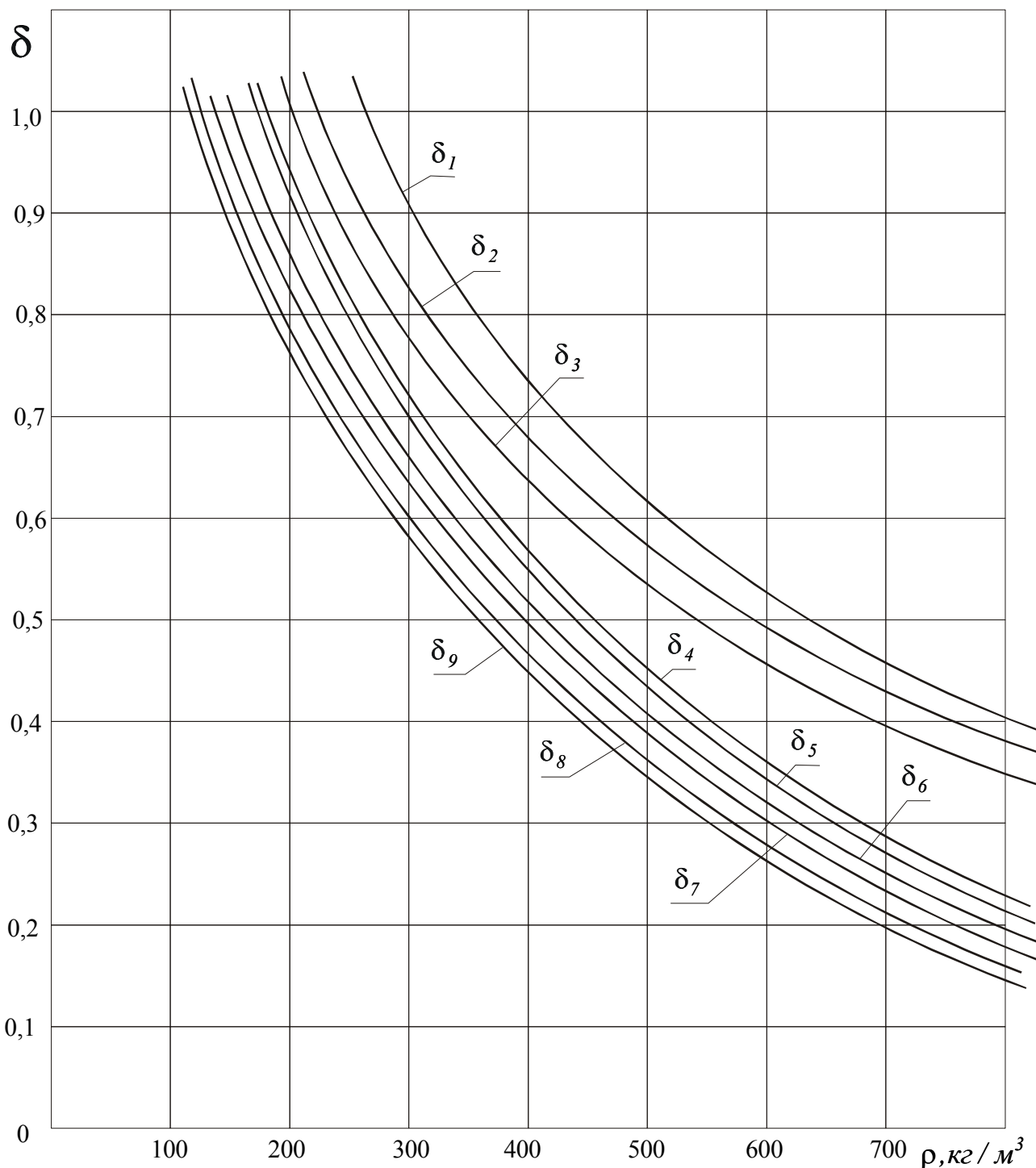


Рисунок 1 - Расчетная схема пирамидального заполнителя



$$\begin{aligned} \delta_1 &= \frac{407,4}{x^{1,07}} \quad (c=5\text{см}; \quad v=340\text{м/с}); \delta_2 = \frac{426,6}{x^{1,07}} \quad (c=5\text{см}; \quad v=370\text{м/с}); \delta_3 = \frac{533}{x^{1,1}} \quad (c=5\text{см}; \quad v=400\text{м/с}); \\ \delta_4 &= \frac{217}{x^{1,05}} \quad (c=7\text{см}; \quad v=340\text{м/с}); \delta_5 = \frac{407,4}{x^{1,13}} \quad (c=7\text{см}; \quad v=370\text{м/с}); \delta_6 = \frac{257}{x^{1,055}} \quad (c=7\text{см}; \quad v=400\text{м/с}); \\ \delta_7 &= \frac{150,3}{x^{1,01}} \quad (c=8\text{см}; \quad v=340\text{м/с}); \delta_8 = \frac{263}{x^{1,09}} \quad (c=8\text{см}; \quad v=370\text{м/с}); \delta_9 = \frac{229}{x^{1,07}} \quad (c=8\text{см}; \quad v=400\text{м/с}). \end{aligned}$$

Рисунок 2 - Звисимость относительной толщины ($\bar{\delta} = h_{\text{пред}} / h_{\text{проб}}$) пробивания САЗ от его плотности и скорости ударяющегося тела

Уравнения движения элемента САЗ при принятых допущениях имеют известный вид:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} &= \rho \frac{\partial^2 W}{\partial t^2}.\end{aligned}\quad (4)$$

Считая, что плоская волна распространяется в направлении оси Z, движение элемента САЗ можно описать уравнением:

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = \rho \frac{\partial^2 W}{\partial t^2}.\quad (5)$$

Перейдем к конечным приращениям:

$$\frac{\Delta \tau_{xz}}{\Delta x} + \frac{\Delta \tau_{yz}}{\Delta y} + \frac{\Delta \sigma_z}{\Delta z} = \rho \frac{\Delta^2 W}{\Delta t^2}.\quad (6)$$

Запишем уравнение в усилиях:

$$\frac{s \Delta \tau_{xz}}{\Delta x} + \frac{s \Delta \tau_{yz}}{\Delta y} + \frac{s \Delta \sigma_z}{\Delta z} = \rho \cdot s \cdot \frac{\Delta^2 W}{\Delta t^2},\quad (7)$$

где s – площадь сечения элемента САЗ, или

$$\frac{\Delta N_{xz}}{\Delta x} + \frac{\Delta N_{yz}}{\Delta y} + \frac{\Delta N_z}{\Delta z} = \rho \cdot s \cdot \frac{\Delta^2 W}{\Delta t^2}.\quad (8)$$

Так как рассматривается система, симметричная относительно оси нагружения, уравнение может быть преобразовано к виду:

$$\frac{\Delta N_{xz}}{\Delta x} + \frac{\Delta N_z}{\Delta y} = \rho \cdot s \cdot \frac{\Delta^2 W}{\Delta t^2}.\quad (9)$$

Если $\Delta x = \Delta z = \Delta l$, то

$$\Delta N_{xz} + \Delta N_z = \Delta l \cdot \rho \cdot s \cdot \frac{\Delta^2 W}{\Delta t^2}.\quad (10)$$

Здесь $\Delta l \cdot s \cdot \rho = m$ – масса элемента.

Результаты эксперимента и их обсуждение. После постановки характеристик волокнистого заполнителя таких, как модуль упругости, модуль сдвига [5,6] и др. САЗ, а также характеристик ударяющего тела, в полученные уравнения, описывающие движение элементарной массы при попадании в ее летящего тела, получим дифференциальные уравнения второго порядка с

$$\left. \begin{aligned}\ddot{Z} &= F(t, Z, \dot{Z}); \\ Z(0) &= 0; \\ \dot{Z}(0) &= V_0.\end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{граничными условиями, ко-} \\ \text{торые можно записать в ви-} \\ \text{де:} \end{array}$$

Движение САЗ рассчитывалось методом Эйлера с пересчетом. На рис. 2 приведены графические и аналитические зависимости относительной толщины пробивания САЗ от ее плотности и высоты дискретного пирамидального заполнителя, по которому можно определить необходимую плотность САЗ для данной скорости попадания летящего тела.

Вывод.

1. Сравнение теоретических данных с экспериментальными приведенными в работе [9] показало, что расхождение между ними составляет (12-16)%.
2. Предложенная модель расчета ТК от действия динамической сосредоточенной нагрузки позволяет получить систему дифференциальных уравнений, которая достаточно точно определяет НДС рассматриваемой ТК.

Библиографический список:

1. Витман Ф.Ф., Златин Н.А. О процессе соударения деформируемых тел и его моделирование // ЖТФ, 1963. 982с.
2. Гольдсмит В. Удар. Литературы по строительству. М.: 1965. 448 с.
3. Зукас Дж. А., Николас Т., Свифт Х.Ф., Грещук Л.Б., Курран Д.Р. Динамика удара: Пер. с англ. М.: «Мир», 1985. 296с.
4. Кобелев В.Н., Потопахин В.А. Динамика многослойных оболочек // Ростов. Изд-ва. Ростовского университета, 1985. 160с.
5. Кобелев В.Н., Батдалов М.М., Устарханов О.М., Новиков В.Н. «Экспериментальные исследования модуля сдвига свободноармированного заполнителя» Известия вузов СССР МАШИНОСТРОЕНИЕ, №2-1986 г.
6. Кобелев В.Н., Батдалов М.М., Устарханов О.М., Новиков В.Н. «Экспериментальные исследования модулей упругости свободно армированного заполнителя» Известия высших учебных заведений МАШИНОСТРОЕНИЕ, №4-1985 г.
7. Смирнов В.И., Соболев С.Л. О применении нового метода к изучению упругих колебаний в пространстве при наличии осевой симметрии//тр. Сейсмического института АН СССР. №29, М., 1983. С31.-40.
8. Устарханов О.М. Напряженно-деформированное состояние волокнистого материала при динамическом ударе. Научно-тематический сборник. Махачкала. 1995.С.135-140.
9. Устарханов О.М. «Вопросы прочности трехслойных конструкций с регулярным дискретным заполнителем»: Дисс. д-ра техн наук. - Ростов-на-Дону. 2000.

УДК 552.521:691.3

Мацапулин В.У., Тотурбиев А.Б., Черкашин В.И.

ГЛИНИСТЫЕ СЛАНЦЫ - ЭФФЕКТИВНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Matsapulin V.U., Toturbiev A.B., Cherkashin V.I.

CLAY SLATES – EFFECTIVE MINERAL RAW MATERIALS FOR PRO- DUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS

В статье дан краткий анализ эффективности использования нерудного сырья, в основном глинистых сланцев, имеющих стабильно высокий спрос и невысокую себестоимость в производстве строительных материалов. Приведены результаты экспериментальных исследований получения многофункционального низкообжигового насыпного керамического материала из глинистых сланцев.

Ключевые слова: *нерудное сырье, сланцы, вяжущее, теплоизоляция, низкообжиговый, минеральные добавки.*

This paper gives a brief analysis of the use efficiency of non-metallic materials, mainly shale, which are in great demand and have a low cost in production of building materials. The results of experimental studies of production of the multi-functional low-calcination bulk ceramic material from shale are presented.

Key words: *non-metallic materials, slates, astringent, insulation, low-calcination, mineral additives.*

Введение. Нерудные полезные ископаемые играют значительную роль в экономике любой страны, определяющие масштабное многоцелевое использование их в производстве промышленной и сельскохозяйственной продукции, при создании наукоемких технологий и получении конструкционных материалов, композитов, специальной керамики [1,6]. В России имеются фактически неограниченные запасы нерудных ископаемых для развития мощной строительной индустрии. Республика Дагестан также обладает большими запасами нерудного минерального сырья: известняков, мергелей, аргиллитов, цеолитсодержащих пород, гравия, песка, природного гипса, глин, глинистых сланцев и др., что может являться предпосылками устойчивого и положительного развития строительного комплекса Дагестана [7]. Сырьевая база для производства строительных материалов практически неисчерпаема. Из многих видов нерудного сырья получают самые различные строительные материалы, которые используются в промышленности и строительстве, в естествен-

ном виде или после механической, термической или химической обработки. Разнообразие состава и свойств минералов нерудного сырья предопределяет комплексный характер их использования.

Постановка задачи. В свое время Народным Собранием РД принята Стратегия социально-экономического развития Дагестана до 2025 года, которая предполагает качественно иной экономический рост. Для достижения указанной цели необходимым является реализация инвестиционных проектов в промышленности, АПК, транспорте, а также в строительстве. В этих проектах отрасль строительства является ведущей поскольку на данный момент реализуются проекты по созданию в Республике Дагестан комплекса производства строительных материалов (предполагается выпуск газобетонных блоков и плит, фиброцементных плит, керамического кирпича, железобетонных конструкций), а также по добыче и переработке гипсового камня (производство гипсовых вяжущих, гипсокартона, сухих строительных смесей, пазогребневых плит и блоков). Планируется строительство завода по производству агломератной плитки.

Таким образом, бурный рост промышленности строительных материалов и темпов роста строительства требует разработки научных основ прогнозирования и системного обеспечения комплексного освоения и длительной эффективной переработки и эксплуатации нерудных полезных ископаемых с учетом рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. При этом ужесточившиеся в последний период экологические требования требуют пересмотра всей производственной цепочки: от добычи ресурсов для производства стройматериалов до организации процесса строительства на площадке.

Методы исследования. В этой связи в Институте геологии ДНЦ РАН проводятся научно-исследовательские работы по комплексному использованию минерального сырья республики с целью получения строительных материалов различного функционального назначения [2-5]. В частности, исследуются сланцы для использования их в производстве строительных материалов [4,7].

Наиболее крупные месторождения глинистых сланцев в России известны на Кавказе и Урале. Сланцы - горные породы, характеризующиеся почти параллельным расположением входящих в их состав вытянутых или пластинчатых минералов и обладающие способностью раскалываться на тонкие пластинки. По степени регионального метаморфизма среди сланцев выделяются две большие группы: глубоко метаморфизованные - кристаллические сланцы и слабо метаморфизованные горные породы - глинистые сланцы.

Сланцы кристаллические сложены темноокрашенными минералами, полевым шпатом и кварцем. Используются в качестве стройматериалов и огнеупорного сырья. Такой сланец может иметь коричневый, красный, бордовый, зеленый, серый, черный оттенок. Использование кристаллического сланца в строительстве насчитывает много столетий. Его используют для создания кровли, укладки полов и стен, облицовки зданий и сооружений. Сланец иде-

ально подходит для создания классический интерьеров, его с успехом можно использовать и для современного дизайна. Благодаря особенностям его структуры этот природный камень применяют для облицовки стен и кровли. Известность его, как природного материала очень широка. Устойчивость минерала к негативному влиянию окружающей среды из-за его повышенной плотности и структуры, разнообразие его оттенков, делает сланец идеальным материалом облицовочных и кровельных работ.

Глинистый сланец – это глинистая порода сланцеватого сложения имеющая темно-серый и черный оттенок. Наиболее редкими считаются красноватые или зеленоватые цвета. В естественном виде его используют в качестве кровельного, облицовочного и стенового материала. Уникальные свойства глинистых сланцев обуславливают их использование в керамической промышленности в качестве сырья многоцелевого назначения, обладающих способностью при соответствующей термической обработке увеличиваться в объеме в 3-8 раз, что имеет большое значение в получении керамзита и изготовления на его основе прочного керамзитобетона. Глинистые сланцы являются гораздо более дешевым природным сырьем для производства керамических материалов. Глинистые сланцы являются хорошим сырьем в производстве портландцемента. Основой для производства почти всех известных видов строительных материалов могут служить так называемые горелые породы – пустые породы, обожженные при подземных пожарах или при самовозгорании терриконов.

Широкий спектр возможного использования глинистых сланцев в строительной индустрии предопределил наши работы в области изготовления новых строительных материалов на их основе. Однако учитывая возможность радиационного загрязнения различных компонентов, нами была предпринята предосторожность, и с этой целью был проведён радиационный анализ глинистого сланца, в результате которого установлено, что в указанном исходном материале содержание естественных радионуклидов, выраженной величиной удельной эффективной активности, не превышает порогового значения в 370 Бк/кг. Данный материал по классификации РКСМ относится по виду использования к 1 классу (использование без ограничений), имеется сертификат РКСМ. Далее приведены результаты исследований результаты которых позволяют сделать вывод о возможности использования глинистых сланцев для производства новых строительных материалов.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Используемый глинистый сланец Дагестана представляет собой смесь глинистых минералов: хлорита, гидрослюдистого образования, полевых шпатов, гидрооксидов железа и кристаллического кварца. Химический состав глинистого сланца приведён в таблице 1, откуда следует, что исходный материал в основном содержит оксиды кремния, алюминия и железа, а оксиды кальция и магния представлены в незначительном количестве. Потери при прокаливании (9,67 %), видимо, определяются дегидратацией глинистых минералов, а также выгоранием органики. В наших исследованиях глинистые сланцы изначально рассматривались

как компонент получения низкообжигового керамического материала для изготовления насыпного теплоизоляционного материала, заменяющий керамзитовый песок.

Таблица 1 - Химический состав глинистого сланца

	Химический состав, %									
	п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
Исходный сланец	9,67	52,8	20,18	9,60	0,69	2,98	1,68	0,32	1,62	0,8

Примечание: п.п.п. - потери при прокаливании

С этой целью свежедобытый глинистый сланец, состав которого приведен в табл. 1, складывался в груды, где он длительное время подвергался атмосферному воздействию, что способствовало разрыхлению и разрушению его природной структуры. В результате камнеподобная глина измельчалась до фракции с крупностью зерен от 0,14 до 70 мм. Затем измельченная камнеподобная глина подвергалась термоудару во вращающейся печи в интервале температур 700 - 800°C с последующей выдержкой в течение 20 - 30 мин. При таком режиме термообработки происходило растрескивание и расщепление глинистого сланца на множество зерен, лепестков и пластинок, что привело к уменьшению насыпной плотности керамического заполнителя. Здесь исключаются необходимые технологические процессы как при получении керамзитового песка: формование или механическое дробление для получения гранул или зерен определенной фракции, сушка, обжиг при высоких температурах, охлаждение. Это в свою очередь упрощает технологию получения керамического заполнителя.

Насыпная плотность керамического заполнителя, полученного из глинистого сланца по такой упрощенной технологии – 0,8-0,9 т/м³, что вполне может заменить функции керамзитового песка – насыпного теплоизоляционного материала. При этом разработанный низкообжиговый керамический заполнитель имеет шероховатую поверхность зерен, что будет способствовать хорошему сцеплению в композиционном материале.

Следующий этап наших исследований был направлен на использование обожженных глинистых сланцев в качестве активной минеральной добавки для приготовления известково-пуццоланового вяжущего, а также при помоле клинкера с получением портландцемента (до 20%), либо пуццоланового цемента (до 40% добавки).

Для предварительной оценки возможности приготовления из представленного материала активной минеральной добавки была проведена серия обжигов исходного сырья при температуре 550°C, 800°C и 1250°C. Выдержка минерала в обжиговой печи при заданной температуре была принята во всех режимах 1 час. Для получения сравнительной оценки гидравлической активности материала, полученного при каждом из обжигов, были изготовлены образцы из обожженного материала в виде кубиков размером 1х1х1 см.

Составы изготовленных образцов отличались по соотношению цемента и добавки соответственно 1:4 и 1:1 (табл. 2). Образцы изготавливались из це-

ментного теста (без песка). Формы с образцами выдерживались сутки во влажной среде, а затем расформовывались и помещались в ванну с водой. Испытания прочности на сжатие проводились на ручном прессе через 3, 7, 14, 21 и 28 суток.

Таблица 2 - Составы сухих смесей цементного камня

№ образца	Содержание компонентов, %			
	п/цемент	сланец (550°C)	сланец (800°C)	сланец (1250°C)
1	100	—	—	—
2	80	—	—	20
3	50	—	—	50
4	80	—	20	—
5	50	—	50	—
6	80	20	—	—
7	50	50	—	—

В каждом определении прочности образцов разрушению подвергались шесть кубиков. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Результаты физико-механических испытаний образцов цементного камня

№ Образца	В/Ц (%)	Прочность при сжатии, МПа				
		3 суток	7 суток	14 суток	21 сутки	28 суток
1	31	13.4	38.4	53.8	62.5	67.0
2	32	12.1	20.9	37.5	42.5	54.4
3	35	5.9	11.5	17.5	22.5	25.1
4	31	12.7	28.8	53.1	59.3	66.3
5	39	5.2	12.9	26.3	27.1	32.5
6	31	11.7	28.7	43.9	51.3	
7	37	6.4	15.8	22.8	26.9	

Из таблицы 3 следует, что наилучшие показатели по прочности показывают образец №4, изготовленный на основе добавки, обожжённой при температуре 800°C при соотношении добавки цемента 1:4. Близкие результаты показывает образец №6 обожжённый при температуре 550°C. Обжиг при температуре 1250°C (образец №2) приводит к ухудшению свойств испытываемых образцов.

Таким образом, результаты проведённых испытаний позволяют, сделать предварительный вывод о возможности получения активной минеральной добавки на базе глинистого сланца путём обжига его при температуре 550-800°C. Указанная добавка может быть использована при совместном помолё с портландцементом или портландцементным клинкером, в количестве не менее 20% по массе. Далее были изготовлены образцы цементного камня в состав которого входил компонент глинистого сланца, обожжённого при 800°C, и проведены испытания, где были определены параметры различных видов

вяжущих по стандартным методикам, в том числе с определением нормальной густоты, сроков схватывания, нормальной консистенции стандартных растворов состава 1:3. Кроме этого, уточнялась их активность, как при нормальном твердении, так и при тепловлажной обработке (ТВО) по режиму 2+3+6+2 ч. (соответственно продолжительность предварительного выдерживания, подъём температуры и остывание) при температуре изотермического прогрева 85-90°C.

Изготовлению вяжущих предшествовала соответствующая подготовка сырьевых материалов: предварительное измельчение извести и гипсового камня в щековой дробилке и предварительный помол портландцементного клинкера и обожжённого сланца в шаровой мельнице. Дисперсность полученной после одновременного помола крупки портландцементного клинкера соответствовала удельной поверхности около 2500 см²/г, обожжённого сланца – 4500-5000 см²/г, что подтверждало его высокую способность к размолу. Приготовление вяжущих осуществлялось в лабораторной мельнице совместным помолом компонентов. Продолжительность их помола корректировалось с учётом интенсифицирующего воздействия добавки С-3 и повышенной способностью к размолу обожжённого сланца и извести.

Испытания проводились с использованием алитового клинкера среднего минералогического состава, гипсового камня (двуводный сульфат кальция), полуводного (строительного) гипса и извести. Данные по вещественному составу вяжущих, значения их удельной поверхности и показатели плотности приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Вещественный состав, параметры получения и плотность вяжущих веществ на основе обожжённого сланца (700-800°C)

Вид вяжущего	Составы вяжущих веществ (содержание компонентов), масс. %						S _{уд} (см ² /г)	Насыпная плотность (кг/м ³)	Плотность (г/см ³)
	Клинкер	Гипс двуводный	Известь	Гипс полуводный	Обожжённый сланец	С-3			
Портланд-цемент (контроль)	100,0	5,0	–	–	–	–	2450	1030	3,06
ППЦ-50	50,0	2,5	–	–	50,0	–	7660	906	2,83
ВНВ-50	50,0	2,5	–	–	50,0	1,0	8450	940	2,86
Известково-пуццолановое вяжущее	–	–	25,0	5,0	75,0	2,0	9980	810	2,58

Полученные результаты показывают, что наименьшими показателями плотности характеризуется известковое вяжущее, что соответствует более низкой плотности его компонентов – извести и сланца.

Результаты определения стандартных характеристик полученных вяжущих приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристики вяжущих веществ на основе обожженного (700-800°C) глинистого сланца при испытании по ГОСТ 311-76 ...ГОСТ 310.3-76, ГОСТ 310.4-81

Вид вяжущего	$S_{уд}$ (см ² /г)	Нормальная густота (%)	Сроки схватывания, (ч-мин)		В/Ц раствора	Расплыв конуса (мм)	R, МПа (изгиб./сжатие) в воздухе 1 сут.	
			начало	конец			Норм тверд.	ТВО
Портланд-цемент (контроль)	2450	24,3	4-45	7-20	0,40	105	2,4/6,7	5,1/26,5
ППЦ-50	7660	36,0	2-35	3-15	0,49	105	-/6,8	5,5/22,6
ВНВ-50	8450	28,5	2-20	2-55	0,41	110	1,7/8,9	6,4/34,5
Известковое бесклнкерное вяжущее	9980	33,0	2-45	5-05	0,45	107	-/1,8	5,0/19,7

Откуда следует, что водопотребность вяжущего, содержащего обожженный сланец (нормальная густота 28,5-36%), существенно превышает водопотребность контрольного портландцемента (24,3%). Здесь, пуццолановый портландцемент - ППЦ-50 (36%) отличается более высокой водопотребностью, несколько меньшей (33%) известково-пуццоланового вяжущего.

Наименьшее значение нормальной густоты (28,5%) характерно для вяжущего низкой водопотребности - (ВНВ-50), что отличается наиболее сокращёнными сроками схватывания. Причём ускоренное структурообразование теста на ВНВ-50 является косвенным показателем интенсивности твердения вяжущего. Наиболее длительными сроками схватывания обладает известковое вяжущее, структурообразование которого на ранней стадии в значительной степени определяется гидратацией полуводного гипса, количество которого сравнительно невелико. Водопотребность растворов нормальной консистенции в целом соответствует водопотребности теста различных вяжущих. В то же время следует отметить практически равную потребность растворов на портландцементе и ВНВ-50 несмотря на несколько повышенную нормальную густоту последнего, что связано с особенностями реологических свойств бетонных и растворных смесей на основе вяжущих низкой водопотребности, а именно, их повышенной способностью к тиксотропному разжижению в условиях механических воздействий.

В возрасте одних суток, как нормального твердения, так и после ТВО, наибольшими прочностными характеристиками отличаются растворы на ВНВ-50. При нормальном твердении их прочность при сжатии составила 8,9 МПа после тепловлажностной обработки – 34,5 МПа, что на 30-33% выше соответствующих их значений прочности контрольных образцов на портландцементе. Прочность при сжатии образцов нормального твердения на ППЦ-50

практически не отличается от прочности контрольных образцов, а при использовании известково-пуццоланового вяжущего значения прочности почти в 4 раза ниже. При этом образцы нормального твердения как на ППЦ-50, так и на известковом вяжущем практически не имели прочности при изгибе.

В условиях тепловлажностной обработки гидратационные процессы в известковом вяжущем значительно интенсифицируются, а прочность составляет 19,7 МПа, уступая прочности контрольных образцов не более чем на 26%. Прочность пропаренных образцов на ППЦ – 50 была ниже контрольных на 15%. Во всех случаях использования вяжущих на основе сланцев пропаренные образцы не имели признаков деструктивных изменений (трещин, вспучивания поверхности), что подтверждает выражаемые сроками схватывания данные об их достаточно интенсивном структурообразовании в первые часы после водозатвердения.

Вывод. Следует отметить, что данные расчёты проведены представив расчётную модель здания в виде одномассового консольного стержня с периодом собственных колебаний до усиления $T=0,6$ с. Продолжительность сейсмического воздействия, представленного в виде стационарного случайного процесса, принята равной 10 сек. Коэффициенты γ и μ приняты равными 1, а вероятность безотказности системы оценена по теории выбросов.

В результате комплексных научных исследований разработан низкообжиговый (500-800°C) многофункциональный керамический материал насыпной плотностью 0,8-0,9 т/м³, который может быть использован в качестве насыпного теплоизоляционного материала заменяющий керамзитовый песок; наполнителя для некоторых видов бетонов для изготовления крупных стеновых блоков, для бронирования рубероида; активной минеральной добавки для получения известково-пуццоланового вяжущего марки 200, портландцемента марки 400-500 (до 30-50%) при помоле клинкера, а также вяжущего низкой водопотребности ВНВ-50. Высокое содержание оксида железа даёт возможность использовать этот материал в молотом виде, как краситель (пигмент) и облицовочный материал в виде кирпича и керамических плиток для отделки наружных стеновых панелей и других поверхностей, как наполнитель для бронирования рубероида.

Библиографический список:

1. Думнов А.Д. Природно-ресурсный комплекс России: статистическая оценка 90-х годов//Вопросы статистики. М.: 2000. №5. С. 23-33.
2. Тотурбиев А.Б., Абдулаев М.А., Черкашин В.И., Тотурбиев Б.Д. Безобжиговый пенодиатомитовый теплоизоляционный материал на местном природном кремнистом сырье//Промышленное и гражданское строительство. М.: 2014. №3. С. 76-79.
3. Тотурбиев А.Б., Черкашин В.И., Мацапулин В.У., Б.Д Тотурбиев. Жаростойкий бетон на местном природном нанодисперсном кремнеземистом сырье//Бетон и железобетон. М.: 2013. № 6. С.2-5

4. Тотурбиев Б. Д. и др. Способ получения керамического заполнителя//Патент России № 2129105. 1995. Бюл. № 20.
5. Тотурбиев Б.Д. Черкашин В.И., Мантуров З.А., Тотурбиев А.Б. Композиция для получения теплоизоляционного материала//Патенты России: №2531079. 2014. Бюл. № 29; патент №2531078. 2014. Бюл. № 29; патент №2530935. 2014. Бюл. № 29.
6. Чантурия В.А. Прогрессивные технологии комплексной переработки минерального сырья//М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2008, с. 5-52;
7. Черкашин В.И., Тотурбиев Б.Д. Глинистые сланцы - эффективное местное минеральное сырье для производства вяжущих//Труды Института геологии ДагНЦ РАН «Региональная геология и нефтегазоносность Кавказа», Научно-практическая конференция. Махачкала. 2012. С. 47-51.

УДК 624.011.1

Муселемов Х.М., Омаров А.О., Устарханов Т.О.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ

Muselemov Kh.M., Omarov A.O., Ustarkhanov T.O.

THE CALCULATION OF STRESS-STRAIN STATE OF THREE-LAYER BEAM TAKING INTO ACCOUNT EDGE EFFECTS

Работа посвящена расчету напряженно-деформированного состояния (НДС) трехслойной балки (ТБ) с учетом краевых эффектов.

В данной статье получена система дифференциальных уравнений равновесия трехслойной балки. Для решения этих уравнений необходимо знать 12 граничных условий, которые зависят от условий опирания и нагружения исследуемых трехслойных балок. Данная система уравнений решается с помощью пакета прикладных программ математического моделирования «Maple 5.4». В результате решения данной системы получаем выражения для определения деформаций и напряжений всех компонент (несущих слоев и заполнителя) трехслойной балки в любой точке при заданных условиях крепления концов балки и нагружения.

Ключевые слова: граничные условия, трехслойная цилиндрическая оболочка, трехслойная балка, несущий слой.

The work is dedicated to the calculation of the stress-strain state (SSS) of the three-layer beam (TLB) subject to boundary effects.

In this paper, a system of differential equations of equilibrium of the three-layer beam. To solve these equations, it is necessary to know the 12 boundary conditions, co-which depend on support conditions and loading of sandwich beams under study. This system of equations is solved by the application package of mathematical modeling "Maple 5.4." The solution of this system we obtain expressions for determining de-formations and stress all components (bearing layers and filler), a three-layer beam anywhere under specified conditions of fastening the ends of the beam and its loading.

Key words: boundary conditions, three-layered cylindrical shell, three-layer beam, the carrier layer.

Введение. В данной статье приводятся примеры расчета на ЭВМ напряженно-деформированного состояния трехслойной балки с помощью дифференциальных уравнений равновесия трехслойной цилиндрической оболочки, полученных в работе [1]. В качестве примера рассматривается НДС трехслойной балки.

Постановка задачи. Для расчета НДС ТБ общие уравнения равновесия трехслойной цилиндрической оболочки преобразуем в общие уравнения равновесия для трехслойных балок, приравняв $R=\infty$. При этом полученные дифференциальные уравнения равновесия трехслойной балки показаны в таблице 1. В полученных уравнениях постоянные коэффициенты k_1 - k_{36} приведены в работе [1].

$u_1, u_2; w_1, w_2; v_1, v_2$ - перемещения несущих слоев в направлении осей X, Y и Z .

Таблица 1 - Уравнения равновесия трехслойной балки

	u_1	u_2	w_1	w_2	
1	$k_1 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + k_2 u_1$	$k_3 \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + k_4 u_2$	$k_5 \frac{\partial^3 w_1}{\partial x^3} + k_6 \frac{\partial w_1}{\partial x}$	$k_7 \frac{\partial^3 w_2}{\partial x^3} + k_8 \frac{\partial w_2}{\partial x}$	x_1
2	$k_9 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + k_{10} u_1$	$k_{11} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + k_{12} u_2$	$k_{13} \frac{\partial^3 w_1}{\partial x^3} + k_{14} \frac{\partial w_1}{\partial x}$	$k_{15} \frac{\partial^3 w_2}{\partial x^3} + k_{16} \frac{\partial w_2}{\partial x}$	x_2
3	$k_{17} \frac{\partial^3 u_1}{\partial x^3} + k_{18} \frac{\partial u_1}{\partial x}$	$k_{19} \frac{\partial^3 u_2}{\partial x^3} + k_{20} \frac{\partial u_2}{\partial x}$	$k_{21} \frac{\partial^4 w_1}{\partial x^4} + k_{22} \frac{\partial^2 w_1}{\partial x^2} + k_{33} w_1$	$k_{23} \frac{\partial^4 w_2}{\partial x^4} + k_{24} \frac{\partial^2 w_2}{\partial x^2} + k_{34} w_2$	z_1
4	$k_{25} \frac{\partial^3 u_1}{\partial x^3} + k_{26} \frac{\partial u_1}{\partial x}$	$k_{27} \frac{\partial^3 u_2}{\partial x^3} + k_{28} \frac{\partial u_2}{\partial x}$	$k_{29} \frac{\partial^4 w_1}{\partial x^4} + k_{30} \frac{\partial^2 w_1}{\partial x^2} + k_{35} w_1$	$k_{31} \frac{\partial^4 w_2}{\partial x^4} + k_{32} \frac{\partial^2 w_2}{\partial x^2} + k_{36} w_2$	z_2

В результате получим систему дифференциальных уравнений в частных производных 12-го порядка. Решить их в этом виде довольно сложно.

Для решения данной системы уравнений преобразуем ее в однородные уравнения 1-го порядка. Для этого обозначим неизвестные перемещения и их производные через переменные $a1 \dots a12$:

$$\left. \begin{aligned} a1 &= u1; a2 = \frac{du1}{dx}; a3 = u2; a4 = \frac{du2}{dx} = \frac{da3}{dx}; a5 = w1; \\ a6 &= \frac{dw1}{dx} = \frac{da5}{dx}; a7 = \frac{da6}{dx}; a8 = \frac{da7}{dx}; a9 = w2; \\ a10 &= \frac{dw2}{dx} = \frac{da9}{dx}; a11 = \frac{da10}{dx}; a12 = \frac{da11}{dx}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

После замены переменных система примет вид:

$$\begin{aligned} 1. & da1/dx=a2; \\ 2. & da2/dx=-g1a1-g2a3-g3a8-g4a6-g5a12-g6a10; \\ 3. & da3/dx=a4; \\ 4. & da4/dx=-g7a1-g8a3-g9a8-g10a6-g11a12-g12a10; \\ 5. & da5/dx=a6; \\ 6. & da6/dx=a7; \\ 7. & da7/dx=a8; \\ 8. & da8/dx=-d1a2-d2a4-d3a7-d4a4-d5a5-d6a9; \\ 9. & da9/dx=a10; \\ 10. & da10/dx=a11; \\ 11. & da11/dx=a12; \\ 12. & da10/dx=d7a2+d8a4+d9a7+d10a4+d11a5+d12a9, \end{aligned} \quad (2)$$

то есть, получим систему дифференциальных уравнений 1-го порядка относительно переменных $a1 \dots a12$ (табл. 2).

Решение системы имеет вид:

$$\begin{aligned} a1 &= C_1 e^{\lambda_{1x}} K_1^1 + C_2 e^{\lambda_{2x}} K_1^2 + C_3 e^{\lambda_{3x}} K_1^3 + \dots + C_{12} e^{\lambda_{12x}} K_1^{12} \\ a2 &= C_1 e^{\lambda_{1x}} K_2^1 + C_2 e^{\lambda_{2x}} K_2^2 + C_3 e^{\lambda_{3x}} K_2^3 + \dots + C_{12} e^{\lambda_{12x}} K_2^{12} \\ a3 &= C_1 e^{\lambda_{1x}} K_3^1 + C_2 e^{\lambda_{2x}} K_3^2 + C_3 e^{\lambda_{3x}} K_3^3 + \dots + C_{12} e^{\lambda_{12x}} K_3^{12} \\ &\dots \dots \dots \\ a12 &= C_1 e^{\lambda_{1x}} K_{12}^1 + C_2 e^{\lambda_{2x}} K_{12}^2 + C_3 e^{\lambda_{3x}} K_{12}^3 + \dots + C_{12} e^{\lambda_{12x}} K_{12}^{12} \end{aligned} \quad (3)$$

**Таблица 2 - Система дифференциальных уравнений равновесия
трехслойной балки**

	$a1$	$a2$	$a3$	$a4$	$A5$	$a6$	$a7$	$a8$	$a9$	$a10$	$a11$	$a12$
1	d/dx	-1										
2		d/dx	$g2$			$g4$		$g3$		$g6$		$g5$
3			d/dx	-1								
4				d/dx		$g10$		$g9$		$g12$		$g11$
5					d/dx	-1						
6						d/dx	-1					
7							d/dx	-1				
8		$d1$		$d2$	$D5$		$d3$	d/dx	$d6$		$d4$	
9									d/dx	-1		
10										d/dx	-1	
11											d/dx	-1
12		$-d7$		$-d8$	$-d11$		$-d9$		$-d12$		$-d10$	d/dx

Характерные случаи при решении полинома:

1. Число 0;

$$\lambda=0 \Rightarrow Ce^{0x}=1$$

- эти составляющие дают постоянное решение.

2. Число действительное сопряженное;

$$\lambda=\pm a \Rightarrow Ce^{\pm ax}=1$$

- эти составляющие дают чисто затухающее решение.

3. Число мнимое сопряженное;

$$\lambda=\pm bi \Rightarrow C_1\cos(bx); C_2\sin(bx)$$

- эти составляющие дают чисто гармоническое решение, незатухающее.

4. Число комплексное;

$$\lambda=a\pm bi \Rightarrow C_1e^{ax}\cos(bx); C_2e^{ax}\sin(bx)$$

- эти составляющие дают гармоническое решение, затухающее.

Данная система уравнений решается с помощью пакета прикладных программ математического моделирования «Maple 5.4».

В качестве примера рассматривалась ТБ, заземленная по кромкам, симметричной и несимметричной структуры, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой.

Симметричная ТБ (рис. 1). $t_1=t_2=0,100\text{см}$; $c=3,800\text{см}$; $l=40\text{см}$.
 Материал несущих слоев – стеклопластик, заполнитель – АМГ2-Н.
 Несимметричная ТБ (рис. 2). $t_1=0,085\text{см}$; $t_2=0,050\text{см}$; $c=3,865\text{см}$; $l=40\text{см}$;
 Материал несущих слоев – углепластик, заполнитель – АМГ2-Н

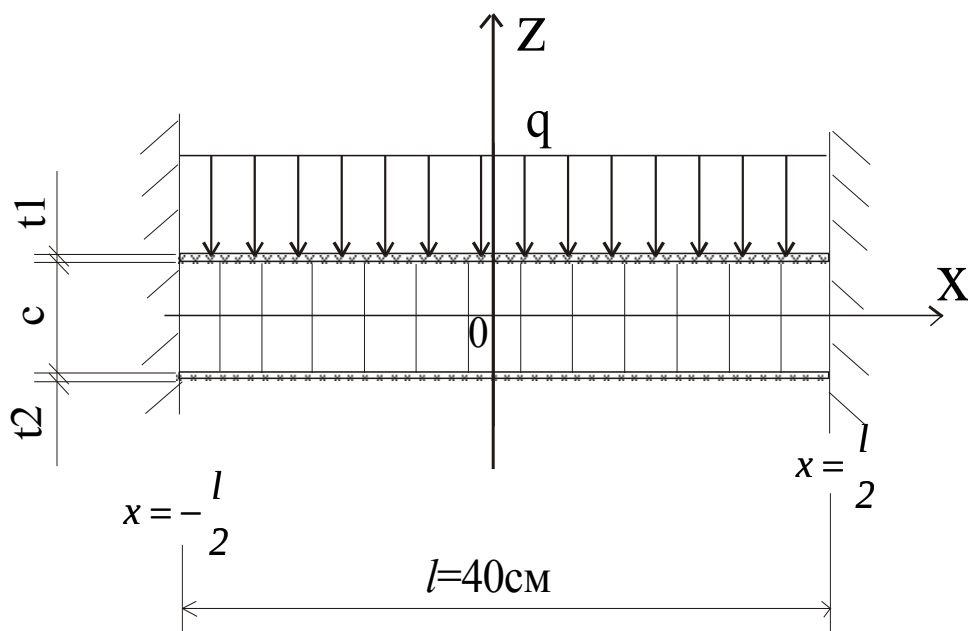


Рисунок 1 - Балка симметричного сечения с защемленными кромками при действии равномерно распределенной нагрузки

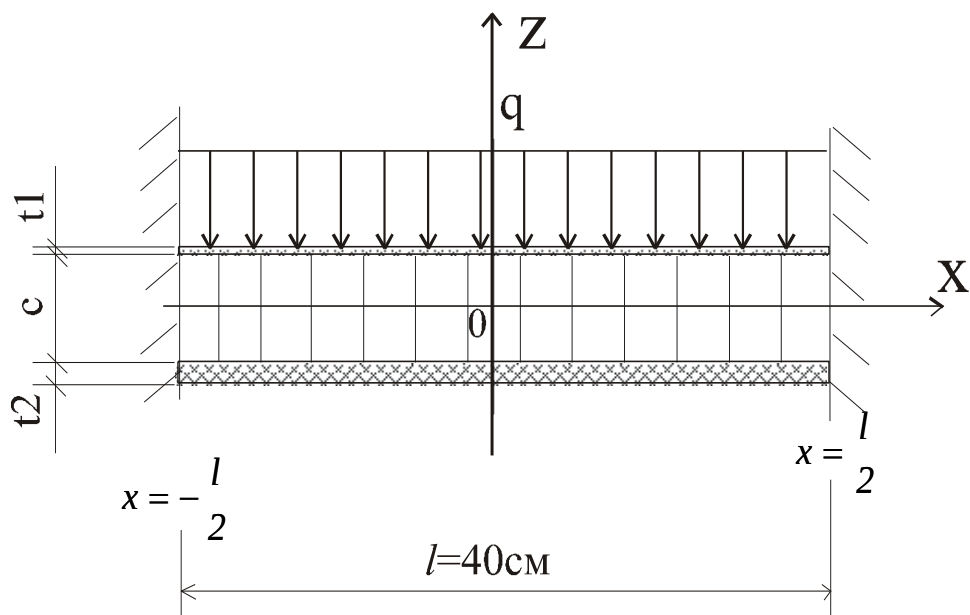


Рисунок 2 - Балка несимметричного сечения с защемленными кромками при действии равномерно распределенной нагрузки

Результаты эксперимента и их обсуждение. Результаты примера расчета трехслойных балок сравнивались с результатами экспериментальных исследований приведенных в статье [2] и показаны в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Теоретические и экспериментальные значения напряжений и перемещений в несущих слоях для трехслойной балки, заземленной с обеих сторон, при нагружении равномерно распределенной нагрузкой ($t_1=t_2=0,100$ см)

Нагруз- ка q кгс/см	№ датчика	1	2	3	4	5	6
	№ слоя	2	1	2	1	2	1
q=0,5	Напряжения (кгс/см ² , $\sigma_{1,2}^{теор} = \sigma_{1,2}^{изг} + \sigma_{1,2}^{раст}$)						
	$\sigma_{1,2}^{раст}$	2,74	2,74	1,19	1,19	2,51	2,51
	$\sigma_{1,2}^{изг}$	6,11	-6,11	25,56	-25,56	32,93	-32,93
	$\sigma_{1,2}^{теор}$	8,857	-3,37	26,75	-24,37	35,44	-30,42
	$\sigma_{1,2}^{эксп}$	8,259	-3,33	24,61	-22,49	32,625	-28,63
	Расхождение (%)						
	δ	7,5	7,1	8	7,71	7,9	5,88
	Перемещения (мм)						
	$w_{1,2}^{теор}$	0,035	0,03	0,10	0,09	0,16	0,15
	$w_{1,2}^{эксп}$	0,031	0,27	0,09	0,08	0,15	0,14
q=1,5	Напряжения (кгс/см ²)						
	$\sigma_{1,2}^{раст}$	8,23	8,23	3,57	3,57	7,53	7,53
	$\sigma_{1,2}^{изг}$	18,34	-18,34	74,68	-76,68	98,78	-98,78
	$\sigma_{1,2}^{теор}$	26,57	-10,11	79,95	-67,19	104,91	-91,25
	$\sigma_{1,2}^{эксп}$	24,64	-9,371	75,686	-71,35	96,60	-84,46
	Расхождение в %						
	δ	7,2	7,4	6,6	7,1	7,7	6,9
	Перемещения (мм)						
	$w_{1,2}^{теор}$	0,15	0,13	0,51	0,46	0,56	0,49
	$w_{1,2}^{эксп}$	0,14	0,12	0,47	0,43	0,53	0,45
q=2,5	Напряжения (кгс/см ²)						
	$\sigma_{1,2}^{раст}$	13,74	13,74	5,96	5,96	12,57	12,57
	$\sigma_{1,2}^{изг}$	30,63	-30,63	128,05	-128,05	164,96	-164,96
	$\sigma_{1,2}^{теор}$	43,37	-16,88	134,05	-122,09	177,54	-152,39
	$\sigma_{1,2}^{эксп}$	40,07	-15,71	124,36	-113,26	164,22	-140,50
	Расхождение в %						
	δ	7,6	6,9	6,8	7,2	7,5	7,8
	Перемещения (мм)						
	$w_{1,2}^{теор}$	0,22	0,21	0,82	0,74	0,89	0,82
	$w_{1,2}^{эксп}$	0,20	0,19	0,76	0,69	0,82	0,75

Таблица 4 - Теоретические и экспериментальные значения напряжений и перемещений в несущих слоях для трехслойной балки, защемленной с обеих сторон, при нагружении равномерно распределенной нагрузкой ($t_1=0,085\text{см}$, $t_2=0,050\text{см}$)

Нагрузка q кгс/см	№ датчика	1	2	3	4	5	6
	№ слоя	2	1	2	1	2	1
q=0,5	Напряжения (кгс/см ² , $\sigma_{l,2}^{теор} = \sigma_{l,2}^{изг} + \sigma_{l,2}^{раст}$)						
	$\sigma_{l,2}^{раст}$	0,368	0,216	1,464	0,861	1,927	1,133
	$\sigma_{l,2}^{изг}$	11,113	-16,79	28,36	-42,33	34,77	-51,87
	$\sigma_{l,2}^{теор}$	11,48	-16,58	29,82	-41,46	36,69	-50,96
	$\sigma_{l,2}^{эксп}$	10,23	-14,92	26,62	-39,10	32,56	-44,33
	Расхождение (%)						
	δ	11,2	10,0	10,7	11,1	11,2	11,3
	Перемещения (мм)						
	$w_{l,2}^{теор}$	0,022	0,015	0,077	0,072	0,093	0,090
	$w_{l,2}^{эксп}$	0,02	0,015	0,074	0,07	0,09	0,087
q=1,5	Напряжения (кгс/см ²)						
	$\sigma_{l,2}^{раст}$	1,103	0,649	4,392	2,583	5,78	3,40
	$\sigma_{l,2}^{изг}$	33,34	-50,39	85,08	-126,98	104,3	-155,6
	$\sigma_{l,2}^{теор}$	35,44	-48,25	89,47	-123,39	110,08	-152,20
	$\sigma_{l,2}^{эксп}$	31,47	-42,86	79,18	-111,69	97,98	-135,17
	Расхождение (%)						
	δ	11,2	11,1	11,5	9,5	10,9	11,1
	Перемещения (мм)						
	$w_{l,2}^{теор}$	0,10	0,08	0,25	0,24	0,33	0,323
	$w_{l,2}^{эксп}$	0,09	0,07	0,24	0,23	0,31	0,304
q=2,5	Напряжения (кгс/см ²)						
	$\sigma_{l,2}^{раст}$	1,842	1,048	7,33	4,31	9,65	5,68
	$\sigma_{l,2}^{изг}$	55,68	-84,15	142,08	-211,07	171,18	-249,17
	$\sigma_{l,2}^{теор}$	57,522	-83,06	149,41	-206,76	180,83	-244,49
	$\sigma_{l,2}^{эксп}$	50,75	-73,34	133,58	-182,74	159,22	-216,43
	Расхождение (%)						
	δ	11,7	11,7	10,6	11,9	11,9	11,4
	Перемещения (мм)						
	$w_{l,2}^{теор}$	0,20	0,13	0,55	0,51	0,59	0,57
	$w_{l,2}^{эксп}$	0,18	0,12	0,51	0,475	0,56	0,54

Примечание: Нагружение со стороны толстого слоя

Вывод.

1. Следует отметить, что данные расчёты проведены на основе представления расчётной модели здания в виде одномассового консольного стержня с

периодом собственных колебаний до усиления $T=0,6$ с. Продолжительность сейсмического воздействия, представленного в виде стационарного случайного процесса, принята равной 10 сек. Коэффициенты γ и μ приняты, равными 1, а вероятность безотказности системы оценена по теории выбросов.

2. Найдено решение системы дифференциальных уравнений для трехслойной балки, симметричной и несимметричной структуры при различных условиях опирания концов и нагружения.

3. Вид решения дифференциальных уравнений свидетельствует, что выражение для искомых функций ($w_{1,2}$; $u_{1,2}$) содержит несколько быстро затухающих составляющих. Эти составляющие описывают краевые эффекты, связанные с интенсивным сдвигом в трехслойной конструкции, сжатием заполнителя, которые в значительной мере определяют напряженно-деформированное состояние трехслойного пакета в зонах, имеющих большой показатель изменчивости. Подобное решение для трехслойной цилиндрической оболочки и балки получено впервые.

4. Результаты теоретических расчетов показывают наличие сближения несущих слоев в зонах опирания для несимметричной трехслойной балки, защемленной по кромкам при действии равномерно распределенной нагрузки. Для симметричной балки наибольшее сближение слоев наблюдается в середине пролета.

5. Сравнение данных теоретических исследований с экспериментальными показали что, разность напряжений несущих слоев не превышает 12%, а разность в перемещениях не превышает 8%.

Библиографический список:

1. Устарханов О.М., Батдалов М.М., Муселемов Х.М.. Расчет трехслойных конструкций с дискретным заполнителем - Махачкала 2014.-160с.
2. Устарханов О.М., Кобелев В.Н., Булгаков А.И., Кулиева Ш.С. Экспериментальные исследования трехслойных балок для оценки влияния краевых эффектов на напряженно-деформированное состояние//Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2005, приложение №1, с.75-78.

УДК 627.82.012

Рагимова А.С.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МАЛОГО ПЛОТИНОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОКА МАЛЫХ ГОРНЫХ РЕК ДАГЕСТАНА

Ragimova A.S.

RESEARCH IN THE FIELD OF SMALL CONSTRUCTION OF DAMS AND PROSPECTS FOR THE USE OF DRAIN OF SMALL MOUNTAIN RIVERS OF DAGESTAN

В данной статье приведены результаты научного анализа актуальности исследований в области малого плотиностроения и определены перспективы использования стока малых горных рек Дагестана.

Ключевые слова: *удельная стоимость, удельные трудозатраты, технология возведения бетонных сооружений, малая плотина, градация бетонных плотин по категориям, проблемы в области малого плотиностроения, удельные показатели строительства монолитных бетонных плотин малых категорий, малые и мельчайшие реки.*

This article contains a scientific analysis of the relevance in the field of small construction of dams and prospects for the use of drain of small mountain rivers of Dagestan.

Key words: *specific cost, specific labor costs, the technology of construction of concrete buildings, a small dam, gradation of concrete dams by category, problems in the field of small construction of dams, specific indicators of the construction of monolithic concrete dams of small categories, small and smallest rivers.*

Введение. Известная в гидротехнике тенденция – увеличение удельной стоимости и удельных трудозатрат (на 1 м³ бетона) с уменьшением общего объема бетона в теле плотин долгое время рассматривалась с точки зрения качественного показателя. Например, не было известно, насколько увеличиваются указанные выше и другие удельные показатели с уменьшением объема бетона в определенных диапазонах. Или, где проходит граница, когда удельные показатели начинают заметно возрастать с уменьшением объема бетона в теле плотин при строительстве их по известным методам и технологиям.

Отдельные известные случаи показывали, что в одних и тех же региональных условиях стоимость 1 м³ бетона плотин малого объема в 2-3 раза и более, дороже, чем на больших и средних плотинах, а удельные трудозатраты

(на 1 м³ бетона) выше в 3-10 раз. Однако эти факты не создавали цельной картины состояния дел в области технологии возведения малых плотин, и эта область оставалась «белым пятном» на «совести» гидротехников, включая и сам термин «малая плотина».

Учитывая вышеизложенное, с середины 1980-х годов начались исследования в области малого плотиностроения, и в этом направлении вырисовывались следующие задачи, которые необходимо было решать:

1. Оценить количественную базу строительства плотин малых категорий на малых реках, в частности, определить возможное количество малых плотин, которые можно построить на малых и мельчайших реках (Дагестана, Северного Кавказа и т.д.);
2. Установить особенности строительства плотин малых категорий (бетонных, земляных), с определением математической зависимости между объемом тела плотин и различными удельными показателями, включая количественную оценку понятия «малая плотина»;
3. Разработать высокотехнологичные в строительстве конструкции малых плотин, которые, по удельным показателям технологии возведения не уступали бы, а возможно и превышали показатели, полученные при строительстве больших и средних плотин;
4. Применить новые математические методы расчета устойчивости и прочности разработанных конструкций плотин, с целью установления наиболее оптимальных их параметров и предельно допустимых значений по высоте;
5. Разработать и апробировать на практике технологию возведения новых конструкций плотин, сравнить полученные результаты с существующими ныне технологиями возведения.

Решение вышеперечисленных задач началось с наиболее наукоемких направлений п.3 и п.4, т.е. – с разработки новых конструкций плотин и методов их расчета. В 1983-86 гг. были получены первые авторские свидетельства на изобретения по сборным бетонным плотинам и появились и первые публикации по новым конструкциям сборных плотин в центральных научных журналах. До 1992 года было получено 12 авторских свидетельства на изобретение сборных плотин, часть из которых позже была переведена в патенты.

В начале 1990-х годов были разработаны методы расчета для некоторых из конструкций сборных плотин, которые опубликованы в научных изданиях. Одновременно разрабатывалась и технология возведения сборных плотин, апробация которой впервые осуществлялась при строительстве первой в СССР сборной гравитационной плотины, построенной в Гунибском районе Дагестана в 1991 году, с публикацией полученных результатов в центральном журнале гидротехников [1, 2, 3].

Основными итогами исследований в вышеуказанный период явились:

- разработка более 40 видов высокотехнологичных конструкций сборных подпорных сооружений, всех конструктивных типов, которые можно

- было возводить в 3-5 раз быстрее, по сравнению с монолитными вариантами;
- разработка технологии возведения и организации строительства новых плотин, которые позволяли достигнуть указанных выше показатели, заложенные в их конструктивных решениях;
- на основе метода «конечных элементов», разработаны математические модели расчета сборных бетонных плотин (на устойчивость и прочность), как дискретные области, где взаимодействие элементов происходит по швам между блоками;
- впервые построить полносборную бетонную гравитационную плотину, с апробацией на ней технологии возведения.

Постановка задачи. С целью дальнейших планомерных исследований в области конструкторско-технологических решений создания новых видов и типов плотин, необходимо было более детально изучить особенности строительства монолитных бетонных плотин в области «малых категорий», с целью выявления причин больших удельных показателей в этой области – при строительстве их по существующим методам и технологиям. Одновременно, необходимо было более аргументировано дать количественную оценку возможной базы строительства малых плотин на всех малых и мельчайших реках Дагестана. Это необходимо для того, чтобы знать, стоит ли заниматься данной проблемой вообще? Особенно это важно при взаимоотношениях с другими специалистами, имеющих возможность помочь в решении проблем в малом плотиностроении, т.е., ответить на задачи, поставленные в вышеуказанных п.1 и п.2.

Исследования по этим пунктам вышеуказанных задач начались в середине 1990-х годов и к 2001 году получены первые значительные результаты.

Прежде всего, в градацию категорий бетонных плотин, предложенную ранее [3, 4], было внесено дополнение, т.е. самые малые плотины – объемом до 10м³ были отнесены к 1-й категории, объемом от 10 до 100 – во 2-й категорию и т.д., до 8-й категории - с объемом бетона более 10 млн.м³.

Это позволило выделить область супер малых плотин, где удельные показатели в строительстве ожидалось наибольшие. Затем доказать, что данная градация хорошо коррелируется со значимостью объектов для народного хозяйства, например, существует четкая взаимосвязь между объемом бетона в теле плотин и мощностью ГЭС, для которой построена эта плотина [4]. Аналогичная корреляция наблюдается и между объемом бетона в теле плотин и площадями мелиорируемых земель.

Методы исследования. Для исследования удельных показателей строительства монолитных бетонных плотин малых категорий с учетом реальных условий были рассмотрены более 30 створов на малых и мельчайших реках Дагестана (в Сулейман-Стальском, Карабудахкентском, Акушинском и Левашинском районах). Для 27 створов были составлены проекты плотин для реального строительства, которые в организации и технологии возведения учитывали местные условия.

Объемы бетона плотин в рассмотренных створах находились в диапазоне от 6 до 3500 м³, ширина створов колебалась от 4 до 70 м, высота плотин от 3 до 20 м, среднегодовые расходы рек от 0,1 до 0,5 м³/с, при максимальных сбросных 10÷100 м³/с. Большинство створов имеют вертикальные скальные борта с аллювиальными отложениями в основании толщиной от 1 до 4 м. Все рассмотренные плотины, кроме одной, имеют водосливы на гребне.

По каждому виду плотин были получены общие и удельные показатели – по трудозатратам, по стоимости, по срокам строительства и т.д. Причем, общие и удельные трудозатраты определялись в отдельности по видам и группам работ (буровзрывные и земельно-скальные; работы по отводу воды рек в строительный период; бетонные работы в створе и т.д.), а затем суммировались. Сметно-финансовые расчеты производились для строительно-монтажных работ (СМР) и сводным сметам (удельные стоимостные показатели определялись в отдельности, по каждому виду смет). Общие и удельные сроки строительства определялись на основе оптимизированных календарных графиков работ.

Данными исследованиями была установлена взаимосвязь между объемом бетона в теле плотин с общими и удельными показателями по трудозатратам; стоимостным показателям; срокам строительства и т.д.; получены математические выражения данных зависимостей и другие количественные показатели.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Полученные результаты были опубликованы [5] и они показывают, что при изменении (уменьшении) объема бетона в теле плотин от 3500 м³ до 6 м³, удельные трудозатраты приходящиеся на 1 м³ бетона увеличиваются от 4 до 44,5 чел.час/ м³ – по чисто бетонным работам от 4,1 до 54,3 чел.час/ м³ – по бетонным работам и устройству мостовых переходов на гребне плотин и от 4,4 до 89,2 чел.час/ м³ – по всем видам работ возведения плотин (с учетом водоотведения в строительный период, буровзрывных работ и т.д.). В этом же диапазоне, удельные стоимостные показатели по СМР и сводной смете, приведенные к 1 м³ бетона, изменяются (увеличиваются) примерно в 4 раза.

Данные результаты показывают, что с изменением объема бетона от середины 4-й категории плотин (диапазон от 1 до 10 тыс. м³), удельные трудозатраты повышаются в 11,1 раза по бетонным работам и в 20,3 раза – по всем видам работ в створе. При этом удельная стоимость объекта, приведенная к 1 м³ бетона, увеличивается примерно в 4 раза. Если сравнить эти данные с лучшими показателями, полученными при строительстве плотин 7-й категории (с объемом бетона от 1 до 10 млн.м³), например, с удельными трудозатратами, полученными при строительстве Саяно-Шушенской, Токтогульской и Чиркейской плотин, где они равнялись 1,3 чел.час/ м³ [6], то видно, что на плотинах малых категорий они выше от 3,1 до 34,2 раз.

Из вышеприведенного видно, насколько плохо обстоят дела в малом плотиностроении, если строить плотины малых категорий по существующим методам и технологиям, применяемых для больших плотин. Это сказывается

и на удельной стоимости объекта, на удельных сроках строительства и т.д. Все это говорит о том, что необходимо продолжать поиск новых конструктивно-технологических решений строительства плотин малых категорий.

По исследованиям о возможном количестве малых плотин в Дагестане (количественная база) в настоящее время получены первые результаты.

Исследования производились с учетом количества малых и мельчайших рек в Дагестане (6248), их общей длины и средних уклонов рек в диапазонах высот в горах до 700 м; от 700 до 1200 м; от 1200 до 2000 м; от 2000 до 2500 м и более 2500 м. Количественная оценка проводилась в отдельности по малым и мельчайшим рекам бассейнов р.Сулак, р.Самур и самостоятельным рекам горно-предгорной зоны. Устанавливались уклоны рек в указанных выше диапазонах высот и бассейнам. С учетом среднегодовых расходов малых рек подбирались средние высоты плотин: для расходов $2 \div 8 \text{ м}^3/\text{с}$ – высотой до 30 м; для расходов $0,5 \div 2 \text{ м}^3/\text{с}$ – высотой до 20 м и для расходов меньше $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ – высотой до 10 м.

С учетом возможного «вмещения» указанных высот плотин (верхних бьефов) на своих участках по длине рек, с учетом их уклонов, получены средние длины водохранилищ в разных высотных диапазонах, и в соответствии с этим вычислено возможное количество водохранилищ на всей длине всех рек.

Вывод. Теоретически возможное количество водохранилищ (плотин) указанных выше высот в сумме может быть порядка 150 тысяч. Однако не все плотины из этого количества можно возводить (или экономически целесообразно возводить) из-за освоенности земель в долинах рек, дорог у русел рек, скотопрогонов. Если проводить аналогию с гидроэнергетикой Дагестана, когда из 50,3 млрд. квт. ч. потенциальной энергии всех рек Дагестана, экономически целесообразной считается примерно 3-я часть (16 млрд. квт. ч.), тогда целесообразное количество плотин (водохранилищ) для всех возможных целей применения (орошение, малые ГЭС, водоснабжение, рекреация и т.д.), может быть принято порядка 50 тысяч. Это и есть та количественная база для малых плотин, которые можно построить в Дагестане.

Много это или мало? Если учесть, что на притоках р. Янцзы в Китае уже построено около 100 тысяч средних и малых плотин, то 50 тысяч возможных к строительству плотин в Дагестане не покажется – много. Но если учесть, что в 1960-1990 годы в Дагестане построено около 33 плотин высотой до 30 м (т.е. в среднем примерно 1 плотина в год), то это достаточно большая цифра. Если эту «целину» осваивать строительством по 100 плотин в год, то работы хватит на 500 лет!

Это достаточно большая база для целенаправленных исследований в этой области. Работы в этом направлении продолжаются, включая и строительство экспериментальных сборных бетонных плотин, которые, например, были построены на р. Акташ у г. Хасавюрт и р. Накхер в Левашинском районе.

Библиографический список:

1. Сулейманов И.А-Г. Дагестанская сборная бетонная плотина. М., Гидротехническое строительство, №11, 1992.
2. Сулейманов И.А-Г., Муслимов Х. Строительство плотин на малых реках М., Гидротехническое строительство, №9, 1993.
3. Сулейманов И.А-Г., Соколов И.Б. О строительстве малых по объему сборных бетонных плотин. М., Гидротехническое строительство, №7, 1994.
4. Сулейманов И.А-Г., Гаджиева А.С. Общие соображения по плотиностроению и постановка задач исследований в области плотин малых категорий. Махачкала, Госком.РД по мелиорации и водному хозяйству, ДГТУ. Сб.статей, 1997.
5. Сулейманов И.А-Г., Гаджиева А.С. Особенности строительства бетонных плотин малых категорий. М., Гидротехническое строительство, №2, 2001.
6. Судаков В.Б., Толкачев Л.А. Современные методы бетонирования высоких плотин. М., Энергоатомиздат, 1988.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338

Атуева Э.Б., Дусилаева Х.М., Шабанова М.М.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Atuyeva E.B., Dusilaeva H.M., Shabanova M.M.

PRIORITY DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

Модернизация экономики Российской Федерации невозможна без системного подхода к развитию современной инфраструктуры жилищно-коммунального комплекса. Для этого необходимо принятие мер по повышению эффективности жилищного фонда, модернизации систем коммунальной инфраструктуры, повышения качества и надежности поставки коммунальных ресурсов, внедрению современных технологий. Проблемы жилищно-коммунального хозяйства особенно актуальными являются для урбанизированных территорий, где имеет место разветвленная сеть инженерной инфраструктуры. Проведенный анализ развития муниципального образования «Город Махачкала» показал, что хотя городской администрацией проводится серьезная работа по развитию жилищно-коммунального комплекса, на сегодняшний день в этой сфере городской жизни остается достаточно много нерешенных проблем.

Разработан комплекс мер, направленных на совершенствование и дальнейшее развитие жилищно-коммунальной сферы.

Ключевые слова: *жилищно-коммунальный комплекс, жилищное строительство, коммунальное хозяйство.*

The modernization of the Russian economy is impossible without a systematic approach to the development of a modern infrastructure of housing and communal services. This requires the adoption of measures to improve the efficiency of the housing stock, the modernization of municipal infrastructure, improve the quality and reliability of delivery of municipal resources, introduction of modern technologies. Problems of housing and communal services are particularly relevant for urban areas - areas of cities and towns where there is an extensive network of engineering infrastructure. The analysis of development of the municipality "City of Makhachkala" showed that although the municipal administration carried out serious work on the development of housing and communal services, today in the field of city life is still a lot of unsolved problems.

The package of measures, directed on improvement and further development of the housing-and-municipal sphere is developed.

Key words: *housing and communal services, housing, communal services.*

Введение. Жилищно-коммунальное хозяйство является наиболее сложной и разветвленной отраслью городского хозяйства, которое формирует качество жизни населения, культуру быта и образ жизни, во многом определяет социально-экономический потенциал территорий, его инвестиционную привлекательность.

Несмотря на проведенные с 90-х годов прошлого века реформы, жилищно-коммунальное хозяйство до сих пор является зоной повышенных технических, экологических, социально-экономических и политических рисков.

Доля населения, проживающего в многоквартирных домах, подлежащих комплексному капитальному ремонту, составляет сегодня около 30%. В капитальном ремонте нуждается до 40% от общего количества жилых домов, в то время как по разным субъектам Федерации ежегодно капитально ремонтируется всего от 0,6 до 2,7% общей площади жилищного фонда.

Постановка задачи. Устаревшая жилищно-коммунальная инфраструктура большинства городов не позволяет обеспечивать выполнение современных экологических требований и требований к качеству поставляемых потребителям коммунальных ресурсов. Каждая пятая проба питьевой воды из разводящих водопроводных сетей не соответствует санитарным нормам по санитарно-химическим и каждая десятая - по микробиологическим показателям.

В результате накопленного износа растет количество инцидентов и аварий в системах тепло-, электро- и водоснабжения, увеличиваются сроки ликвидации аварий и стоимость ремонтов [1,4].

Аналогичные проблемы в сфере жилищно-коммунального хозяйства характерны и для Республики Дагестан. В результате реформирования жилищной политики в Республике Дагестан удалось стабилизировать жилищное строительство, изменить структуру жилищного фонда по формам собственности в направлении увеличения частного жилья, активизировать приток внебюджетных инвестиций.

На рисунке 1 приведена динамика ввода жилых домов в Республике Дагестан в процентах к декабрю 2012 года [3]. Как видно из приведенной схемы в 2014 году наблюдался спад ввода объектов индивидуального жилищного строительства. В течение года особенно в первой половине года уровень ввода жилья составлял 20-25 % и только к октябрю – ноябрю 2014 года были достигнуты показатели 2012 года.

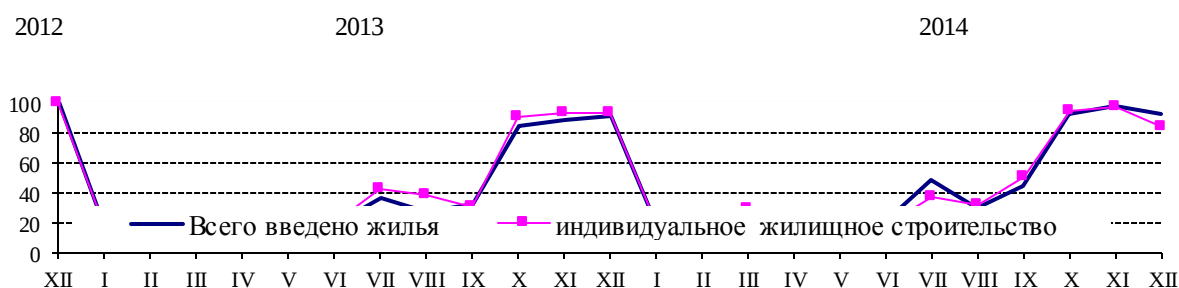


Рисунок 1 - Динамика ввода в действие жилых домов

По данным обследования деловой активности строительных организаций, проведенному в 2014 году, индекс предпринимательской уверенности в строительстве в IV квартале 2014 года составил 1%. В то время как в 2012 году он составлял 2,5 %. Резко сократилась и численность занятых в строительстве. В 2015 году эти тенденции продолжились (рис.2).

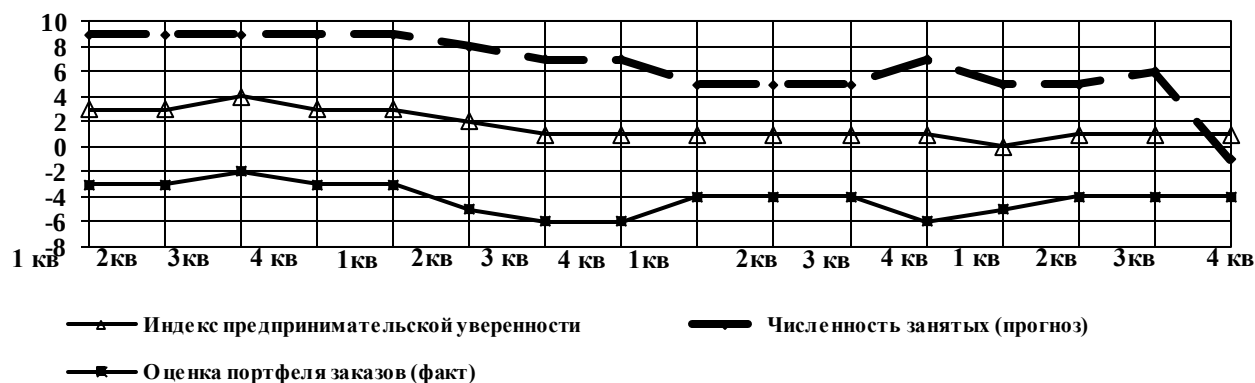


Рисунок 2 - Динамика индекса предпринимательской уверенности в строительстве (в процентах)

Основными факторами, сдерживающими деятельность строительных организаций, являются неплатежеспособность заказчика (на этот фактор указали 80% опрошенных руководителей организаций), недостаток квалифицированных рабочих и конкуренция со стороны других строительных фирм(59%) [3].

Развитие и реформирование жилищной сферы становится одним из главных направлений формирования устойчивой городской среды. В этой связи в г. Махачкала крайне важно добиться решения проблем, которые препятствуют стабильному и устойчивому развитию жилищного сектора. Соответственно от их решения зависит состояние городского бюджета, динамичное развитие бизнеса, благополучие горожан.

Для реализации этого направления необходимо реализовать комплекс мер, обеспечивающих совершенствование и дальнейшее развитие жилищной сферы в г. Махачкале:

- выявлять жилищные потребности различных социальных групп населения, материальные возможности их удовлетворения и необходимую для этого типологию жилых домов и квартир;
- создать подробную порайонную классификацию муниципального жилищного фонда по физическому и моральному износу и осуществлять мониторинг состояния жилищного фонда;
- разработать и реализовать программу реконструкции и модернизации существующего жилищного фонда, обеспечив повышение качества (комфортности) проживания в нем;
- обеспечить удовлетворение возрастающего спроса населения на высококачественное жилье;

- разработать и реализовать программу нового жилищного строительства, повысив уровень жилищной обеспеченности в городе, и тем самым, создать условия для поквартирного проживания каждой семьи, сбалансирования спроса и предложения;
- ускорить жилищное обеспечение очередников на основе комбинированной системы мер по финансированию строительства;
- поддерживать создание организаций жилищных объединений, ассоциаций, товариществ, кооперативов и других форм совместной собственности и управления жилищным фондом;
- создать развитую коммерческую сеть обслуживания частного и муниципального жилья;
- добиться за счет создания эффективных экономических механизмов существенного улучшения качества жилищно-коммунальных услуг путем доведения их до уровня современных требований населения, соответствующих нормам технического и социального прогресса.

Как показало исследование, в связи с достаточно высокими темпами строительства жилья в городе резко возросли нагрузки на инженерную инфраструктуру (таблица 1) [2].

Таблица 1 - Сведения об объектах коммунальной инфраструктуры в городе Махачкала по состоянию на 1 января 2015 года

Количество предприятий по утилизации и переработке бытовых и промышленных отходов	ед.	-
Вывезено за год твердых бытовых отходов	тыс. куб. м.	1000
Одиночное протяжение уличной газовой сети,	м	1185280
в том числе нуждающейся в замене и ремонте	м	4590
Заменено и отремонтировано уличной газовой сети за отчетный год	м	4590
Число источников теплоснабжения,	ед.	151
из них мощностью до 3 Гкал/ч	ед	127
Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении,	м	259740
в том числе, нуждающихся в замене.	м	123696
протяженность тепловых и паровых сетей, которые были заменены и отремонтированы за отчетный год.	м	21350
Одиночное протяжение уличной водопроводной сети,	м	494200
в том числе нуждающейся в замене	м	211800
одионое протяжение уличной водопроводной сети, которая заменена и отремонтирована за отчетный год.	м	3300
Одиночное протяжение уличной канализационной сети,	м	134600
в том числе нуждающейся в замене	м	75900
Одиночное протяжение уличной канализационной сети, которая заменена и отремонтирована за отчетный год	м	300

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, нуждаются в замене - 123696 м тепловых и паровых сетей, 211800 м водопроводных сетей, 4590 м газовых сетей.

Кроме этого, выявлен ряд других проблем в сфере жилищно-коммунального хозяйства, которые необходимо решать органам местного самоуправления.

К ним относятся:

- возросшие нагрузки на инженерную инфраструктуру города;
- проблемы с обеспечением водой населения города и ее качеством;
- износ инженерных коммуникаций, что сохраняет возможность чрезвычайных ситуаций;
- низкое качество состояния дорожной сети города, ее пропускной способности;
- проблемы с утилизацией бытовых отходов и отсутствие предприятия, занимающегося переработкой, хранением и утилизацией твердых бытовых отходов;
- нерешенность вопросов водоотведения и создания действенной канализационной системы.

В направлении модернизации систем коммунальной инфраструктуры, повышения эффективности управления и улучшения качества и надежности поставки коммунальных ресурсов, на наш взгляд, в городе Махачкала необходимо предусмотреть проведение следующих мероприятий:

- формирование базы данных о реальных объемах производства, потребления и потерь коммунальных ресурсов как основы для принятия взвешенных, объективных и приближенных к реальности решений в области эффективного управления системами коммунальной инфраструктуры;
- обеспечение надлежащей эксплуатации, сохранности и своевременной замены установленных индивидуальных приборов учета воды, электроэнергии и общедомовых (коллективных) приборов учета воды, электроэнергии, теплоэнергии, природного газа, а также внедрение автоматизированных систем сбора данных, полученных по показаниям приборов учета;
- создание условий для привлечения частных инвестиций в модернизацию систем коммунальной инфраструктуры и стимулирования ресурсоснабжающих организаций к проведению модернизации систем коммунальной инфраструктуры, повышению качества и надежности поставки коммунальных ресурсов;
- создание эффективных методов управления системами коммунальной инфраструктуры, в том числе устойчивого планирования и развития таких систем.

В 2012-2014 гг. в г. Махачкале осуществлялись крупные проекты: реконструкция магистралей по линии проспектов им. Насрутдинова, Гамзатова,

Центральной площади, ул. Гаджиева и 20 других улиц с полной заменой инженерных коммуникаций, строительство путепровода длиной 514 метров и шириной 12 метров. Это изменило облик города и создало возможность развивать жилищное строительство в направлении четырех реконструированных въездных магистралей города.

Но, несмотря на проводимые мероприятия, серьезной проблемой города Махачкала является дорожная сеть и ее пропускная способность. В соответствии с Программой строительства, реконструкции, ремонта, содержания улично-дорожной сети города Махачкалы на 2010-2015 годы было проведено выборочное обследование 12 улиц, характерных для общей улично-дорожной сети города, которое позволило сделать вывод о том, что в настоящее время требованиям ровности не отвечает (около 80-90%) дорожных покрытий города, а более 70-80% дорог обладают неудовлетворительными сцепными свойствами, свыше 55% протяженности дорог (около 260 км) требуют усиления асфальтобетонного покрытия, причем, около 35% (около 168 км) - капитального ремонта и 20% (около 96 км) реконструкции. Фактически необходимо построить около 318,7 км новых дорог.

Учитывая, что интенсивность движения на основных улицах г. Махачкалы достигает 10-15 тысяч автомобилей в сутки, в сложившихся условиях особую актуальность приобретает решение следующих задач:

- постоянный мониторинг транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети по основным показателям безопасности, интенсивности и скорости дорожного движения, пропускной способности;
- создание и ведение автоматизированного банка данных о состоянии улично-дорожной сети;
- расчет и обоснование необходимого объема средств для приоритетного выполнения работ по ремонту и содержанию улично-дорожной сети;
- экономичное и целевое планирование дорожных работ в условиях жестких финансовых ограничений.

Необходима паспортизация улиц города, учитывая, что территория улично-дорожной сети представляет собой часть территории города, предназначенную для движения транспортных средств и пешеходов, прокладки инженерных коммуникаций, размещения зеленых насаждений и шумозащитных устройств, установки технических средств информации и организации движения и др.

Город Махачкала относится к наиболее загрязненным территориям, где сосредоточены предприятия обрабатывающих отраслей, теплоэнергетики, а также большой парк транспорта. Одним из ключевых вопросов является утилизация бытовых отходов. Стихийные свалки в г. Махачкале и г. Каспийске оказывают негативное воздействие практически на все компоненты природной среды: атмосферу, водные источники, почву, растительный и животный мир. В настоящее время в городе отсутствуют предприятия, занимающиеся переработкой, хранением и утилизацией твердых бытовых отходов.

Одновременно крайне остро стоит проблема завершения канализационного тоннеля от Махачкалы до Каспия, увеличения мощности очистных сооружений и предотвращения загрязнения побережья и акватории Каспия.

В этой связи было бы целесообразно привлекать предпринимателей для решения этих проблем или реализовать проекты по линии партнерства государства и частного сектора по строительству мусороперерабатывающих заводов и очистных сооружений на правах концессии с последующей передачей их муниципалитетам по истечении срока окупаемости.

Для повышения качества городской среды, улучшения экологической обстановки необходимо продолжить работу по реконструкции и расширению зоны зеленых насаждений на основе внедрения таких принципиально новых, прогрессивных подходов к озеленению городских территорий как: создание многоярусных полос из зеленых насаждений, экранирующих пешеходные зоны и зоны отдыха от воздействия движущегося транспорта; создание озелененных автомобильных парковок; применение крупных контейнеров для подъема растительности в случаях, когда необходима защита от засорения, а также при близком залегании подземных коммуникаций (цветочные вазы, ящики на силовых ограждениях, многоярусные мобильные конструкции, конструкции на опорах освещения) и т.п.

Реализация вышеуказанных мероприятий, на наш взгляд, позволит повысить эффективность функционирования жилищно-коммунального комплекса города и будет способствовать повышению уровня качества городской среды.

Вывод. Совершенствование организационно-экономического механизма управления жилищно-коммунальным хозяйством заключается в реализации формирования эффективной системы организации и условий договорных отношений; создании условий для развития конкурентных отношений и привлечения частного бизнеса на рынок коммунальных услуг; создании экономической заинтересованности (мотивации) участников процесса предоставления услуг; в снижении непроизводительных затрат за счет конкурсного их отбора; во внедрении методов контроля и мониторинга оценки результатов и качества функционирования организаций жилищно-коммунального хозяйства.

Библиографический список:

1. Концепция федеральной целевой программы «Комплексная программа модернизации и реформирования жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2020 годы»: Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2010 № 102-р.
2. Социально-экономическое положение Республики Дагестан за январь-декабрь 2014 г. Статистический сборник. – Махачкала. – 2014.
3. Сведения об объектах инфраструктуры муниципального образования [электронный ресурс] режим доступа <http://www.mkala.ru>
4. Шабанова М.М., Алиев Р.Д., Атуева Э.Б. Основы государственного и муниципального управления. – Махачкала. – 2015. – 290 с.

УДК 69.003

Гасанова Н.М., Исмаилова Ш.Т.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЕМ РАБОТ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Gasanova N.M., Ismailova SH.T.

CONCEPTUAL BASE OF THE SITUATION MANAGEMENT BY WORK BUILDING PROJECT

Предлагаются концептуальные основы формирования ситуационного управления процессом реализации работ строительного проекта. Уточнены основные показатели структурированного описания работ строительного проекта. Разработана методика управления выполнением работ по результатам и времени их реализации.

Ключевые слова: *строительный проект, выполнение работ, ситуационное управление, управление по времени и результатам.*

They are offered conceptual bases of the shaping the situation management by process to realization of the working the building project. The main indicators of the structured description of works of the construction project are specified. The designed methods of work execution management on result and time to their realization.

Key words: *building project, work execution, situation management, management on time and result.*

Введение. Одной из актуальных проблем эффективной реализации строительного проекта является действенное управление производством работ.

В общем случае работа определяется как совокупность взаимосвязанных операций, направленных на достижение желаемого результата на заданном интервале времени. Работа наследует основные черты проекта – сроки, объём, бюджет, ресурсы, риск и т.д. – и является его составной частью. В этом случае строительный проект можно рассматривать как совокупность взаимосвязанных работ [1].

Постановка задачи. Основными задачами управления работами строительного проекта является управление реализацией связанных с ними операций в заданные сроки, при заданных ресурсах с минимальным риском срыва их выполнения.

Объём работ относится к важнейшей их характеристике и может выражаться в различных показателях: трудоёмкости, продолжительности, стоимости и т.д. Наиболее часто для определения объёма работ используется продолжительность, которая определяется количеством рабочего времени, тре-

бующимся для их реализации. На продолжительность работ оказывает влияние потребности в ресурсах, необходимых для их реализации, квалификация рабочих, климатические условия, сроки поставок материалов и оборудования, накопленный опыт и т.д. Инструментарием для оценки продолжительности работ могут служить: расчёты на основе нормативов; экспертные оценки; оценки по аналогам и имитационное моделирование.

Таким образом, ситуация, определяющая состояние выполняемых работ строительного проекта, будет состоять из n кортежей (количество n определяется числом совмещено реализуемых работ проекта), каждый из которых содержит текущие оценки, определяемые: сроком выполнения работы; затратами времени, учет которых ведётся от начала работы; фактически выполненным объёмом работы и оставшимся нереализованным её объёмом; израсходованными и оставшимися средствами и ресурсами работы, действующими факторами риска. Для анализа состояния процесса реализации работы фактическое значение показателей ее реализации сравнивается с целевыми, на текущий момент времени, их значениями. Полученные в результате сравнения отклонения рассматриваются как основание для проведения управленческих мероприятий, позволяющих устранить возникающие отклонения.

Важным элементом управления реализацией работ строительного проекта является планирование требуемых для их выполнения ресурсов. Потребность в ресурсах определяется на основе того, какие ресурсы и в каких объемах должны быть использованы для выполнения работ строительного проекта. Источниками информации в этом случае являются нормативные показатели, редукционные сетевые модели процесса реализации работ [2], содержание работ и цели реализации строительного проекта.

Планируемая стоимость работ зависит от их объёма и трудоемкости. В общем случае она определяется на основании планируемой потребности в ресурсах, необходимых для их выполнения и стоимости единицы каждого вида используемых ресурсов. В случае, когда невозможно адекватно оценить потребности в конкретных видах ресурсов на работу, планируемая стоимость определяется либо по нормативам на данные виды работ, либо на основании оговоренной в заключённых договоре стоимости их реализации, либо в результате экспертных оценок и из предыдущего опыта.

Продолжительность работ, планируемые потребности в ресурсах и стоимость являются взаимосвязанными показателями, т.к. изменение одного из них влечёт за собой изменение других показателей. При этом сокращение времени продолжительности выполнения работ, как правило, влечёт за собой увеличение используемых для этого ресурсов и стоимости их реализации. Следовательно, имеется возможность минимизировать каждый из данных показателей. Отсюда, для управления значениями рассмотренных показателей необходимо решить задачу многокритериальной оптимизации по Парето [3]. При этом в качестве параметров управления можно использовать квалификацию рабочих, периодичность поставки материалов, производительность труда, объёмы получаемой прибыли и т.д.

Особую роль в управлении работами строительного проекта играет его содержание. Под содержанием проекта подразумевается деятельность, необходимая для получения запланированных результатов проекта (продукта) с требуемыми характеристиками и функциями. Основными процессами управления содержанием проекта являются: инициирование проекта; планирование содержания; определение содержания; подтверждение содержания и контроль над изменением содержания.

Инициирование является процессом выявления необходимости реализации нового проекта или того факта, что проект должен перейти в новую фазу. Учитывая сложность процесса реализации проектов, этот процесс должен рассматриваться как полифазный, когда переход на новую фазу определяется достижением цели предыдущей фазы.

Другими словами для организации эффективного инициирования строительных процессов они разбиваются на фазы (например, по вехам), каждая из которых заканчивается достижением соответствующей цели. Окончание одной фазы является предпосылкой для перехода к следующей за ней другой фазе реализации проекта.

Определение содержания проекта включает декомпозицию целей проекта на более мелкие и управляемые работы для того, чтобы:

- произвести оценку по стоимости, времени и ресурсам проекта;
- создать основу для измерения и контроля хода выполнения работ;
- распределить права и обязанности по проекту, определить степень ответственности.

Для декомпозиции целей и подцелей проекта следует использовать методы построения редукционных моделей решения сложных задач, рассматривая первую фазу реализации проекта на первом уровне редуцирования [2].

Важное место в организации управления процессом выполнения работ проекта является определение характера взаимосвязи между объёмами, продолжительностью и стоимостью реализуемых работ.

Объём выполняемых работ может вычисляться после построения редукционной сетевой модели их реализации на основе нормативов выполнения элементарных операций, определяемых на последнем уровне разбиения.

Продолжительность проекта и составляющих его работ ограничивается желаемой датой их завершения, установленной либо контрактом с заказчиком, либо другими внешними условиями. С другой стороны, продолжительность работ может быть определена из их объёма и производительности ресурсов, требующихся (использующихся) для их выполнения:

$$T_p = V_p / Q_p, \quad (1)$$

где V_p , Q_p – соответственно объёмы работ и объёмы используемых ресурсов.

Учитывая, что объёмы работ по проекту V_p являются фактически величиной постоянной, то за параметр управления продолжительностью работ принимается объём ресурсов Q_p .

Стоимость реализации работ в общем случае на прямую зависит от количества ресурсов, назначенных для их выполнения. В виду того, что наиболее значимым и невосполнимым элементом проекта является время его реализации, то именно за счёт эффективного планирования ресурсов и затрат проекта можно добиться оптимального срока его завершения. При этом задача оптимизации продолжительности выполнения работ сводится к аналитическому вычислению величины T_p при заданных объёмах и зафиксированных финансовых средствах, отпущенных на их реализацию.

В других постановках эта задача может решаться при следующих обстоятельствах:

- при необходимости обеспечения завершения работ и проекта в целом за более короткие сроки путём использования дополнительных ресурсов и финансирования;
- для определения целесообразности внедрения новых технологий после начала реализации работ по проекту;
- для проверки правильности и оптимальности распределения ресурсов между работами при ограниченных их объёмах;
- при необходимости перераспределения имеющихся ресурсов между работами для сокращения сроков реализации критических работ.

Общие затраты проекта для каждого периода определяются как сумма прямых и косвенных затрат. Природа прямых затрат такова, что они увеличиваются в объёме при сокращении длительности выполнения работ, а накладные расходы при этом снижаются. Это приводит к тому, что существует продолжительность t^* выполнения работ при которой общие затраты являются минимальными. Следовательно, если не существуют со стороны заказчика жёстких ограничений на сроки реализации проекта, то для получения максимальной прибыли застройщик должен придерживаться оптимальных сроков реализации каждого вида выполняемых работ по проекту.

При этом является важным применение эффективных методов управления содержанием работ, являющихся элементами содержания самого проекта. Для эффективного управления содержанием проекта необходимо определить: работы для выполнения; последовательность работ; продолжительность работ; потребность в ресурсах для их реализации и стоимость работ.

Под содержанием отдельных работ проекта следует понимать описание связанных с их выполнением операций и технологии реализации этих операций, а также закреплённые за ними ресурсы, которыми они должны быть обеспечены.

Для определения операций, из которых состоит отдельная работа проекта, необходимо сформировать её редукционную сетевую модель, используя процедуры роста сетевых моделей решения сложных задач [2]. Последний ярус - висячие вершины сформированной модели - будут определяться элементарными непосредственно реализуемыми операциями, сроками реализации этих операций и требуемыми для этого ресурсами. Последовательность

выполнения операций определяется их порядковыми номерами, присвоенными в процессе роста редукционной модели реализации работ.

Планирование ресурсов на реализацию работ выполняется путём определения того, какие ресурсы требуются для выполнения отдельных элементарных операций с последующим суммированием по каждому их типу. Назначение ресурсов при ограниченном их объёме различным элементарным операциям осуществляется путём решения задачи оптимального их перераспределения между работами при заданных ограничениях.

При назначении работам ограниченных ресурсов следует учитывать их пределы потребления, что в дальнейшем позволит проводить анализ профилей их использования. Для оптимизации распределения ресурсов и разрешения ресурсных конфликтов, используются методы выравнивания, которые учитывают пределы потребления ресурсов и позволяют реализовать наиболее эффективное их использование [4].

Методы исследования. Для построения и хранения модели работ в базе данных и знаний каждую из них необходимо структурировать и определить, с помощью различного рода характеристик, необходимых для идентификации работ, определения их состояния и возможных путей развития. Обычно структурированное описание работ проекта включает:

1. Идентификатор – уникальный код, однозначно определяющий работу в проекте.
2. Описание работы, или краткое описание её содержания.
3. Продолжительность работы. Оценка времени в заданных единицах измерения, требуемого для выполнения работы с учётом её сложности и необходимых ресурсов. На оценку продолжительности оказывают влияние: ограничения во времени, используемые объёмы ресурсов; квалификации рабочих и опыт реализации предыдущих проектов.

К основным методам, используемым для оценки продолжительности работ, следует отнести: экспертную оценку, которая производится путём обработки знаний экспертов, полученных на основании их опроса. В качестве эксперта могут выступать высококвалифицированные менеджеры проекта, имеющие большой опыт управления выполнением строительно-монтажных работ; оценку по аналогам. Для получения такого вида оценок определяется ряд показателей, которые влияют на продолжительность работ.

Две работы являются аналогичными между собой, если они приблизительно равны по значениям сравниваемых показателей (аналогичны). Следовательно, если известна продолжительность одной работы, то продолжительность другой аналогичной ей работы принимается равной первой. В этом случае, продолжительность работ рассматривается как случайная величина, определяемая, например, по методу Монте-Карло.

4. Степень выполнения. Это доля завершённой части объёма работы в процентах. Данный показатель должен планироваться в виде временной функции, позволяющей определить заданные его значения в произвольные моменты времени.

5. Оставшаяся длительность срока реализации для выполняемых работ. Рассчитывается либо по проценту выполнения, либо путём оценки уже затраченного времени. Показатель может иметь заданное значение и принимать фактическое значение. По данному показателю можно обеспечить возможность завершения работы в заданный срок путём увеличения используемых для ее реализации ресурсов.
6. Календарь выполнения работ – список рабочих и нерабочих периодов, принятый для выполнения работ в проекте.
7. Раннее начало и окончание, позднее начало и окончание работ.
8. Резервы времени – свободный и полный. Свободный резерв определяет время, на которое можно задержать выполнение работы, не изменяя раннего начала всех последующих работ. Полный резерв определяет время, на которое может быть задержано выполнение работы без изменения продолжительности или сроков окончания всего проекта. Определяется как разность между поздним и ранним сроками окончания работ.
9. Фактическое начало и окончание работы.
10. Предшествующая работа – работа, от которой зависят сроки выполнения рассматриваемой работы, являющаяся технологически предшествующей. Здесь необходимо отметить, если происходит задержка выполнения во времени предшествующей работы, то следующая за ней работа задержится на такое же время.
11. Последующая работа – работа, сроки выполнения которой зависят от выполнения данной работы.

Последовательность выполнения работ определяется согласно их порядковым номерам в редуцированной сетевой модели процесса реализации проекта. В произвольные моменты времени процесса реализации проекта, рассмотренные выше параметры работ принимают запланированные значения, изменяющиеся в динамике реального времени. В совокупности эти значения определяют целевое состояние (требуемое состояние) работы. Фактические же значения этих показателей в этот же момент времени определяют текущее состояние работы. Тогда, сравнивая между собой текущую и целевую ситуации, и определяя имеющиеся между ними различия, можно управлять процессом реализации работ, путём проведения корректирующих действий (мероприятий), позволяющих устранять все наблюдаемые отклонения параметров от запланированных значений. Для этого каждому виду отклонений и его величине в соответствие ставятся требуемые для их устранения управленческие мероприятия.

Наиболее критичным, с точки зрения эффективности управления реализацией работ строительного проекта является время или продолжительность их выполнения. Данный факт обусловлен тем, что основной целью реализации проекта является своевременное завершение всех связанных с его реализацией работ. Другими словами, эффективное управление временем связано с достижением требуемых результатов по реализации проекта. Схему деятель-

ности с ориентацией на результаты с привязкой их по времени можно представить в следующем виде (рис.1).



Рисунок 1– Схема управления процессом выполнения работ строительного проекта по результатам и времени

Приведенная схема связана со всеми стадиями управления проектом по результатам. Важнейшим звеном схемы, с точки зрения управления индивидуальной работой и использованием времени, является определение ключевых результатов деятельности в предстоящем отчётном периоде.

Ключевые результаты определяются индивидуально в порядке их значимости с оценкой их взаимного влияния. На основе ключевых результатов составляется личный план деятельности и календарный план работы на предстоящий год. На основании годового плана время распределяется ежемесячно и понедельно, а в рамках недели составляется точный план на каждый рабочий день.

В ходе выполнения работ в определённые моменты времени производится контроль полученных результатов и использованного времени. Если полученные результаты совпадают с заданными результатами, то продолжается выполнение работ согласно принятому плану. В противном случае выполняется корректировка процесса реализации работ в соответствии с обнаруженными отклонениями между фактическими и заданными параметрами.

Следует отметить, что важным элементом организации ситуационного управления процессом выполнения работ является определение состава факторов, приводящих к потерям времени. Это необходимо для определения причин и сопричин, влекущих за собой срывы выполнения работ проекта и связанных с этим потерь времени в процессе реализации проекта.

После определения факторов, влекущих за собой потери времени, ситуационное управление реализацией работ проекта может быть построено по следующей схеме:

<обнаружение задержки в выполнении работ> <выявление, причин возникновения задержки путем анализа полученного отклонения по времени> <выбор и проведение управленческих мероприятий для устранения последствий, вызванных задержкой выполнения работы>.

К основным факторам потерь времени можно отнести:

- ошибки, допущенные на стадии определения содержания работ, выражающиеся в не учёте некоторых подцелей проекта, при разработке структуры разбиения проекта, в определении участников проекта, в установлении этапов выполнения проекта;
- неточности в планировании, вызванными исходными данными;
- недостаток времени на оценку показателей проекта;
- неправильное планирование графика проведения работ;
- плохой учёт опыта реализации проекта;
- неверное планирование распределения ресурсов;
- слабый учёт целей и задач последних фаз реализации проекта;
- слабый учёт влияния рисков на проведение работ;
- отсутствие требуемой детальной информации для эффективного проведения работ;
- не соответствие фактического выполнения проекта текущему графику выполнения работ;
- ошибки в передаче и приёме информации, не позволяющие вовремя отслеживать расхождения между текущими и базовыми графиками проведения работ;

- влияние погодных условий на проведение работ;
- брак, вызванный низкой квалификацией исполнителей работ и плохим качеством используемых стройматериалов.

Все рассмотренные факторы потерь времени можно разделить на устранимые в процессе реализации работ за приемлемое время и неустраняемые причины. Влияние устранимых причин ликвидируется путём оперативного перепланирования процесса реализации работ за счёт перераспределения имеющихся резервов и ресурсов. При возникновении неустраняемых причин, существенно влияющих на процесс реализации работ проекта, задача их устранения и учёта может решаться только путём стратегического перепланирования базового графика выполнения работ.

К неустраняемым причинам можно отнести: слабый учёт рисков внешней среды; существенное изменение фактического состояния проекта; брак выполнения работ при его больших объёмах; потери времени при длительных простоях, связанных с погодными условиями.

К одному из управляемых параметров, существенно влияющих на процесс и продолжительность выполнения работ, относится производительность труда. Управление производительностью труда включает следующие процессы:

- измерение и оценку производительности;
- планирование и контроль повышения производительности на основе информации, полученной в процессе измерения и оценки;
- осуществление мер контроля и повышение производительности труда;
- измерение и оценка воздействия этих мер.

Для применения ситуационных методов управления производительностью выполнения строительных работ необходимо определить основные факторы как позитивно, так и негативно влияющие на производительность труда, описать характер влияния данных факторов и определить корректирующие воздействия, позволяющие устранить как сами факторы, так и вызванные ими последствия.

Методика определения факторов и показателей производительности труда подробно изложена в [1]. На основе данной методики формируются правила принятия решений, позволяющие выявлять корректирующие мероприятия, направленные на повышение производительности труда, строится подсистема оперативного управления продолжительностью работ проекта с учетом влияния фактора производительности труда.

Вывод. Предложенный подход к управлению работами позволяет повысить эффективность процесса реализации строительных проектов.

Библиографический список:

1. Управление проектами/ под общей редакцией В. Д. Шапиро. - СПб.: Два Три, 1996.

2. Берштейн Л.С., Мелехин В.Б. Планирование поведения интегрального робота на основе растущих сетевых моделей решения задач // Автоматика и телемеханика. 1993. №5.
3. Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Советское радио, 1980.
4. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами: Справочник для профессионалов / Под ред. Мазура И.И., Шапиро В.Д. – М.: Высшая школа, 2001.

УДК 347.214

Дуллуева Р.М., Исалова М.Н., Магомедов Д.М.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЫНКОМ НЕДВИЖИМОСТИ

Dullueva R.M., Isalova M.N., Magomedov D.M.

ANALYSIS OF THE MAIN PROBLEMS OF THE STUDY AND MANAGEMENT MARKET TO PREMISES

Рассматриваются основные проблемы сегментации рынка недвижимости и продвижение на нем недвижимого имущества. Обосновано, что соотношение качества и стоимости реализуемых объектов недвижимости должно быть сбалансировано с покупательской способностью потребителей на соответствующем сегменте рынка. Предложена система управления операциями, проводимыми на рынке с недвижимым имуществом.

Ключевые слова: рынок недвижимости, недвижимое имущество, сегментация рынка, управление операциями с недвижимостью.

They are considered main problems to segmenting market to premises and moving the real estate on him. It is motivated that correlation quality and cost realized object to premises must be balanced with buyer's ability of the consumers on corresponding to segment market. The offered managerial system operation, conducted on the market with real estates.

Key words: the market to premises, real estate, segmenting market, management operation with premises.

Введение. Рынок недвижимости является одной из существенных составляющих в любой национальной экономике. Без рынка недвижимости не может быть рынка вообще, так как рынок труда и рынок капитала сами по себе без недвижимости вряд ли могут существовать, ведь даже финансовые институты (банки, биржи, инвестиционные компании и т.п.) должны быть

участниками рынка недвижимости для приобретения или аренды помещений, необходимых для их деятельности [1].

Состояние рынка недвижимости зависит от большого количества экономических факторов, среди которых на первом месте находятся спрос и предложение. Основное свойство спроса заключается в том, что при неизменности всех прочих параметров снижение цены на недвижимость ведет к возрастанию спроса и наоборот. Изменение спроса зависит от таких факторов, как [2]:

- требования потребителей или предпочтения покупателей;
- количество потребителей и их покупательские возможности;
- цены на сопряженные товары (взаимозаменяющие товары);
- потребительские ожидания относительно будущих цен и доходов.

Законом предложения является прямая связь между количеством предлагаемых на рынке объектов недвижимости и их ценой, т.е. с повышением цены соответственно возрастает величина предложения, при снижении цен сокращается предложение. Это свидетельствует о том, что производители, собственники, продавцы скорее готовы изготовить или предложить к продаже большое количество объектов недвижимости по более высокой цене, чем по более умеренной, низкой цене. Изменения в предложении зависят от цен на ресурсы, товары, услуги; налогов и дотаций; технологии производства; цен на аналогичные другие товары и ресурсы; ожидания изменений цен производителей, продавцов; числа продавцов.

Рынок недвижимости делится на товарные секторы. Можно выделить три таких сектора: товар в виде конкретных объектов недвижимости; работы, т.е. строительство, реконструкция; услуги — посредничество, оценка, маркетинг и т.д.. Каждый из этих секторов может быть поделен на более узкие подсекторы, так образом, что они будут представлять собой совокупность объектов купли-продажи, имеющих некоторую общую характеристику, которая отличает их от других объектов. Так, сектор недвижимости помещений как товара подразделяется на жилье и нежилые помещения. В свою очередь, жилье делится на городское и загородное, а нежилые помещения могут быть офисными (административными), торговыми, производственными, вспомогательными, складскими и т.д. Городское жилье, в свою очередь, дробится на более мелкие секторы - на приватизированное жилье, кооперативное, муниципальное, ведомственное, арендное, находящееся в собственности граждан и юридических лиц.

Потребительские сегменты представляют собой группы покупателей, которые выделяются каким-то существенным признаком от всех остальных. Иногда они характеризуются географией размещения, иногда демографическими признаками (пенсионеры, молодые пары), иногда принадлежностью к определенным социальным группам (преуспевающие бизнесмены, деятели литературы и искусства, малообеспеченные слои).

При делении рыночного пространства на мелкие сегменты получается много частей, каждая из которых будет характеризоваться принадлежностью к какому-то товарному сектору и какому-то потребительскому сегменту. Эта

часть рынка представляет собой нишу, где схожие товары (работы, услуги) предлагаются покупателям с одинаковыми запросами.

По функциональному назначению объектов рынок недвижимости подразделяется на шесть основных составляющих: рынок земли (земельных участков); рынок жилья; рынок нежилых помещений; рынок промышленной недвижимости; рынок специальных объектов недвижимости (корабли, самолеты и т.п.) и рынок ценных бумаг недвижимости.

Каждый из этих сегментов развивается самостоятельно, так как опирается на собственную законодательную и нормативную базу и имеет существенные различия в политике приватизации государственной и муниципальной собственности [3].

Ценовая ситуация постоянно изменяется в связи с инфляцией, однако в настоящее время нет достаточного количества статистического материала для проведения полноценного анализа этого сегмента рынка. Характерно, что вторичный рынок недвижимости по сравнению с первичным рынком в информационном отношении более открыт.

Постановка задачи. Одной из актуальных проблем, связанных с развитием рынка недвижимости, является исследование возможностей повышения эффективности управления проводимыми на нем операциями. Это, с одной стороны, обусловлено тем, что исследование и регулирование текущего состояния рынка позволяет перейти от общих его характеристик к анализу ситуации по отношению к конкретным объектам или к классам аналогичных объектов недвижимости с целью оценки их рыночной стоимости. С другой стороны, проведение анализа существующих методов и форм управления рынком недвижимости представляет собой настолько же важные, насколько и трудные задачи современного менеджмента. Именно в данном качестве решение задач исследования системы управления рынком недвижимости необходимо для формирования эффективной государственной политики, проводимой на данном рынке.

Методы исследования. Для исследования текущего состояния рынка недвижимости, прежде всего, требуется проведение его сегментации по различным признакам. Разбиение рынка на сегменты позволяет сфокусировать внимание не на всем рынке в целом, а на его составной части и, исходя из этого, определить особенности работы на данном сегменте. Сегментацию рынка недвижимости для его исследования целесообразно провести по региональному признаку и покупательской способности населения региона; по функциональному назначению объектов недвижимости и соответствующему им комплексу характеристик. При этом необходимо, чтобы проведенная сегментация позволяла сформировать классы однотипных по заданным характеристикам объектов.

Однако границы формируемых сегментов по заданному множеству признаков четко определить достаточно сложно. Поэтому, формируемые в процессе сегментации классы объектов целесообразно определить в виде нечетких множеств с пересекающимися функциями принадлежности различных

характеристик, относящихся к различным классам. Это позволяет субъектом рынка принимать достаточно эффективные экономически оправданные решения в процессе проведения различных операций с объектами недвижимости. Кроме того, в качестве основных признаков, выбранных для проведения сегментации рынка, могут быть взяты различные как «жесткие», так и «мягкие» характеристики объектов недвижимости, например, этажность жилой недвижимости и ее архитектурные особенности.

К другому подходу сегментации рынка недвижимости следует отнести его разбиение на сегменты по признаку классификации самих потребителей по их покупательской способности, определяемой такими «мягкими» показателями как низкая, средняя и высокая и т.д.

На наш взгляд, в настоящее время, учитывая сильное расслоение население страны как по регионам, так в целом по покупательским способностям, такой подход к сегментации рынка является наиболее приемлемым. Это, кроме того, позволяет обеспечить сбалансированность различных сегментов рынка недвижимости по таким признакам, как стоимость и качество предлагаемого к реализации недвижимого имущества.

Таким образом, в общем случае критерии сегментации рынка недвижимости не могут быть четко заданы априори и оставаться навсегда без изменения. Главное при разбиении добиться того, чтобы множество представителей различных сегментов действительно бы представляли собой однородный по своим возможностям и потребностям класс потребителей и являлись достаточными по размерам для выявления закономерных тенденций в их поведении.

После сегментации рынка недвижимости переходят к следующему этапу исследования рынка – позиционированию объектов недвижимости. Позиционирование объектов недвижимости сводится к отнесению их к определенному сегменту рынка, а также к определению их позиции на данном сегменте. Позиционируя недвижимость, предприниматель должен определить нишу на рынке, к которой она относится (принадлежность к определенному сегменту рынка) и одновременно ее конкурентоспособное отличие от уже имеющих на рынке объектов, то есть ее достоинства, которые отсутствуют у аналогичных объектов.

Как и сегментация, позиционирование имеет двойное назначение.

Во-первых, определение позиции объекта на определенном сегменте рынка является основанием для разработки концепции его продвижения на рынке – определение каналов продвижения, способов и средств рекламы, разработки ценовой политики.

Во-вторых, позиционирование направлено на клиента и призвано сформировать у него определенный образ об объекте недвижимости.

Очевидно, что и сегментация рынка, и позиционирование объектов на рынке являются всего лишь инструментами, которые используются для достижения главной задачи – принятия оптимального экономического решения, приносящего максимальный доход продавцу от реализации принадлежащей

ему недвижимости. Основное назначение данных инструментов состоит, прежде всего, в том, чтобы технические и эстетические характеристики (качество) создаваемых (продаваемых) объектов недвижимости соответствовали бы их экономическим характеристикам (цене для покупателя и доходу для продавца) и представлениям потребителей предлагаемых к реализации объектов, что может быть выражено в виде следующей зависимости:

$$ПС = f(K, C), \quad (1)$$

где $ПС$ - потребительский спрос, K - качество объекта, C - рыночная цена объекта.

Таким образом, соотношение качества и стоимости реализуемого объекта недвижимости должно быть сбалансировано с покупательской способностью потребителей на соответствующем сегменте рынка.

Например, на первичном рынке недвижимости, выделяя определенный сегмент рынка в качестве сферы своей активности, застройщик-предприниматель должен выявить тот уровень требований, который потребители предъявляют к строящемуся объекту (например, к планировочным характеристикам квартиры), исходя из этого принять те или иные технические и градостроительные решения, определить стоимостные характеристики и сравнить их с возможностями потенциальных покупателей. Реально эта операция может проводиться несколько раз для того, чтобы сбалансировать все составляющие приведенного выше соотношения.

Таким образом, проведение исследования рынка позволяет предпринимателям непосредственно перейти к решению задач управления процессом выполнения операций с недвижимостью, основной целью которых является получение максимальной прибыли.

Для достижения отмеченной цели различные субъекты рынка недвижимости должны решить для себя следующие основные задачи:

- построение обобщенной гипотетической модели характеристик объектов недвижимости для каждого сегмента и подсегмента рынка;
- создание базы данных для хранения эталонных моделей для каждого подсегмента рынка и соответствующих ему операций, проводимых с конкретными объектами недвижимости. Конкретные действия предпринимателя в этом случае должны определяться сложившейся на рынке текущей ситуацией. Для повышения эффективности принимаемых решений на этой основе могут быть созданы и применяться экспертные системы поддержки принятия решений;
- разработка методики формирования модели конкретного объекта недвижимости и методики ее сравнения с эталонными моделями различных подсегментов рынка;
- расчет прогнозных оценок изменения потребительского спроса на различные виды объектов недвижимости и их рыночной стоимости, как на ближайший период времени, так и на длительную перспективу;

- формирование формализованных правил принятия решений, позволяющих определять наиболее эффективные с точки зрения получения прибыли операции, проводимые на рынке с различными объектами недвижимости.

Для реализации перечисленных задач предлагается использовать следующую систему управления процессом проведения операций с объектами недвижимости (рис.1) различными предпринимателями (риэлтерскими компаниями, застройщиками и т.п.).

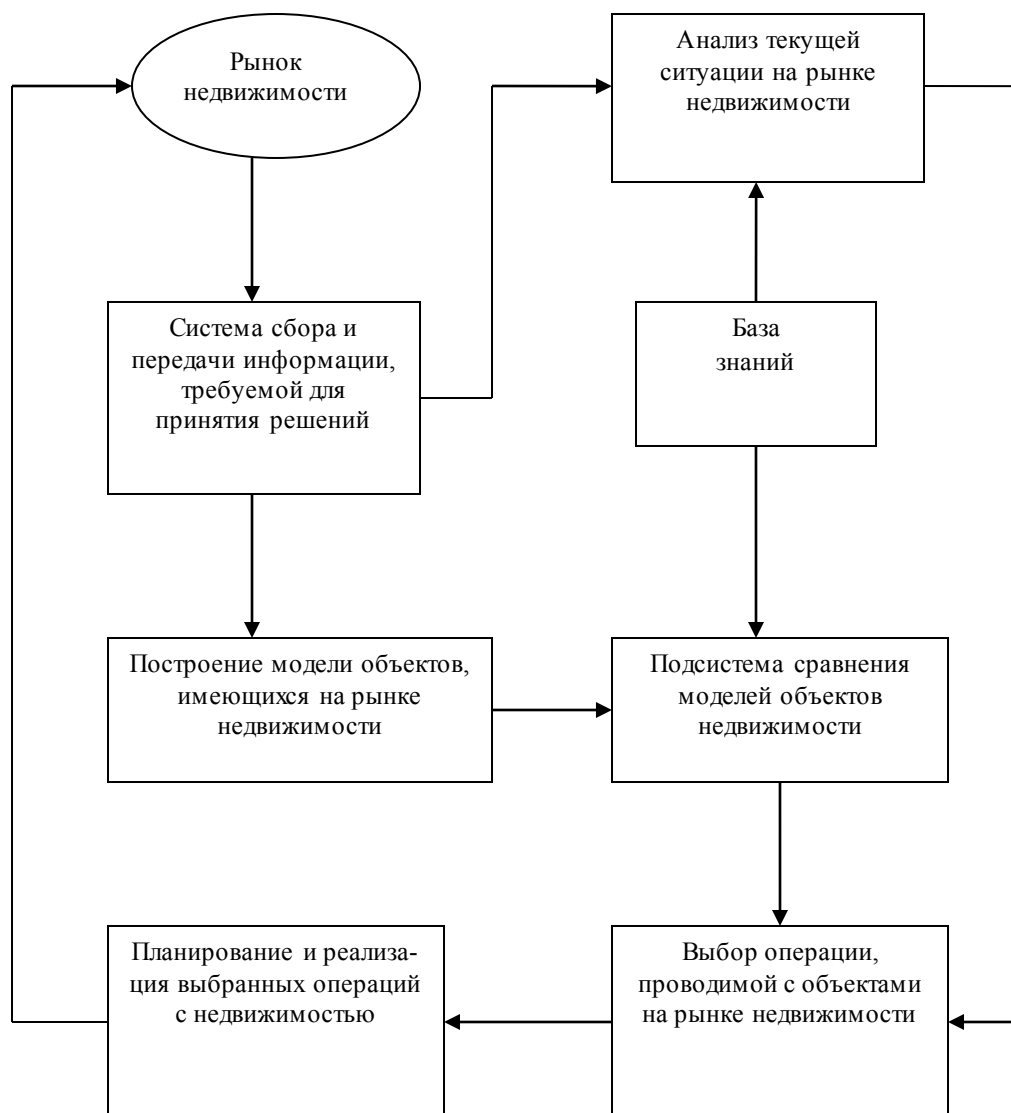


Рисунок 1 - Структура системы управления процессом выбора и реализации операций с объектами недвижимости

В предложенной системе управления принятие решений по проведению операций с объектами недвижимости складывается из следующих основных этапов.

1. Сбор информации об объектах, имеющих на первичном рынке недвижимости в свободной реализации.

2. Проведение общего анализа текущей ситуации рынка недвижимости, целью которого является определение наиболее выгодных операций, которые можно провести с объектами недвижимости на различных сегментах рынка.

3. Построение модели конкретных объектов, имеющих на рынке недвижимости.

4. Позиционирование имеющихся на рынке объектов (определение сегментов и подсегментов рынка, к которым относятся имеющиеся на нем объекты).

5. Выбор операции, которую целесообразно проводить с объектами, имеющимися на данный момент на рынке недвижимости (купля объектов для дальнейшей их перепродажи; оказание услуг собственнику недвижимости по ее продаже; сдача в аренду имеющейся у компании недвижимости и т.д.).

6. Принятие решений по выбору наиболее прибыльных операций с имеющейся недвижимостью.

7. Построение и реализация выбранных операций.

Вывод. Рынок недвижимости по своей сути фактически является платформой или институтом осуществления взаимодействий между покупателями, или предъявителями спроса, и продавцами, или поставщиками объектов недвижимости. Предпочтения и результаты решений продавцов и покупателей образуют систему цен на недвижимость и посреднические услуги риэлторов. Эти цены служат ориентирами, руководствуясь которыми владельцы недвижимости, посредники и потребители делают свой свободный выбор, обеспечивающий личный интерес.

Использование сегментации рынка как инструмента при формировании модели поведения предпринимателя и клиента позволяет им рациональным образом реализовать свою экономическую деятельность, избежать лишних издержек, правильно избрать способы продвижения объектов недвижимости на рынке.

Библиографический список:

1. Тарасович Е.И.. Оценка недвижимости. -СПб.: Санкт-Петербургский технический университет, 1997.
2. Максимов С.Н. Основы предпринимательской деятельности на рынке недвижимости, - СПб: Питер, 2000.
3. Постановление Правительства РФ от 18 февраля 1998 г. №219 «Об утверждении Правил ведения Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним» // Собрание законодательства Российской Федерации. 23 февраля ,1998, №8. Ст. 963.

УДК 69.003

Зейналов М.З., Павлюченко Е.И.

ЗАТРАТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ И ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Zeynalov M.Z., Pavlyuchenko E.I.

EXPENSES OF THE BUILDING ENTERPRISE AS ECONOMIC CATEGORY AND OBJECT OF MANAGEMENT

Уточняются понятия «издержек производства» и «затрат» строительного предприятия. Разработана методика упреждающего регулирования затрат строительного предприятия. Рассматриваются различные подходы к формированию вектора показателей, характеризующих затраты строительного предприятия и модель затрат как объекта управления в виде «черного ящика», что позволяет организовать их эффективное регулирование по отклонению и возмущению в нестабильной экономической среде.

Ключевые слова: *строительное предприятие, издержки и затраты производства, упреждающее регулирование, управление по возмущению и отклонению.*

The notions «production costs» and «expenses» of building enterprise are elaborated. The designed methods warning regulations of the expenses of the building enterprise. The different approaches are considered to shaping the vector of the factors, characterizing expenses of the building enterprise and model of the expenses as object of management in the manner of «black box» that allows to organize their efficient regulation on deflection and indignation in sloppy economic ambience.

Key words: *building enterprise, costs and expenses production, warning regulation, management on indignation and deflection.*

Введение. Одной из актуальных проблем повышения эффективности работы строительного предприятия является управления издержками производства. В экономической литературе издержки производства и обращения строительного предприятия рассматриваются как денежное выражение затрат производственных факторов, необходимых для осуществления предприятием своей производственной и коммерческой деятельности. Эту же категорию характеризуют как затраты живого и овеществленного труда предприятия на изготовление готовой строительной продукции, для выполнения работ и оказания услуг по ее реализации (сбыт). На практике при характеристике всех издержек производства и обращения используют термин «затраты на производство». Однако, понятие «затраты» более емкое, чем понятие «издержки

производства и обращения». При характеристике последних в их состав не включают затраты, связанные с упущениями в хозяйственной деятельности, расходы будущих периодов и т.п. [1].

В общем случае затраты представляют собой средства, израсходованные предприятием для обеспечения производства и сдачи готовой строительной продукции в целях получения дохода и прибыли. В себестоимости продукции, как в синтетическом показателе, находят отражение различные стороны производственно-хозяйственной деятельности строительного предприятия. Поэтому сбалансированное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов в процессе производства является обязательным условием для повышения эффективности производственных процессов и получения прибыли [2].

Постановка задачи. На наш взгляд, неотъемлемой частью управления затратами является их регулирование путем проведения организационных мероприятий, направленных на устранение отклонений фактических значений затрат от запланированных или нормативных значений. Особую роль в этом случае может сыграть упреждающее регулирование затрат, когда возможность возникновения и размеры вышеуказанных отклонений определяется по результатам опережающего контроля. В основе проведения такого контроля лежит прогнозирование изменений внешней и внутренней экономической среды строительного предприятия и имитационное моделирование производственных процессов в предполагаемых (спрогнозированных) условиях функционирования.

Методы исследования. Проведение опережающего регулирования затрат строительного предприятия предлагается выполнять по следующей методике:

1. Сформировать вектор контролируемых показателей, характеризующих затраты строительного предприятия.
2. Определить факторы внешней и внутренней экономической среды, влияющие на значение выбранных контролируемых показателей.
3. Установить аналитическую зависимость, отражающую влияние различных факторов на значения контролируемых параметров. Если установить такую зависимость невозможно аналитическим путем, то построить регрессионную модель, реализующую требуемую зависимость, используя статистические данные или данные, полученные путем опроса экспертов.
4. Используя тенденции развития внешних и внутренних условий экономической среды строительного предприятия путем имитационного моделирования и применения временных рядов наблюдений спрогнозировать изменение различных внешних и внутренних факторов на отчетном интервале времени.
5. Определить и спланировать нормативные значения контролируемых показателей на отчетном интервале времени.
6. Вычислить фактические значения контролируемых показателей в текущий момент на заданном интервале времени.

7. Определить отклонения фактических значений контролируемых показателей от запланированных их значений на анализируемом интервале времени.
8. Если выявленные значения отклонений являются не допустимыми, то разработать организационно-управленческие мероприятия, предупреждающие их возникновение, перейти к п.4.

Для формирования вектора контролируемых показателей, характеризующих затраты строительного предприятия будем исходить из следующих соображений.

С точки зрения теории «управленческого учета» управление затратами рассматривается как управление снабженческо-заготовительной деятельностью, которое сводится к регулированию ежегодной общей суммы затрат на содержание материальных запасов, обеспечивающих бесперебойную работу предприятия, суммы материальных затрат на производство. Цель обобщения затрат сводится к наблюдению за процессом их формирования по двум направлениям [3]:

- по продукту – для оценки запасов;
- по центрам ответственности – в целях контроля над уровнем материальных затрат.

Следует отметить, что такой подход к управлению затратами явно не выдерживает критики, т.к. не рассматривает внутрипроизводственные факторы, существенно влияющие на себестоимость строительной продукции. Учитывая, что в экономической теории имеются различные взгляды на понятие «затраты» и «управление затратами», необходим комплексный подход к организации управления затратами строительного производства на всем протяжении производственного цикла, начиная от проектирования объектов строительства и заканчивая их эксплуатацией потребителем. Например, в рамках управления проектами на всех его этапах, как правило, предусматривается создание подсистемы контроля и управления затратами.

Следует отметить, что все затраты относящиеся к производству товарной строительной продукции, характеризуют ее себестоимость или текущие издержки производства и обращения. Следовательно, себестоимость строительных работ представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства строительной продукции природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, рабочей силы, а также затраты на производство и реализацию готовой продукции.

В себестоимость продукции включаются стоимость потребляемых в процессе производства средств и предметов труда (амортизация, стоимость сырья, материалов, топлива, энергии и т. п.), часть стоимости живого труда (оплата труда), стоимость покупных изделий и полуфабрикатов, затраты на производственные услуги сторонних организаций (субподрядчиков). Расходы на оборудование рабочих мест специальными устройствами, по обеспечению специальной одеждой и обувью, бытовых условий, предусмотренных специальными требованиями, также относятся на себестоимость. Многие из этих

затрат можно планировать и учитывать в натуральной форме, т. е. в килограммах, метрах, штуках и т. д. Однако, чтобы подсчитать сумму всех расходов строительного предприятия, их необходимо привести к единому измерителю, т. е. представить в денежном выражении.

Дополнительно в себестоимость строительной продукции включаются: отчисления на социальное страхование (пропорционально заработной плате), проценты за банковский кредит, затраты по поддержанию основного капитала в работоспособном состоянии, премиальные выплаты, предусмотренные положениями о премировании на предприятиях и другие затраты [4].

Для целей налогообложения произведенные организацией затраты корректируются с учетом утвержденных в установленном порядке лимитов, норм и нормативов. В таком порядке финансируются, например, затраты на рекламу, представительские расходы, подготовку и переподготовку кадров на договорной основе с учебными заведениями, затраты на командировки, связанные с производственной деятельностью, затраты на компенсацию за использование для служебных поездок личных легковых автомобилей, платежи за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в природную среду и др. [5].

При этом следует иметь в виду, что в себестоимость производимой продукции включаются не все издержки строительного предприятия. Например, не включаются расходы на содержание:

- непроизводственных основных фондов, находящихся на балансе предприятия (детские сады, поликлиники, общежития, школы, клубы и т. п.);
- затраты на мероприятия по охране здоровья и организации отдыха;
- затраты, непосредственно не связанные с участием работников в производственном процессе;
- единовременные материальные поощрения работников, осуществляемые за счет средств, выделяемых на социальные нужды из прибыли.

На практике в целях анализа, учета и планирования всего многообразия затрат, входящих в себестоимость продукции, применяются две взаимодополняющие классификации: поэлементная и калькуляционная.

Однородные по своему экономическому содержанию затраты называются экономическими элементами независимо от того, где они расходуются и на какие цели.

Все затраты, образующие себестоимость строительной продукции, можно по их экономическому содержанию сгруппировать по следующим элементам (статьям): материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов); затраты на оплату труда; отчисления на социальные нужды; амортизация основных фондов и прочие затраты.

Отчисления на социальные нужды по своей правовой сущности относятся к неналоговым платежам. Причина отнесения данного элемента на себестоимость продукции заключается в том, что данный источник финансирования более надежен по сравнению с прибылью. Величина получаемой предприятием прибыли может существенно колебаться, а государство должно

быть уверено в устойчивости функционирования своей социальной сферы и, следовательно, в гарантированных поступлениях от предприятий.

К прочим затратам относятся платежи по процентам, износ нематериальных активов, командировочные расходы, компенсационные выплаты сверх оплаты по труду, представительские расходы, расходы на рекламу, расходы на подготовку кадров, арендная плата, обязательные страховые платежи, налоги, включаемые в себестоимость (земельный налог, транспортный, на пользование автодорог, с владельцев транспортных средств, гербовый сбор, государственная пошлина, допустимые выбросы загрязняющих веществ), расходы на ремонт основных средств (ремонтный фонд) и др.

Поэлементный анализ себестоимости показывает конкретные расходы строительного предприятия на производство продукции независимо от их места и непосредственного назначения.

Следует отметить, что по всем пяти элементам, сгруппированным в соответствии с экономическим содержанием, в качестве основного условия включения затрат в себестоимость выступает критерий необходимости их участия в процессе производства и реализации продукции. Это затраты, непосредственно связанные с производством продукции, которые могут быть обусловлены [6]: технологией и организацией производства, затраты, связанные с использованием природного сырья, обслуживанием производственного процесса и обеспечением нормальных условий труда и техники безопасности.

Для внутрипроизводственного анализа и выявления резервов снижения себестоимости продукции необходимо знать не только общую сумму затрат строительного предприятия по тому или иному экономическому элементу, но и величину расходов в зависимости от места их возникновения. Такую возможность дает классификация затрат по калькуляционным статьям, которую можно представить в следующем виде [6]:

- 1) сырье и материалы;
- 2) комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера, приобретенные у других предприятий;
- 3) топливо и энергия всех видов на технологические цели;
- 4) возвратные (используемые в производстве) отходы (вычитаются из себестоимости и учитываются по цене возможного использования, которую предприятие определяет самостоятельно);
- 5) потери от брака;
- 6) заработная плата (основная и дополнительная) производственных рабочих;
- 7) отчисления на социальные нужды (в фонды обязательного страхования);
- 8) затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;
- 9) общепроизводственные (цеховые) затраты (накладные расходы)
- 10) общехозяйственные (общезаводские) затраты;

11) внепроизводственные (коммерческие) затраты на реализацию продукции.

В результате последовательного сложения определенных перечисленных калькуляционных статей можно получить систему показателей себестоимости строительной продукции:

1. Производственная себестоимость (ПС) определяется путем суммирования затрат по пунктам $(ПС) = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7$;
2. Объектная себестоимость (ОС) $= ПС + 8 + 9$;
3. Полная производственная себестоимость (ФЗС) $= ОС + 10$;
4. Полная (коммерческая) себестоимость (КС) $= ФЗС + 11$.

Первые три показателя, собственно, являются производственными характеристиками, а четвертый включает в себя затраты, связанные не только с производством продукции, но и с процессом ее реализации. Это, например, расходы на непосредственные операции по продаже строительной продукции, т.е. связанные со сменой собственника товара (например, затраты на все виды рекламы, включая участие в выставках, выплату процентов по кредитам), именуемые чистыми издержками.

К внепроизводственным расходам относят дополнительные издержки, т.е. затраты на проведение операций, непосредственно связанных с продолжением процесса производства в сфере обращения. Эти затраты входят в состав коммерческих расходов и включают: расходы на тару и упаковку; расходы на транспортировку; комиссионные сборы и отчисления, уплачиваемые сбытовым предприятиям и организациям в соответствии с договорами; затраты на рекламу, прочие расходы по сбыту (расходы по хранению, подработке, подсортировке).

Общепроизводственные и общехозяйственные расходы относятся к накладным расходам.

К общепроизводственным накладным расходам относятся расходы на обслуживание и управление производством.

В состав общепроизводственных накладных издержек включаются: расходы на содержание и эксплуатацию строительной техники и оборудования; расходы строительных площадок на управление.

В свою очередь, к расходам на содержание и эксплуатацию строительной техники и оборудования относятся [7]:

- амортизация техники, оборудования и транспортных средств (внутризаводского транспорта);
- издержки на эксплуатацию строительной техники и оборудования в виде расходов смазочных, обтирочных, охлаждающих и других аналогичных материалов;
- заработная плата рабочих, обслуживающих оборудование, и отчисления на социальные нужды;
- расходы на все виды энергии, воды, пара, сжатого воздуха, услуг вспомогательных производств;

- расходы на ремонт строительной техники и оборудования, технические осмотры, уход;
- расходы на внутрипроизводственные перемещения материалов, полуфабрикатов, продукции;
- износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений и другие расходы, связанные с использованием оборудования.

В общепроизводственные, накладные расходы на управление входят [7]:

- заработная плата аппарата управления строительного предприятия с отчислениями на социальные нужды;
- затраты на амортизацию зданий, сооружений, инвентаря, содержание и ремонт зданий, сооружений, обеспечение нормальных условий труда и технику безопасности, на спецодежду и спецобувь;
- износ малоценного и быстроизнашивающегося инструмента и другие аналогичные затраты, связанные с управлением производственными подразделениями.

Каждая из этих групп накладных расходов имеет свою специфику, но их объединяет то, что они планируются и учитываются по месту их возникновения, т.е. по производственным подразделениям, а не по видам продукции, как это происходит с основными прямыми расходами. Обе эти группы относятся к комплексным расходам, косвенно распределяемым между отдельными видами продукции и между конечной продукцией и незавершенным производством.

Общехозяйственные накладные расходы, или накладные расходы непроизводственного назначения, связаны с функциями руководства и управления, которые осуществляются в рамках строительного предприятия в целом.

В состав этих расходов включается несколько групп: административно-управленческие, общехозяйственные, налоги, обязательные платежи, отчисления и пр.

В общем виде все затраты строительного производства как объекта управления будут определяться в виде следующей схемы (рис.1).

На входе объект управления (ОУ) определяется множеством (X) запланированных значений затрат различного вида: материальных затрат (за вычетом стоимости возвратных отходов); затрат на оплату труда; отчислений на социальные нужды; амортизации основных фондов; прочих затрат.

На выходе объект управления имеет фактические значения указанных на входе видов затрат (Y). На объект также воздействуют случайные внешние и внутренние возмущающие факторы (F) экономической среды строительного предприятия.

Под воздействием данных факторов и происходит отклонение фактических значений затрат от прогнозируемых значений.

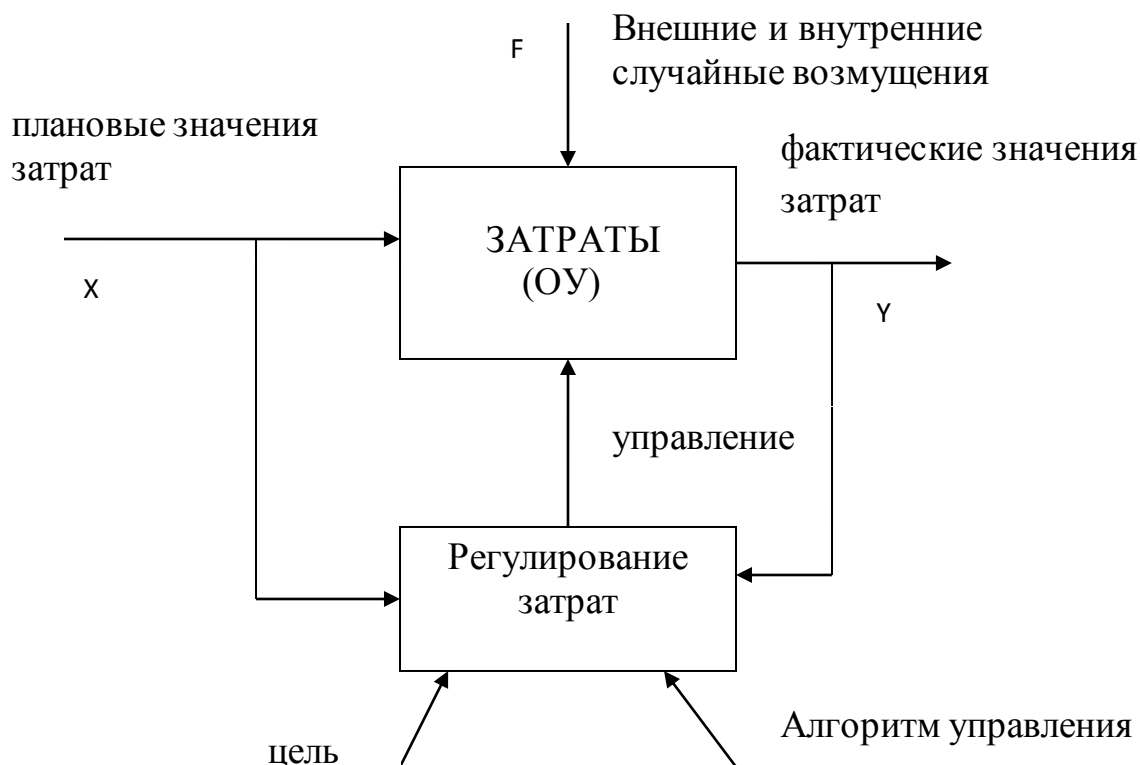


Рисунок 1- Анализ затрат строительного предприятия как объекта управления

Вывод. Основной задачей регулирующей системы является компенсация воздействий внешних и внутренних возмущающих факторов с целью устранения различий между заданными и фактическими значениями затрат строительного предприятия. При этом в зависимости от возможности наблюдения возмущающих факторов, регулирование может осуществляться двумя способами.

В первом случае, когда возмущающие воздействия наблюдаются и взвешиваются, регулирование может осуществляться упреждающим образом по возмущению, т.е. после восприятия определенного возмущающего фактора руководство строительного предприятия вырабатывает и проводит организационно-управленческие мероприятия, направленные на его устранение (если фактор внутренний), или на устранение связанных с ним последствий (если фактор является внешним и не зависит от работы строительного предприятия).

Во втором случае устранение различий выполняется по отклонению заданных значений регулируемых показателей от фактических, т.е. руководство строительного предприятия проводит мероприятия, направленные на устранение наблюдаемых отклонений.

Предложенный подход к управлению затратами позволяет строительному предприятию обеспечить эффективное функционирование в нестабильной экономической среде.

Библиографический список:

1. Ананькина Е.А., Данилочкина Н.Г. Управление затратами. – М.: ПРИОР, 1998.
2. Мелехин В.Б., Далгатов Д.-М.З, Мелехин П.В. Влияние сбалансированного ввода производственных факторов на объемы выполняемых подрядных работ// Экономика строительства. 2008. - №4.
3. Шевченко Н.С., Черных А.Ю., Тиньков С.А., Кузьбожев Э.Н. Управление затратами, оборотными средствами и производственными запасами. / Под ред. Э.Н. Кузьбожева: Курск, Курский гос. техн. ун-т, 2000.
4. Балабанов И. Т. Анализ и планирование финансов хозяйствующего субъекта. – М.: Финансы и статистика, 1998.
5. Панков В.В. Анализ и оценка состояния бизнеса: методология и практика. – М.: Финансы и статистика, 2005.
6. Глушков Е.Н. Бухгалтерский учет на современном предприятии. - М.: Кнорус-Экор-книга, 2002 .
7. Асаул А.Н. Предпринимательская деятельность в строительном комплексе. СПб.: ИСЭИ РАН, 1996.

УДК 69.003

Ибрагимова Д.М., Казиева Ж.Н., Раджабова Д.А.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕХАНИЗМА ОПЛАТЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ibragimova D.M., Kazieva J.N., Radjabova D.A.

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE MECHANISMS WAGE IN CONSTRUCTION

В статье рассмотрены особенности формирования эффективного механизма оплаты труда в строительстве; обобщены проблемы и уточнены пути совершенствования оплаты труда, учитывающие современные условия функционирования предприятий строительства и обеспечивающие как заинтересованность работника в результатах своего труда, так и его социальную защищенность. Предложены модели формирования оплаты труда в зависимости от избранного подхода к распределению соответствующей части доходов между работниками и работодателями.

Ключевые слова: *формы оплата труда, механизм оплаты труда, строительное предприятие, заинтересованность в труде.*

The article describes the features of the formation of an effective mechanism of remuneration in the construction, summarizes the problem and specified ways to improve wages, taking into account the current operating conditions of construction enterprises and provides both interest in the results of their work and its social security. The model of formation of wages, depending on the chosen approach to the distribution of the relevant part of income between workers and employers.

Key words: *forms of remuneration, wage mechanism, construction company, interest in work.*

Введение. С точки зрения системного подхода эффективность любой экономической системы в большей степени определяется результатами деятельности ее первичных звеньев, предприятий, представляющих собой хозяйственную систему для превращения ресурсов в удовлетворение тех или иных потребностей общества. Однако ресурсы неоднозначны по своему участию в производственном процессе, что и определяет значение каждого из них в повышении эффективности деятельности предприятия на всех уровнях. Как известно трудовые ресурсы выступают той силой, которая приводит в движение материальные, финансовые и др. виды ресурсов. Поэтому оптимальными представляются условия, которые побуждают работников наиболее эффективно использовать производственные ресурсы, производить качественную продукцию, наилучшим образом выполнять свою работу. Именно это, в конечном итоге, обеспечивает результативность функционирования предприятий и организаций. Создание подобных условий непосредственно связано со стимулированием работников, которое обеспечивается формированием эффективного механизма оплаты труда.

Обеспечение заинтересованности работников в конечных результатах функционирования предприятия предопределяет успешное функционирование и развитие предприятий и укрепления их конкурентных позиций.

В связи с этим создание эффективного механизма оплаты труда выступает одним из важнейших направлений долгосрочного развития экономики и повышения эффективности деятельности предприятий и отраслей экономики в целом, и в частности строительства.

Постановка задачи. В сегодняшних условиях повышения сложности и интеллектуализации труда наблюдается возрастание значения трудовых ресурсов в производстве, что обуславливает сближение экономических интересов работодателей и работников. Именно поэтому страны с развитой экономикой ориентированы на повышение социальной ответственности государства перед своими гражданами, что актуально и для Российской Федерации. Тем не менее, мы должны констатировать, что существующие механизмы оплаты труда не всегда эффективны, недостаточно полно определена специфика ее формирования и распределения в строительстве, не решены многие проблемы формирования и совершенствования системы оплаты труда, усиления ее стимулирующей роли, укрепления связи оплаты труда с конечными результатами производства. Все это отрицательно сказывается на практиче-

ских аспектах данной проблемы. Поэтому сегодня в условиях острой необходимости повышения эффективности производства решение задачи совершенствования системы оплаты труда особенно актуально. При этом особое значение следует придавать исследованию проблем формирования эффективного механизма оплаты труда.

Методы исследования. Формирование механизма означает создание системы, которая оказывает постоянное управляющее воздействие по обеспечению достижения поставленных целей. Механизм оплаты труда предусматривает построение системы методов, способов, приемов формирования и применения материальных стимулов, мотивирующих работников к эффективному решению поставленных перед ними задач. При этом данный механизм должен обеспечивать соответствие системы оплаты труда работников стратегическим, тактическим и оперативным целями предприятия, особенностям производства, условиям внешней среды, мотивационным установкам персонала и другим важным производственным факторам. Следовательно, механизм оплаты труда должен создавать оптимальные условия для успешного функционирования и развития строительного предприятия.

Главной целью формирования механизма оплаты труда является обеспечение высокопроизводительного труда работников, направленного на успешную деятельность предприятия. В условиях повышения сложности и интеллектуализации труда, роста уровня квалификации, сознательности, инициативности работников достижение данной цели возможно только на базе общности интересов предприятия и работников.

Таким образом, механизм оплаты труда должен формироваться с учетом интересов предприятия и интересов, потребностей и установок его работников, что позволит объединить цели работников и предприятия.

На рисунке 1 схематично представлен механизм оплаты труда работников.

Формирование механизма оплаты труда требует в первую очередь выделения целей системы оплаты труда. Определим важнейшие цели:

- обеспечение выполнения производственных и финансовых планов предприятия и соответственно рост его доходов;
- обеспечение требуемого уровня качества продукции и услуг;
- заинтересованность работников различных категорий в высокопроизводительном и квалифицированном труде;
- привлечение и удержание высококвалифицированных специалистов;
- обеспечение развития у работников инициативности и преданности предприятию;
- стимулирование заинтересованности руководства предприятия в повышении эффективности предприятия и снижению затрат как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде;
- обеспечение высокой дисциплины и совместной ответственности работников;

- стимулирование работников к полному использованию физического и умственного потенциала при исполнении должностных обязанностей.

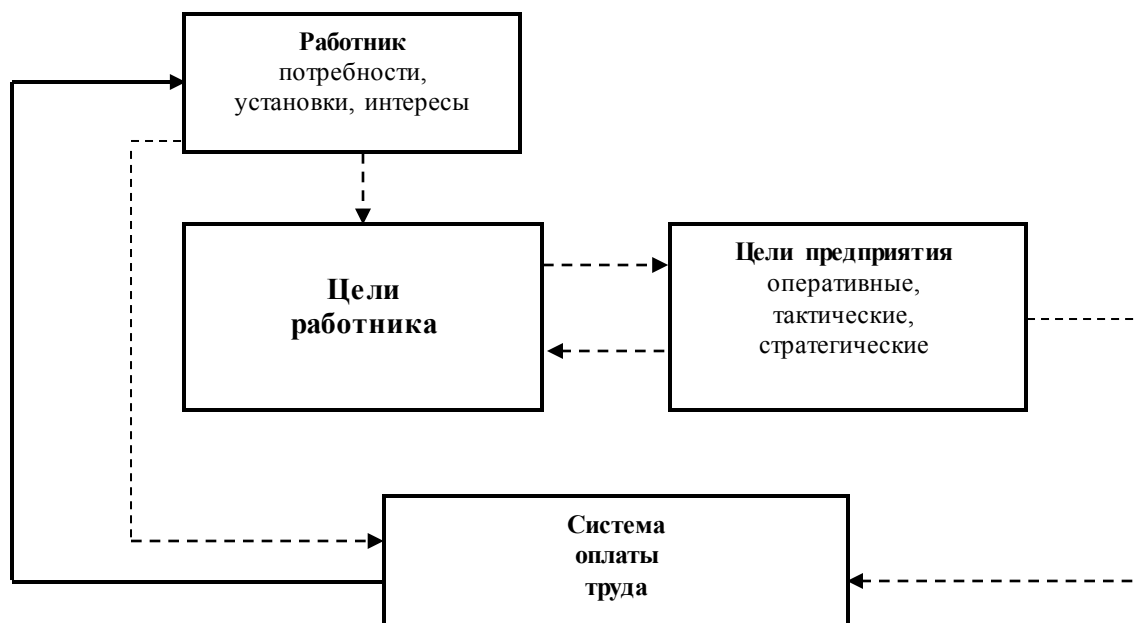


Рисунок 1 - Механизм оплаты труда

В сегодняшних условиях следует выделить следующие проблемы в функционировании механизма оплаты труда на предприятии:

- неспособность механизма оплаты труда своевременно и адекватно реагировать на изменение результативности и качества труда отдельного работника;
- несоответствие организации оплаты труда требованиям современного производства;
- низкий уровень оплаты труда, неадекватность оплаты трудовым затратам работников и содержанию труда;
- отсутствие объективной оценки личных трудовых показателей работников;
- несоблюдение принципа справедливости в оплате труда руководителей, специалистов и служащих;
- отрицательное восприятие работниками размера оплаты их труда;
- ориентация системы оплаты труда на решение краткосрочных задач и игнорирование стратегических целей предприятия;
- низкое стимулирующее воздействие на заинтересованность работников в развитии своих способностей;
- низкие гарантии со стороны государства в области оплаты труда;
- отсталость методической базы нормирования труда;
- слабость профсоюзов при защите интересов работников в сфере оплаты труда;
- отсутствие заинтересованности большинства работодателей в материальном стимулировании работников на рост производительности, так

как предпочитают поддерживать конкурентоспособность своих производств только за счет дешевизны рабочей силы, а не модернизации производства;

- упорное сопротивление работодателей увеличению тарифной части зарплаты, так как низкий уровень тарифа открывает для них широкие возможности сокращать заработную плату, ставить работников в зависимое от них положение.

На наш взгляд, решение значительной части проблем в области оплаты труда определяется множеством вопросов макроэкономического характера, связанных с рыночными регуляторами отношений по оплате труда, взаимосвязью оплаты труда и инфляции, дифференциацией ее по отраслям, территориям, с социальной политикой в сфере оплаты труда и т.д.

Решение части проблем оплаты труда, причины которых находятся на уровне предприятия, возможно только при оптимальном формировании механизма оплаты труда, что требует ориентации на выполнение определенных принципов и требований. Эффективный механизм оплаты труда должен формироваться в соответствии со следующими требованиями:

- четкое разделение и закрепление трудовых обязанностей, функций и ответственности работника;
- жесткая зависимость оплаты труда от сложности и ответственности работы;
- четкость, прозрачность и конкретность системы оплаты труда, в том числе системы премирования и дополнительных выплат;
- формирование системы объективной оценки вклада работников;
- возможность неограниченного роста оплаты с ростом индивидуальных результатов работника;
- отражение в оплате труда значения тех или иных работ для предприятия;
- равная оплата работников с равной сложностью и ответственностью выполняемых работ в различных подразделениях предприятия.

Формирование эффективного механизма оплаты труда на предприятии, отражающего интересы, как работников, так и работодателей, требует обязательного учета основных уровней отношений между ними:

- взаимодействие работников и работодателей на рынке труда, где определяется цена рабочей силы: цена рабочей силы устанавливается на основе договора между работодателями и работниками, границы денежных вознаграждений оговариваются чаще всего нормативно-правовыми актами;
- взаимодействие работников и работодателей непосредственно внутри предприятия, при этом необходимо чтобы учитывались как потребности и интересы работников, так и работодателей, и всего предприятия в целом, что позволит обеспечить рост эффективности его деятельности и развития.

Для того чтобы обе стороны получали именно то, в чем они заинтересованы, между оплатой труда и показателями производительности труда работника должна быть установлена определенная взаимосвязь, которая позволяет найти свое отражение в механизме оплаты труда через модель материального стимулирования [1].

На строительном предприятии может быть применена одна из трех моделей формирования оплаты труда в зависимости от избранного подхода к распределению соответствующей части доходов между работниками и работодателями [2]:

- по принципу максимизации доли чистой прибыли, расходуемой на дивиденды владельцам финансового капитала строительного предприятия и замораживания роста трудовых доходов ее работников:

$$\bar{Z}_{\min} = \frac{D_o - \sum O - \sum U - Див_{\max(\phi.к.)}}{P}, \quad (1)$$

$$Z_o = \sum_1^P \bar{Z}_{\min};$$

- по принципу нормирования доли чистой прибыли, расходуемой на дивиденды владельцев финансового капитала строительного предприятия и максимизации трудовых доходов его работников:

$$\bar{Z}_{\max} = \frac{D_o - \sum O - \sum U - Див_{\text{норм}(\phi.к.)}}{P}, \quad (2)$$

$$Z'_o = \sum_1^P \bar{Z}_{\max};$$

- по принципу нормирования доли чистой прибыли, расходуемой на дивиденды владельцев финансового и трудового капитала, а также максимизации трудовых доходов работников:

$$\bar{Z}'_{\max} = \frac{D_o - \sum O - \sum U - (Див_{\text{норм}} + Див_{\text{норм}(\text{тр.к.})})}{P}, \quad (3)$$

$$Z''_o = \sum_1^P \bar{Z}'_{\max};$$

где $\bar{Z}_{\min}$ – среднегодовая минимально складывающаяся зарплата среднесписочного работника предприятия (по первой модели);

$\bar{Z}_{\max}$ – максимально возможная среднегодовая зарплата среднесписочного работника (в соответствии со второй моделью);

$\bar{Z}'_{\max}$ – среднегодовая максимально возможная зарплата (включая дивиденды с трудового капитала) (в соответствии с третьей моделью);

Z_o, Z'_o, Z''_o – общая величина заработной платы работников предприятия, соответственно первой, второй и третьей модели;

D_o – годовые доходы строительного предприятия;

$Див_{\max(\phi.к.)}$ – максимизируемая годовая величина дивидендов, получаемых владельцами финансового капитала предприятия;

$Див_{норм(ф.к.)}$ – нормируемая годовая величина дивидендов, получаемых владельцами финансового капитала предприятия;

$Див_{норм(тр.к.)}$ – нормируемая годовая величина дивидендов, получаемых владельцами трудового капитала, вложенного в работников при повышении их квалификации;

P – среднесписочная численность работников предприятия;

$\sum O$ – суммарные (годовые) отчисления (налоги и др.);

$\sum U$ – суммарные издержки на материальную часть текущих затрат, включая амортизационные отчисления, затраты на энергию, сырье, основные материалы, полуфабрикаты, транзакционные издержки.

Представленные модели могут применяться для определения оплаты труда на строительных предприятиях частной собственности, акционерных обществах. На наш взгляд, наиболее оптимальной моделью представляется третья, так как при этом варианте работники получают не только соответствующую максимальную заработную плату, но и дивиденды на вложенный капитал, что позволит сильнее сблизить интересы работников и работодателей.

Вывод. Аналитическое обобщение проблем в сфере оплаты труда позволяет выделить наиболее важные пути совершенствования механизма оплаты труда на строительном предприятии:

- усиление заинтересованности работников в повышении своей квалификации, исполнении сложной и ответственной работы при переходе в более высокие тарифные разряды на основе прогрессивного нарастания тарифных ставок;
- повышение оплаты труда работников, занятых на особо сложном и уникальном оборудовании;
- обеспечение равенства в оплате труда рабочих одинаковых профессий, выполняющих работы равной сложности;
- развитие наиболее эффективных коллективных форм организации и оплаты труда;
- установление бригадирам доплаты за руководство бригадой при условии выполнения производственных заданий и высоком качестве выпускаемой продукции (работ);
- повышение общественного признания и престижности инженерного труда посредством усиления материального стимулирования;
- введение более дифференцированной оплаты (многофакторных систем материального стимулирования) руководителей, специалистов и служащих в зависимости от качества, эффективности труда и конечных результатов их работы;
- усиление заинтересованности инженерно-технических работников и других специалистов в повышении квалификации, выполнении сложных и ответственных работ;

- применение форм материального стимулирования труда, направленных на раскрытие творческой составляющей трудовой деятельности, такие как премиальные системы стимулирования, системы участия работников в прибылях, партнерство, повышение квалификации работников;
- создание на предприятиях служб мониторинга мотивационного состояния, уровня мотивирующей функции оплаты труда, понимания работниками стратегии развития предприятия, информированности работников об изменениях в оплате труда.

Библиографический список:

1. Зинченко Н.В. Повышение производительности труда: российский опыт//Проблемы, противоречия и перспективы развития России в современном мире: экономико-правовые аспекты, сборник материалов Международной научно-практической конференции. Краснодарский университет МВД России и др.; под общей редакцией: Э.В. Соболева, С.И. Берлина, В.В. Сорокожердьева. 2014. С. 117-121.
2. Чистов Л.М. Эффективное управление социально-экономическими системами. СПб.: ТОО ТК «Петрополис», 1998. – 475с.

УДК 69.003

Исмаилов Р.Т., Мелехин В.Б.

АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕЗЕРВОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ismailov R.T., Melehin V.B.

ANALYSIS OF OPTIMUM USE INWARDLY PRODUCTION RESERVES OF THE BUILDING ENTERPRISE

В статье раскрыта роль и определены задачи экономического анализа, проводимого с целью выявления имеющихся у строительного предприятия внутрипроизводственных резервов. Предложена экономико-математическая модель оптимального распределения внутрипроизводственных резервов между одновременно строящимися объектами, обеспечивающая получение максимальной прибыли.

Ключевые слова: *строительное предприятие, экономический анализ, внутрипроизводственные резервы, оптимальное распределение резервов.*

In article are considered role and problems of the economic analysis, conducted for the reason discovery available besides building enterprise inwardly production reserves. It is offered economic and mathematical model of the optimum distribution inwardly production reserves between simultaneously building object, providing receptions of the maximum profit.

Key words: *building enterprise, economic analysis, inwardly production reserves, optimum distribution reserve.*

Введение. Одной из актуальных проблем эффективного функционирования строительных предприятий (СП) является интенсивный путь их развития за счет имеющихся у них внутрипроизводственных резервов. В этой связи, на современном этапе совершенствования управления использованием внутрипроизводственных резервов СП, одно из ведущих мест занимает экономический анализ, основная задача которого состоит в повышении эффективности хозяйственного механизма при решении управленческих проблем строительного производства. Экономический анализ следует рассматривать как источник недостающей информации, требующейся для обоснования принимаемых решений на всех уровнях управления строительным предприятием.

В этом случае экономический анализ должен удовлетворять современным требованиям управления и быть ориентированным на решение основных задач, связанных с выявлением и использованием внутрипроизводственных резервов строительного предприятия. Для этого требуется развитие следующих видов экономического анализа с применением современных методов экономико-математического моделирования [1]:

- анализ фактической эффективности инвестиционных вложений в развитие строительных предприятий и проведение мероприятий, связанных с внедрением современных достижений научно-технического прогресса;
- функционально-стоимостный анализ;
- анализ взаимосвязи социально-экономических результатов и сопоставление их с затратами;
- анализ выполнимости и результативности мероприятий стратегического развития строительных предприятий;
- анализ состояния внешней организационно-экономической среды и перспектив ее развития;
- анализ эффективности маркетинговой деятельности;
- анализ конкурентоспособности строительной продукции и строительных предприятий в целом;
- анализ качества выполняемых строительно-монтажных работ.

Постановка задачи. Экономический анализ представляет собой одну из составляющих управленческой деятельности, основной задачей которого является выявление факторов внешней и внутренней экономической среды строительного производства при подготовке условий для принятия решений; оценка эффективности результатов принимаемых решений и их обоснование

на базе получаемой информации. В общем случае экономический анализ представляет собой методику, опирающуюся на знания о методах исследования хозяйственной деятельности экономических систем.

Известно, что процесс управления производством охватывает следующие важнейшие этапы: сбор и получение информации об объекте управления, анализ с целью отбора полезной для принятия решений информации, принятие управленческих решений, реализацию управленческих мероприятий, анализ полученных результатов, корректировку проведенных мероприятий. Таким образом, анализ как одна из функций управления, с одной стороны занимает место между функциями сбора информации и принятием решений. С другой стороны, анализ проводится после получения результатов управления с целью их корректировки в случае их неудовлетворительности.

В первом случае, после сбора информации проводится ее анализ с целью отбора только той информации, которая связана с достижением стоящей цели. Далее после выработки различных вариантов управленческих решений, прежде чем выбрать наилучший вариант, необходимо их оценить согласно принятым критериальным показателям и проанализировать с точки зрения эффективности связанных с ними результатов.

Во втором случае, после реализации управленческого решения требуется проведение экономического анализа его эффективности, а также возможности использования дополнительных резервов в случае получения неудовлетворительного результата.

Полученные оценки эффективности различных видов деятельности строительных предприятий и величины выявленных резервов являются важнейшими источниками информации на предплановой стадии для разработки научно обоснованных планов и других управленческих решений. Это позволяет разработать несколько планов дальнейшего функционирования и развития конкретного строительного предприятия, которые, в свою очередь, так же анализируются с целью выбора наилучшего из них, наиболее полно удовлетворяющего всем требованиям внешних и внутренних условий его хозяйствования.

Экономический анализ, выявление и использование внутрипроизводственных резервов, а также планирование производства являются неразрывными взаимосвязанными процессами повышения эффективности функционирования строительных предприятий.

В условиях нестабильного рынка возрастает роль количественных методов в анализе и планировании производства. Причиной этого являются такие факторы как: технологическая и организационная сложность строительного производства, рост ассортимента выпускаемой продукции, необходимость постоянного повышения конкурентоспособности предприятия, рост объемов и качества выпускаемой продукции.

Именно поэтому количественно проведенный анализ и планирование производства позволяют стабилизировать хозяйственную деятельность строительных предприятий в нестабильной экономической среде.

Роль количественных методов анализа возрастает в связи с ростом возможностей использования современной вычислительной техники в условиях функционирования автоматизированных систем управления.

Особую положительную роль в поиске и использовании внутрипроизводственных резервов может сыграть ситуационный анализ, опирающийся на оперативные сводки по количеству произведенной продукции, запасов на складе, объему незавершенного производства по выполнению договорных поставок, загрузке строительной техники, простоям строительных бригад и др. После обработки данной информации соответствующими количественными методами можно получить полную оценку деятельности предприятия, и на этой основе принять наиболее эффективное управленческое решение.

Следует заметить, что процесс поиска и использования внутрипроизводственных резервов является непрерывным во времени и присущ предплановой стадии, стадиям разработки и реализации плана функционирования и развития. На предплановой стадии в результате проведенного экономического анализа определяются количественные оценки внутрипроизводственных резервов, а на стадии разработки плана осуществляется их использование. Разделяются резервы на плановые и учитываемые при разработке плана. На стадии реализации плана производится поиск и использование новых резервов, появляющихся в связи с постоянно меняющимися в динамике условиями хозяйственной деятельности предприятий [2].

Использование внутрипроизводственных резервов является одним из условий формирования и реализации наиболее напряженных производственных планов, а степень вовлечения резервов при его разработке является фактором, влияющим на оценку его напряженности. С помощью научно обоснованных плановых нормативов можно сформировать оптимальный план производства. Но он может оказаться недостаточно напряженным, потому что в рыночных условиях хозяйствования трудно заранее учесть полноту использования вводимых в производство факторов.

Методы исследования. Выявление и использование внутренних резервов можно разделить на две подзадачи: выявление внутрипроизводственных резервов и реализация внутрипроизводственных резервов. Для выявления внутрипроизводственных резервов требуется знать адрес нахождения потенциально возможного резерва, а также потенциальные и фактические значения оценок резервного показателя (индикатора). Следовательно, под резервом следует понимать разность между потенциальным значением индикатора резерва и фактическим его значением, используемым в производстве.

Таким образом, для выявления производственных резервов необходимо сформировать модель внутрипроизводственного потенциала строительного предприятия, выполнить оценку потенциальных и фактических значений всех его составляющих, определить отклонения фактических значений показателей от потенциальных значений индикаторов резервов.

Что же касается тех показателей, которые невозможно оценить количественно, то для их взвешивания можно использовать экспертные оценки, ко-

торые следует привести от словесного представления к количественному представлению при помощи математического аппарата нечетких множеств путем использования соответствующих лингвистических переменных [3]. Например, такой показатель как « квалификация работников строительного предприятия» может быть представлен следующими пятью словесными значениями (термами) лингвистической переменной, имеющей одинаковое с показателем название: «очень низкая», «низкая», «средняя», «высокая» и «очень высокая» квалификация. После этого формируется, например, двадцатибалльная шкала, которая разбивается на пять непересекающихся интервалов в соответствии с выбранными термами лингвистической переменной с названием «Квалификация работников». Если экспертами квалификация оценивается как «низкая», то количественно она может быть оценена следующим образом:

$$K = (k_n + k_{n+1}) / 2, \quad (1)$$

где k_n и k_{n+1} – соответственно, нижняя и верхняя границы интервала численных значений термина «низкая квалификация» на выбранной шкале отчета.

Выявленные резервы должны учитываться при планировании всех видов деятельности: долгосрочной, среднесрочной и оперативной деятельности строительного предприятия, т.к. они повышают научную обоснованность заданий, способствуют рациональному использованию производственных ресурсов и обеспечивают режим их эффективной экономии. При этом в процессе планирования следует проводить оптимальное использование резервов, т.е. так их распределять между строящимися объектами, чтобы в конечном итоге строительное предприятие получило бы максимальную прибыль.

Данная задача ставится следующим образом. У строительного предприятия имеются объемы v_i различных видов резервов $i = 1, n$ и предприятие ведет строительство k_j , $j = 1, m$ различных видов объектов. Использование одной единицы v_i вида резервов на k_j объекте позволяет получить прибыль в объеме w_{ij} . Необходимо так распределить резервы между строящимися объектами, чтобы предприятие получило максимальное значение прибыли при заданных ограничениях на имеющиеся внутрипроизводственные резервы. Решение поставленной задачи сводится к формированию и реализации следующей задачи многопараметрической оптимизации.

Обозначим через x_{ij} , $j = 1, m$ объем резервов i вида, распределяемый для использования на j объекте. Тогда прибыль Π , получаемая строительными предприятиями за счет использования имеющихся резервов на различных строящихся объектах будет равна:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} w_{ij}. \quad (2)$$

Отсюда, необходимо определить такие значения переменных x_{ij} , при которых прибыль Π достигает максимальных размеров и выполняются ограничения в виде следующих равенств:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = v_i, i = 1, n. \quad (3)$$

Для решения поставленной задачи можно использовать метод неопределенных коэффициентов Лагранжа [4]. При этом оптимизируемая функция будет иметь следующий вид:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} w_{ij} + \sum_{i=1}^n k_i (v_i - \sum_{j=1}^m x_{ij}), \quad (4)$$

где k_i – неопределенные коэффициенты Лагранжа.

Функция оптимальных значений переменных x_{ij} оптимизируется путем взятия ее производных по всем входящим в нее переменным, в том числе и по коэффициентам k_i , приравниванием их к нулю и решением полученной системы алгебраических уравнений. Что же касается управления реализацией внутрипроизводственных резервов, то эта задача сводится к определению и проведению таких управленческих мероприятий, которые позволяют сократить величину отклонений резервных индикаторов от их оптимальных значений.

В общем случае механизм использования внутрипроизводственных резервов строительных предприятий состоит из комплекса взаимосвязанных элементов, характеризующих источники образования, анализ, планирование и использование резервов, диагностику выявления резервов на предприятии. При этом распределение выявленных резервов, как правило, осуществляется по направлениям:

- на обновление строительной продукции и внедрение инноваций;
- на образование страховых запасов;
- на снижение негативных последствий вынужденных простоев;
- на реализацию производственных планов.

Следует также иметь в виду, что без резервных, свободных мощностей экономика строительного предприятия будет отличаться большой инерционностью. Необходимость в них особенно усиливается с повышением уровня механизации производства, углублением его специализации и усложнением производственных связей, поскольку резервные мощности позволяют блокировать возникающие диспропорции между возможностями отдельных предприятий и производств, тем самым, прекращая распространение сбоев на обширную сеть связанных между собой производственных подразделений и хозяйственных звеньев [2].

Вывод. Предложенный подход позволяет эффективным образом использовать имеющиеся у строительного предприятия внутрипроизводственные резервы и обеспечить интенсивный путь его развития в нестабильной экономической среде.

Библиографический список:

1. Пласкова Н.С. Экономический анализ. – М.: Эксмо, 2009. -704 с.

2. Маркин Ю.П. Анализ внутрипроизводственных резервов. – М.: Финансы и статистика, 1991. -160 с.
3. Заде Л. Логико – лингвистическая переменная и ее применение для принятия приближенных решений. [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. -168 с.
4. Орехов Н.А., Левин А.Г., Горбунов Е.А. Математические методы и модели в экономике – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. -302 с.

УДК 69.003

Магомедов А.Г., Фарухов Т.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Magomedov A.G., Faruhov T.A.

IMPROVING OF THE ORGANIZATION OF INNOVATION MANAGEMENT OF THE BUILDING ENTERPRISE

Статья посвящена вопросам совершенствования организации управления инновационной деятельностью строительного предприятия. Предложена последовательность действий по совершенствованию управления инновациями, обоснована целесообразность применения организационных структур управления инновационной деятельностью, как интрапренерство и центры субконтрактации.

Ключевые слова: *инновационная деятельность, строительное предприятие, организационная структура, управление инновациями, интрапренерство, центры субконтрактации.*

The article is devoted to improving the organization of innovative activity management of construction enterprises. Proposed a sequence of actions for improving the management of innovation, substantiated expediency of the use of such institutional innovation management as intrapreneurship and centers of subcontracting.

Key words: *innovative activity, building enterprise, organizational structure, innovation management, intrapreneurship, centers of subcontracting.*

Введение. Необходимой составляющей успешной производственной деятельности строительных предприятий в современных условиях является

осуществление инновационных преобразований. Без применения инноваций практически невозможно обеспечить рост производительности труда, создать конкурентоспособную продукцию, имеющую высокую степень наукоемкости и новизны.

В рамках деятельности Межведомственной рабочей группы, созданной Минстроем России, при участии заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), национальных объединений саморегулируемых организаций (НОСТРОЙ, НОПРИЗ), Российского союза строителей (РСС), институтов развития, заинтересованных учреждений и общественных организаций разработан проект Стратегии инновационного развития строительной отрасли [2].

В соответствии с проектом, основная задача Стратегии состоит в инновационном перевооружении строительной отрасли, в формировании и синхронизации отраслевого инновационного цикла, в том числе в инновационном развитии функциональных блоков строительной отрасли (в качестве которых определены инженерные изыскания, архитектурно-строительное проектирование, строительные материалы, строительные технологии и техника, инженерные системы, интеллектуальные технологии, системотехника, организация и управление строительством); в совершенствовании нормативно-правового (государственного и негосударственного) и нормативно-технического регулирования; в формировании компетенций инновационной деятельности и системы развития кадрового потенциала; в формировании необходимой инфраструктуры и территории инноваций, способствующей интеграции с мировой инновационной системой в строительстве.

Для целей контроля и координации планов реализации положений Стратегии предполагается создание на базе Минстроя России Центра управления инновационным развитием строительной отрасли для мониторинга и пооперационного контроля реализации задач Стратегии, коррекции Стратегии по отклонениям результатов, сценарному управлению.

Сегодня в строительстве применяется множество инноваций, направленных на то, чтобы облегчить труд людей, сократить сроки производства и понизить стоимость изготовления продукции, улучшить экологический статус. В промышленном строительстве, например, широко используются унифицированные и гибкие объемно-планировочные и конструктивные решения, возводятся здания павильонного типа с укрупненной сеткой колонн и панельными ограждающими конструкциями. В жилищном строительстве массовое применение получили панельные конструкции, изготовление с применением легких бетонов на пористых заполнителях эффективных утеплителей, облицовочных, гидро- и звукоизоляционных материалов [1].

Постановка задачи. Однако, несмотря на сохраняющийся значительный инновационный потенциал России, его направленность на реализацию новаций в строительном производстве оказалась недостаточной для повышения

конкурентоспособности строительной продукции. Об этом свидетельствуют показатели состояния технико-технологической базы строительных предприятий.

Так, анализ наличия и состояния строительных машин по статистическим данным на 1 января 2015 года, представленный в таблице 1, свидетельствует о необходимости обновления имеющегося парка, прежде всего, по скреперам (около 76,4% с истекшим сроком службы), кранам башенным (около 46,9% с истекшим сроком службы), автогрейдером (соответственно 46,0%), кранам на гусеничном ходу (64,4%) [5]. Сдерживающее влияние на развитие инновационной деятельности в строительной отрасли оказывают присущие всей российской экономике проблемы: незавершенность экономических преобразований, отсутствие четкой направленности в финансово-кредитной политике и эффективных механизмов капитализации сбережений, дефицит источников финансирования инноваций.

Таблица 1 - Анализ состояния основных строительных машин в строительных организациях на 1 января 2015 г.^{1)*}

	Всего, тыс. шт.	Из общего количества машин, процентов	
		машины с истекшим сроком службы	машины зарубежного производства
Экскаваторы одноковшовые	13,3	30,9	67,4
Скреперы	0,4	76,4	50,7
Бульдозеры на тракторах	10,8	46,4	38,7
Краны башенные	4,1	46,9	27,6
Краны на автомобильном ходу	8,6	36,2	27,8
Краны на пневмоколесном ходу	1,6	45,4	53,9
Краны на гусеничном ходу	2,7	64,4	39,8
Автогрейдеры	4,6	46,0	27,3

Без субъектов малого предпринимательства

*Источник: *Россия в цифрах - 2015 г. Федеральная служба государственной статистики*

Необходимость активизации инновационной деятельности строительных предприятий предъявляет новые требования к организации, содержанию и методам управленческой деятельности. Процесс формирования и совершенствования организации управления инновационной деятельностью на строительном предприятии может быть, на наш взгляд, представлен в виде последовательности действий, приведенной на рисунке 1.

Неотъемлемой частью такого процесса является организация работы по выполнению намеченной программы действий, то есть определение отдельных видов мероприятий, объемов и источников финансирования этих работ, конкретных исполнителей, сроков выполнения и т.п.

Важным этапом организации управления инновациями является контроль за выполнением намеченной программы действий. Не менее важны

анализ и оценка эффективности приемов управления инновационной деятельностью. При анализе прежде всего выявляют способность используемых приемов достигать поставленные цели; общую сумму затрат на достижение цели; эффективность применения методов инновационного менеджмента на строительном предприятии. Заключительным этапом организации инновационного менеджмента является возможная корректировка приемов управления инновационной деятельностью [4].



Рисунок 1 - Последовательность формирования системы управления инновационной деятельностью строительного предприятия

Главной задачей системы управления инновационной деятельностью строительного предприятия является внедрение более гибкой и комплексной системы планирования, координации и стимулирования инноваций, направленных на инновационное развитие предприятия, а также ускорение разработки и внедрения новой продукции за счет специализации работ в рамках инновационного процесса.

В условиях, когда инновационная деятельность вызывает изменение внутренней структуры строительного предприятия и/или внешних его условий, одним из путей повышения его инновационной активности можно рассматривать интрапренерство.

Интрапренерство - внутреннее инновационное предпринимательство в рамках крупных корпораций, выражающееся в поощрения нового поколения изобретателей и новаторов — высокоэффективных внутрифирменных предпринимателей, которые изыскивают возможности для развития инициативы, разработки новой продукции, технологии освоения новых сфер деятельности с использованием внутренних ресурсов [3].

Стратегия интрапренерства предполагает создание новой фирмы внутри материнской компании в качестве совершенно самостоятельного подразделения или группы, в задачу которой входит выход на новые рынки или разработка совершенно иной, нетрадиционной продукции. Сущность интрапренерства заключается в том, что на действующем предприятии, выпускающем определенную продукцию (работу или услуги), создаются условия для выдвижения новаторских предпринимательских идей: выделяются ресурсы — интракапитал для их реализации, оказывается всесторонняя помощь для реализации идеи и ее практического использования.

Целью интрапренерства является повышение эффективности предприятия за счет активизации и использования творческого потенциала сотрудников; повышения эффективности использования ресурсов предприятия; быстрой реакции на изменения потребностей рынка; быстрой реализации всевозможных нововведений; создания основы для дальнейшего развития производства. Интрапренер - внутренний предприниматель, человек, который берет на себя практическую ответственность за осуществление на предприятии инноваций любого рода [3]. Интрапренер должен проявлять гибкость и быть способным разрабатывать альтернативные управленческие решения. С этой точки зрения интрапренерство можно рассматривать как деятельность по производству и реализации продукции на основе интеграции инновационных предпринимательских возможностей личности и предприятия.

На наш взгляд, становление и развитие интрапренерства на строительном предприятии способствует созданию финансовых (увеличение прибыли, введение в экономический оборот ранее не использовавшихся ресурсов), стратегических (расширение покупателей, освоение новых рынков) и технологических (разработка инноваций) преимуществ.

С точки зрения инновационного менеджмента интрапренерство представляет собой совокупность принципов и методов управления, которые позволяют превратить строительное предприятие в открытую систему, постоянно генерирующую и успешно реализующую новые идеи.

Основными организационными структурами для выделенной структуры являются ресурсы материнской организации, которые на время выполнения инновационного проекта выделяются в интрапренерскую структуру и после завершения возвращаются в материнскую структуру управления. Причем

степень выделенности интрапренерской структуры может быть различной. Например, от отдельного независимого подразделения строительного предприятия, контролируемого только на высшем уровне управления до подразделения внутри организационной структуры, взаимодействующего с другими стратегическими подразделениями строительного предприятия.

Одной из форм стимулирования инновационной деятельности строительных предприятий региона могут стать определенные центры взаимодействия науки и предпринимательских структур (центры субконтрактации), где целевые научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы должны выполняться по заказам заинтересованных организаций [3].

Основными задачами подобных центров субконтрактации должны являться получение и распространение инновационных идей, перспективных разработок, новых научно-технических знаний, а полученный доход направляться на осуществление инновационных исследований и разработок, подготовку и переподготовку соответствующих кадров, осуществление соответствующего технического и технологического оснащения. Прогнозирование, контроль и оценка деятельности организаций подобного рода должны осуществляться специализированным советом, состоящим из представителей государственных органов власти, научного сообщества и предпринимательских структур.

Роль центра субконтрактации заключается в том, чтобы найти способ повысить эффективность применения производственных мощностей, которыми располагают строительные предприятия в конкретном регионе. Эта необходимость возникла из признания того факта, что предприниматели, работающие в том или ином регионе, слабо знакомы друг с другом и не имеют возможности получать точную информацию о производственно - технологических возможностях своих коллег, которые они могли бы использовать для выполнения своих производственных программ. В этих целях составляются реестры субконтракторов, поставщиков и контракторов.

Центры субконтрактации являются средоточием технической информации и местом, где обрабатываются предложения и заявки от потенциальных контрагентов и деловых партнеров, и где сводятся воедино предложение и спрос на услуги субконтракторов и поставщиков. Таким образом, центр субконтрактации является межфирменной службой, которая обеспечивает экономию средств и рационализацию связей между строительными предприятиями.

Основными функциями центров субконтрактации являются:

- согласование потребностей крупных предприятий с производственными и технологическими возможностями малых и средних предприятий;
- организация встреч между покупателями и продавцами с целью расширения их взаимодействия на основе специализированных программ;
- организация выставок для демонстрации продукции крупных и средних предприятий. проведение семинаров по развитию субконтрактных отношений и установление связей между крупными и малыми предприятиями;

- организация различных программ по внедрению международных стандартов качества (ISO-9000) по развитию экспорта с публикацией бесплатных информационных бюллетеней о проводимых конкурсах и потребностях в субконтрактных связях;

- обеспечение постоянной работы информационной сети, объединяющей все центры субконтрактации страны, в целях обмена данными о потребностях и рыночных возможностях их удовлетворения.

Подобные центры были созданы во Франции, Бельгии, Германии, Великобритании, Италии и Испании, причем каждая из перечисленных стран адаптировала общие принципы в соответствии с местными условиями. Впоследствии при содействии ОЭСР и UNIDO, центры субконтрактации также были созданы в Индии, Малайзии, на Филиппинах, в Турции, Мексике и других странах.

В настоящее время в России развивается система центров субконтрактации, включающая в себя 32 региональных центра, объединенные в НП «Национальное Партнерство развития субконтрактации».

Региональный Центр субконтрактации – инфраструктурная организация, способствующая развитию предпринимательства. Основные направления деятельности региональных центров субконтрактации: оптимизация кооперационных связей предприятий региона; организация информационного обмена между предприятиями; привлечение кооперационных заказов (субконтрактов) в регион; развитие межрегиональных связей (с использованием возможностей информационного обмена в системе центров субконтрактации); участие в развитии предпринимательского климата региона, включая участие в разработке и реализации региональных программ развития производственной кооперации в строительстве, технологического перевооружения строительных предприятий, развития инновационного малого предпринимательства в строительстве.

Вывод. Все указанные направления деятельности, как правило, осуществляются в рамках программ и проектов, реализуемых при поддержке и под контролем со стороны органов власти субъектов Российской Федерации. Использование интрапренерства на строительном предприятии позволит более рационально управлять денежными потоками, повысить инновационную восприимчивость и создать наиболее благоприятные условия для повышения предпринимательской активности.

Основная задача деятельности центра субконтрактации – развитие кооперационных связей строительных предприятий (малых, средних и крупных) на региональном и межрегиональном уровне.

Библиографический список:

1. Батчиков С.А. Импортзамещающий вектор альтернативной стратегии народнохозяйственного развития//Российский экономический журнал. -2002.- № 4, с.

2. Доклад о Стратегии инновационного развития строительной отрасли [электронный ресурс] режим доступа <http://www.minstroyrf.ru/>.
3. Крупанин А.А. Основы многоуровневого регулирования предпринимательства — СПб: Астерион, 2008.
4. Организационно-экономический механизм стимулирования инновационной деятельности строительного предприятия // Магомедов А.Г., Магомедов А.А. Махачкала: ГОУ ВПО «ДГТУ», 2012г.
5. Россия в цифрах - 2015 г. Федеральная служба государственной статистики.

УДК 69.003

Мейланов И.М., Эсетова А.М.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Meylanov I.M., Esetova A.M.

MAIN INCREASE THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF INDUSTRIAL CONSTRUCTION

Обоснована необходимость повышения инвестиционной привлекательности промышленного строительства; актуализированы направления современной государственной инвестиционной политики в строительной отрасли; рекомендован инструментарий роста потенциала промышленного строительства.

Ключевые слова: *промышленное строительство, инвестиционная политика, инвестиционные проекты, индустриальные парки, государственная поддержка.*

The necessity to increase the investment attractiveness of the industrial construction; updated trends of the modern state investment policy in the construction industry; recommended toolkit growth potential of an industrial building.

Key words: *industrial construction, investment policy, investmenttional projects, industrial parks, government support.*

Введение. Строительство является одной из ведущих отраслей материально-производственной сферы, оказывающей существенное влияние на темпы роста и конкурентоспособность экономики в целом.

В Российской Федерации высокими темпами развивается жилищное строительство. За последние четыре года ежегодно наращивался прирост темпов введенного жилья.

В 2014г. введено в действие 297,8 тыс. зданий (в 2013г. – 258,1 тыс. зданий), их общий строительный объем составил 615,6 млн. куб. метров (в 2013г. – 526,7 млн. куб. метров), общая площадь – 138,8 млн. кв. метров (в 2013г. – 117,8 млн. кв. метров).

Из числа введенных в действие в 2014г. зданий, 93% составляют здания жилого назначения, тогда как доля зданий промышленного назначения в общем числе возведенных зданий в 2014 г. составляла 1,1%, (табл. 1) [4].

Таблица 1 - Ввод в действие зданий*

	Число зданий		Общий строительный объем зданий, млн. м ³		Общая площадь зданий, млн. м ²	
	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.
Введено в действие зданий - всего	258119	297798	526,7	615,6	117,8	138,0
в том числе:						
жилого назначения	239086	276559	343,5	402,2	87,1	103,8
нежилого назначения	19033	21239	183,2	213,4	30,7	34,2
из них:						
промышленные	2970	3364	45,0	55,1	4,2	5,2
сельскохозяйственные	2127	2337	22,6	24,5	4,4	4,6
коммерческие	7098	7875	54,5	70,5	9,5	12,0
административные	1234	1362	10,1	11,1	2,2	2,5
учебные	909	1132	14,7	17,1	3,3	3,9
системы здравоохранения	667	663	5,2	3,6	1,3	0,8
другие	4028	4506	31,1	31,5	5,8	5,2

* Россия в цифрах - 2015 г.

Постановка задачи. Проблемы, препятствующие реализации комплекса мер, направленных на развитие промышленного строительства, заключаются в недостаточном финансовом обеспечении, в недостаточном административном сопровождении проектов промышленного строительства; в воздействии неурегулированных административных процедур, препятствующих реализации инвестиционной деятельности; в слабой координации государственных, муниципальных программ развития промышленного комплекса и инвестиционных программ промышленного строительства; в недостаточном обеспечении инженерной, транспортной и социальной инфраструктурой.

Безусловно, в отличие от жилищного строительства, промышленное строительство труднее поддается типизации — в числе его объектов сооружение плотин, каналов, дорог, предприятий, рассчитанные на разнообраз-

нейшее по размерам и мощности оборудование, шахты, сложнейшие установки химического и машиностроительного производства и т. д. Но, стоит отметить, что промышленное строительство включает в себя не только возведение объектов «с нуля», но и капитальный ремонт сооружения, относящегося к промышленному производству.

Строительство промышленных объектов не только позволяет создать новые рабочие места, но и дает возможность вывести отрасль на новый уровень развития, сделать ее более конкурентоспособной. Спрос на услуги промышленного проектирования и возведения таких объектов предъявляют в основном госкомпания или крупные структуры, чаще всего контролируемые государством. Именно поэтому к проектированию и возведению промышленных объектов следует подходить с особой ответственностью, так как от их качества зависит возможность эффективного использования производственных мощностей создаваемых предприятий на долгосрочный период.

Методы исследования. В промышленном строительстве на сегодняшний день наблюдается увеличение количества строящихся крупных объектов. В целом по всем видам строительства наблюдается тенденция к преобладанию зданий и сооружений, возводимых с использованием штучных стеновых материалов (кирпича, мелких блоков) и монолитного железобетона.

По данным государственной статистики в России в 2014 году введено 15 крупных промышленных производств (введено в эксплуатацию производственных мощностей) с общим объемом инвестирования 40 - 50 млрд. руб. (табл.2) [1].

В целом, за период 2012-2015 года в России возведено около 1000 крупных промышленных объектов, в числе которых: завод по переработке молока ООО «Уфамолгорзавод» (Башкирия); цех по производству котельного оборудования ООО «Кузбасская энергосетевая компания» (Кемеровская область); предприятие по производству пенополистирола и сип-панелей ООО «Кёниглогсистемс» (Магаданская область); новый административно-производственный комплекс ЗАО «Обнинская энерготехнологическая компания» (Калужская область); первая производственная линия по выпуску полимерных компаундов РЦИ «Химтех» (Татарстан); комплекс по производству белкового порошка коллагена ОАО «Верхневолжский кожевенный завод» (Тверская область); швейная фабрика ООО «Астратекс» (Астраханская область); завод по производству железобетона и металлопрофиля ООО «ЗЖБИМ» (Ямало-Ненецкий АО); сборочное производство электрораспределительных устройств и автоматизированных систем управления группы компаний «АБС Электро» (г. Санкт-Петербург); завод по производству деревянных окон финской компании Scaala (г. Санкт-Петербург); новый цех по производству пеллет ЗАО «Лесозавод 25» (г. Архангельск); и др.

Однако для решения проблемы привлечения инвестиций в промышленное строительство необходимо дальнейшее укрепление государственной инвестиционной политики, представляющей собой комплекс ориентированных

на потребности экономики подходов и решений, определяющих объем, структуру и направления использования инвестиций в строительную отрасль.

Таблица 2 - Введенные производственные мощности *

	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.
Мощности по добыче и переработке:					
угля, млн. т	8,6	7,3	9,8	11,2	5,4
руды золотосодержащей, тыс. т	90,0	150,0	1830,0	575,0	400,0
нефти, млн. т	6,8	8,8	10,1	0,2	5,5
газа, млрд. м ³	-	-	-	0,1	1,2
скважины, единиц:					
нефтяные, тыс.	4,3	5,2	4,7	5,5	4,8
газовые	174	81	312	120	162
Мощности по производству:					
стали, тыс. т	306,0	300,0	969,0	2110,5	1460,0
готового проката черных металлов, млн. т	0,6	1,7	-	0,3	1,3
стальных труб, тыс. т	635,2	692,7	58,0	-	60,0
машин непрерывного литья заготовок, млн. т	1,7	0,2	1,1	-	1,4
минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ), тыс. т	730,0	934,1	515,3	-	-
кислоты серной в моногидрате, тыс. т	705,0	600,0	-	10,9	-
лаков и красок, тыс. т	3,6	19,5	7,3	-	39,9
резинотехнических изделий формовых и неформовых, тыс. т	-	-	11,3	-	-
пленки полимерной, тыс. т	2,8	1,2	20,0	57,4	30,5
готовых лекарственных средств, млн. шт.	-	944,1	3348,0	2720,3	2560,7
пиломатериалов, тыс. м ³	949,6	646,6	369,3	814,1	600,4
бумаги, тыс. т	40,0	-	129,8	480,0	-
плит древесностружечных, тыс. м ³	210,0	159,3	6,0	250,0	573,0
цемента, млн. т	1,3	3,6	4,9	4,2	1,9
линолеума, млн. м ²	-	9,0	-	18,0	-
стеновых материалов (без стеновых железобетонных панелей), млн. условных кирпичей	1018,7	428,8	262,8	775,8	711,7
Построено:					
электростанций турбинных, млн. кВт	1,9	1,5	2,6	3,6	3,5
фабрик углеобогатительных, млн. т переработки угля	2,0	6,5	0,4	8,1	9,3
помещений для содержания крупного рогатого скота, тыс. мест	111,1	93,4	114,7	99,0	104,1
зерносеменовохранилищ, тыс. т единовременного хранения	367,2	323,0	428,1	464,2	517,8
хранилищ для картофеля, овощей и фруктов, тыс. т единовременного хранения	149,6	172,2	253,2	134,0	126,6
силосных и сенажных сооружений, тыс. м ³	188,2	93,5	165,0	173,9	243,0
комбинатов тепличных, га	-	9,2	9,7	18,5	57,0
складов механизированных для хранения минеральных удобрений, ядохими-	-	3,1	3,1	-	2,0

катов и микробиологических средств, тыс. т единовременного хранения					
элеваторов, тыс. т единовременного хранения	56,0	184,9	393,5	83,0	147,7
предприятий мельничных сортового помола, тыс. т переработки зерна в сутки	0,2	0,2	0,6	1,0	1,4
предприятий комбикормовых, т комбикормов в сутки	786,8	1406,0	1356,0	2988,0	2307,0
предприятий крупяных, т переработки зерна в сутки	47,2	330,0	305,0	250,5	238,0
радиовещательных станций, кВт	128,3	16,3	98,8	11,0	4,5
междугородных кабельных линий связи, тыс. км	6,9	1,8	0,8	0,7	0,5
радиорелейных линий связи, тыс. км	13,2	22,4	21,1	33,0	20,9
линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше, тыс. км	2,1	3,4	3,9	3,9	4,5
автомобильных дорог с твердым покрытием, тыс. км	3,1	2,5	2,4	2,9	2,3
в том числе автомобильных дорог общего пользования	2,2	1,9	2,0	2,5	2,0
новых железнодорожных линий, км	111,1	93,4	39,3	29,4	13,0
вторых путей, км	104,5	95,0	76,6	55,9	31,8
причалов морских портов (включая перегрузочные комплексы морских портов):					
тыс. пог. м	0,9	2,7	1,2	1,5	0,4
млн. т груза в год	2,8	2,3	6,0	-	-
механизированных причалов речных портов:					
тыс. пог. м	0,4	0,5	-	0,2	0,09
млн. т груза в год	0,2	0,4	-	0,1	0,1
взлетно-посадочных полос с твердым покрытием, тыс. м ²	143,8	937,8	179,2	411,1	596,5
газопроводов магистральных и отводов от них, тыс. км	2,0	1,0	3,8	1,1	2,0
нефтепроводов магистральных и нефтепродуктопроводов магистральных региональных, тыс. км	1,2	1,2	2,1	0,9	0,8
линий метрополитена (в двухпутном исчислении), км	5,6	10,0	13,2	23,3	3,0
станций метрополитена	4	7	6	9	2
станций технического обслуживания легковых автомобилей	164	147	135	194	258
торговых предприятий, млн.м ² торговой площади	1,8	2,6	2,4	2,4	3,6
предприятий общественного питания, тыс. посадочных мест	24,2	21,4	24,0	25,6	33,8

* Россия в цифрах - 2015 г.

В настоящее время главной задачей государственной инвестиционной политики является формирование благоприятной среды, способствующей привлечению инвестиций и повышению эффективности использования инвестиционных ресурсов в развитие приоритетных отраслей народного хозяй-

ства, в том числе промышленного строительства. С учетом данного требования, государственная инвестиционная политика в промышленном строительстве должна быть ориентирована на определение целесообразных для каждого периода времени объемов инвестиций и их структуры: отраслевой, воспроизводственной, технологической, территориальной и по формам собственности; выбор приоритетов развития; повышение эффективности реализации инвестиционных проектов.

Современная инвестиционная политика РФ своей приоритетной целью ставит развитие долгосрочного отечественного инвестирования. Именно поэтому возникла необходимость в поиске дополнительных инструментов, с помощью которых можно проводить аккумулирование инвестиционных ресурсов в промышленном строительстве.

Одним из основных инструментов развития социальной и инженерной инфраструктуры территории Республики Дагестан является Республиканская инвестиционная программа (РИП). В рамках Республиканской инвестиционной программы за 2014 год построено 57 объектов социальной сферы, в том числе 15 объектов общего образования, 27 детских садов, 4 объекта здравоохранения и 11 ФАПов, 3 артезианские скважины, 126,5 км водопроводных и 100 км газовых сетей [1].

В 2014 году на реализацию РИП в 2014 году были направлены средства в объеме 7026,7 млн. руб., в том числе 4160,4 млн. руб. (59,2% от общего объема) - из федерального бюджета и 2866,3 млн. руб. (40,8%) - республиканского бюджета РД. Средства федерального бюджета выделены в рамках реализации федеральных программ: ФЦП «Юг России (2014-2020 годы)», ФЦП «Жилище» подпрограмма «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры», ФЦП «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 годы и на период до 2020 года».

Эффективная реализация инвестиционных проектов является важнейшим направлением развития экономики Республики Дагестан. С использованием механизма государственно-частного партнерства на территории республики осуществлялись работы по созданию инвестиционных площадок со всей необходимой инфраструктурой. В рамках РИП на 2014 год были выделены средства на строительство объектов инженерной инфраструктуры по 8 инвестиционным площадкам в сумме 640,7 млн. руб., в том числе из федерального бюджета – 57 млн. руб. – «Создание объектов инженерной инфраструктуры», г. Махачкала; «Создание инженерной инфраструктуры инвестиционной площадки ООО АПК «ЭкоПродукт», Магарамкентский район; «Создание инженерной инфраструктуры ООО «Дагагрокомплекс», с. Речное пос. Южный, Кизлярский район (1 этап); «Создание инженерной инфраструктуры на инвестиционной площадке ООО «Дагагрокомплекс», с. Тарумовка, Тарумовский район; «Создание инженерной инфраструктуры инвестиционной площадки «Уйташ», с. Уйташ, Карабудахкентский район; «Создание инженерной инфраструктуры инвестиционной площадки туристической базы «Орлиное гнездо», Гунибский район, «Создание инженерной инфраструктуры инвести-

ционной площадки тепличного комплекса ООО «АгроМир», пос. Ленинкент, г. Махачкала; «Создание инженерной инфраструктуры инвестиционной площадки завода ЖБИ «Стройдеталь», г. Махачкала).

За счет средств инвесторов на создаваемых и ранее созданных площадках в Республике Дагестан реализуются инвестиционные проекты: «Создание индустриально-строительного комплекса «Каспийск» (ООО «Завод строительных материалов»)), «Строительство комплексного логистического центра» (ООО «Агрико Северный Кавказ»), «Создание в Республике Дагестан птицекомплекса по производству 4500 тонн мяса бройлера живым весом в год» (ООО АПК «Эко-Продукт»), «Приоритетная программа развития сельского хозяйства с внедрением современной техники и технологий в Республике Дагестан» (ООО «Дагагрокомплекс»), «Строительство стеклотарного завода «Анжи-Стекло» (ОАО «Магистраль»), «Организация производства напольной плитки и керамического гранита» (ООО «Мараби»), «Строительство Гоцатлинской ГЭС» (ОАО «Русгидро», ОАО «Сулакский гидрокаскад») и «Строительство завода по производству гипса и гипсосодержащих строительных материалов» (ООО «Даггипс»).

В 2014 году завершена реализация 6 инвестиционных проектов на общую сумму 3502 млн. руб.: «Организация производства по переработке сельскохозяйственной продукции», Гергебильский район (ООО «Кикунинский консервный завод»); «Строительство сельскохозяйственных павильонов и реконструкция существующих зданий», г. Кизилорт (ООО «Дагъ-Баш»), «Строительство цементного завода», г. Буйнакск (ООО «Буйнакский цементный завод»); «Организация цементного производства», г. Кизилорт (ООО «Евроресурс»); «Создание таможенно-логистического центра «Виадук» (ООО «Южный Таможенный Терминал «Виадук»); «Строительство тепличного комплекса по выращиванию огурцов и томатов», пос. Ленинкент (ООО «Агромир»). Сформирован технопарк «Сулак Композит» на базе ООО «Нанокомпозит» (г. Кизилорт). Ведется работа по созданию индустриального парка на базе ООО «Кристалл-Сити» (г. Каспийск).

В настоящее время потенциал роста объемов промышленного строительства обозначен постановлением Правительства РФ от 04.08.2015 N 794 «Об индустриальных (промышленных) парках и управляющих компаниях индустриальных (промышленных) парков» [3].

Индустриальный (промышленный) парк представляет собой функционирующий одновременно с оператором (специализированной управляющей компанией) комплекс объектов недвижимости, состоящий из земельного участка (участков) с производственными, административными, складскими и иными помещениями и сооружениями, обеспеченный энергоносителями, инженерной и транспортной инфраструктурой и административно-правовыми условиями для размещения в его границах промышленных производств; форма взаимодействия компаний-резидентов (субъектов промышленной деятельности) и управляющей компании индустриального парка.

Индустриальный парк также может иметь статус особой экономической зоны (ОЭЗ) в соответствии с законодательством РФ либо располагаться внутри территории ОЭЗ и получать весь комплекс льгот, предусмотренный для ОЭЗ.

На территории действующего и создаваемого индустриального (промышленного) парка могут быть размещены и (или) запланированы к размещению:

- объекты недвижимого имущества для обеспечения движения транспортных средств резидентов или потенциальных резидентов индустриального (промышленного) парка, а также иных лиц, обслуживающих объекты коммунальной инфраструктуры индустриального (промышленного) парка;
- системы коммуникаций и объекты водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, электроснабжения и газоснабжения, связи, обеспечивающие деятельность резидентов или потенциальных резидентов индустриального (промышленного) парка;
- иные здания, строения и сооружения, предназначенные для создания промышленного производства или модернизации промышленного производства резидентов или потенциальных резидентов индустриального (промышленного) парка.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 октября 2014 г. N 1119 «Об отборе субъектов РФ, имеющих право на получение государственной поддержки в форме субсидий на возмещение затрат на создание инфраструктуры индустриальных парков и технопарков» определены виды государственной поддержки из федерального бюджета на финансирование мероприятий по созданию индустриального (промышленного) парка в целях подведения к границе частного промышленного парка сетей инженерной инфраструктуры, технологического присоединения (подключения) к объектам электросетевого хозяйства, строительства объектов инфраструктуры, инженерной подготовки в границах земельного участка (табл. 3) [2].

Причем застройщик (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель) обладает всеми необходимыми для реализации проекта правами на земельный участок и иное недвижимое имущество, которое является объектом индустриального парка.

Следует отметить, что субъекту Российской Федерации не осуществляется возмещение затрат за счет средств федерального бюджета в случаях, если:

а) строительство объектов инфраструктуры индустриального (промышленного) парка или технопарка осуществляется в рамках инвестиционных программ естественных монополий;

б) создание инфраструктуры предназначено для обеспечения деятельности юридического лица по добыче полезных ископаемых и производства подакцизных товаров, за исключением производства легковых автомобилей и мотоциклов.

Таблица 3 - Государственная поддержка промышленных парков

Вид государственной поддержки	Объем и источник господдержки
Субсидии субъектам на возмещение затрат, связанных с созданием инфраструктуры промышленных парков находящихся в государственной собственности.	100% налога на прибыль организаций, 50% НДС, 50% акцизов на автомобили и мотоциклы, а также 50% ввозных таможенных пошлин.
Субсидии в целях возмещения части фактически произведенных и документально подтвержденных затрат на уплату процентов по кредитам, полученным российскими организациями - специализированными управляющими компаниями, осуществляющими деятельность по управлению промышленным парком.	Объем субсидирования процентной ставки по кредиту (доля от ставки рефинансирования ЦБ РФ) – 90%. Предоставляются организациям, прошедшим конкурсный отбор инвестиционных проектов, предусматривающих, в том числе капитальное строительство объектов инфраструктуры и промышленности.
Субсидии субъектам РФ на софинансирование обязательств бюджетов субъектов РФ по предоставлению субсидий российским организациям на компенсацию части затрат на реализацию инвестиционных проектов по созданию инфраструктуры промышленных парков, понесенных в 2014 - 2020 годах.	Компенсация части затрат на реализацию инвестиционных проектов по созданию инфраструктуры, понесенных в 2014 - 2020 годах, и на осуществление бюджетных инвестиций субъектов РФ в объекты госсобственности, относящиеся к инфраструктуре промышленных парков.

Министерством промышленности, торговли и инвестиций РД в проекте закона РД об промышленных парках в качестве мер поддержки предусмотрены субсидии на возмещение части затрат на строительство и реконструкцию объектов инженерной и транспортной инфраструктуры, включая обеспечение выполнения инженерных изысканий, что может оказать существенное влияние на повышение инвестиционной привлекательности объектов промышленного строительства.

С 1 января 2016 года вступают в силу Правила подтверждения соответствия промышленного (промышленного) парка и управляющей компании промышленного (промышленного) парка установленным требованиям в целях применения к ним мер стимулирования деятельности в сфере промышленности и промышленного строительства. Проведение подтверждения соответствия промышленного (промышленного) парка и управляющей компании установленным требованиям осуществляет Минпромторг России. Определен перечень документов, представляемых для подтверждения соответствия установленным требованиям.

Решение о соответствии промышленного (промышленного) парка и управляющей компании установленным требованиям выдается сроком на 3

года. Конкурсные предложения по созданию промышленного парка в каждой из категорий рекомендуется оценивать по следующим критериям социально-экономической эффективности:

- объем инвестиций в создание новых и/или развитие существующих производств, а также строительство и реконструкцию объектов инженерной и транспортной инфраструктуры, включая обеспечение выполнения инженерных изысканий, в расчете на единицу площади промышленного парка, а при отсутствии такой площади - в целом по промышленному парку;
- количество создаваемых новых рабочих мест;
- средняя заработная плата работников, занятых на производствах промышленного парка;
- объем поступлений в бюджеты всех уровней бюджетной системы Российской Федерации;
- инновационность инвестиционного проекта, планируемого к реализации в индустриальном (промышленном) парке;
- сроки создания промышленного парка;
- энергоемкость промышленного парка;
- степень замещения капитальных затрат бюджетов всех уровней внебюджетными источниками финансирования при создании промышленного парка.

В целях обеспечения индустриальных (промышленных) парков трудовыми ресурсами наряду с промышленным строительством, потенциал развития получит и жилищное строительство на территориях, прилегающих к площадкам создаваемых промышленных парков, а также объектов социальной инфраструктуры, что в целом будет способствовать повышению эффективности функционирования строительной отрасли на долгосрочную перспективу.

Вывод. Повышение инвестиционной привлекательности промышленного строительства может быть достигнуто путем реализации комплекса мер, предусматривающих: развитие нормативно-законодательной базы, регулирующей инвестиционные отношения в строительстве; совершенствование организационно-экономического механизма, в том числе инструментария управления инвестиционными проектами в промышленном строительстве; интеграцию программ государственной поддержки и стимулирования создания индустриальных парков, строительства объектов инфраструктуры, инженерной подготовки в границах отведенного под застройку земельного участка.

Библиографический список:

1. Бюллетень «Основные показатели инвестиционной и строительной деятельности в Российской Федерации в 2014 году», Росстат, 2015г.
2. Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 октября 2014 г. N 1119 «Об отборе субъектов РФ, имеющих право на получение гос-

поддержки в форме субсидий на возмещение затрат на создание инфраструктуры индустриальных парков и технопарков».

3. Постановление Правительства РФ от 04.08.2015 N 794 «Об индустриальных (промышленных) парках и управляющих компаниях индустриальных (промышленных) парков».

4. Статистический сборник «Россия в цифрах-2015», Росстат, 2015.

УДК 338.242.2

Эмирова Г.А.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА МЕДИАФРАНЧАЙЗИНГА В РОССИИ

Emirova G.A.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF MEDIA FRANCHISING IN RUSSIA

В статье анализируется рынок медиафранчайзинга в РФ – довольно нового явления в отечественном бизнесе. Исследуются общие правила и закономерности, влияющие на привлекательность СМИ для инвестора, для предпринимателя, намеренного приобрести франшизу в области производства массовой информации. Приводится статистика объемов рекламного рынка в СМИ, соотнесенная с показателями успешности конкретных франчайзинговых проектов. Даны примеры развития различных категорий франчайзинговых компаний в сфере СМИ.

Ключевые слова: экономика СМИ, франчайзинг, франшиза, СМИ, информационная политика, управление предприятием, медиа-холдинги, рекламный рынок.

The article analyzes the media market of franchising in Russia - a rather new phenomenon in the domestic business. We study the general rules and laws affecting the media attractiveness for investors, for entrepreneurs intending to buy a franchise in the field of media. Results statistics of volumes of the advertising market in the media, correlated with indicators of success specific franchising projects. Examples of the various categories of franchising companys in the media.

Key words: media economics, franchising, franchise, mass-media, information policy, business management, media companies, advertising market

Введение. Современная общественно-политическая ситуация в России требует особого внимания к сфере инвестирования в СМИ. Свобода российских медиа от навязчивого давления бизнес-структур и политических сил может быть достигнута только за счет взвешенных законодательных, экономических мер, а также гражданской позиции всех участников медиaproстранства страны.

Еще совсем недавно в сегменте российского медиарынка существенную роль занимали иностранные инвестиции. Иностранные инвесторы являлись желанными гостями на российском экономическом пространстве. Как правило, они были отраслевыми, индустриальными, имеющими опыт, знания, новые технологии, которые можно было передать активам инвестируемых компаний.

Инвестиции партнера позволяли СМИ реализовать совместные проекты, а средства инвестиционных фондов – структурировать коммерческие процессы. Со временем доля иностранных инвестиций приблизилась к такому значению, что вопросами общественно-политического развития и поиска оптимальных моделей государственного устройства в СМИ стали заниматься фактически западные медиа и политтехнологи.

Устроенные по западным образцам, формально-отечественные СМИ, стали проводниками конкретных взглядов. Начав с инвестирования наиболее прибыльного развлекательного сектора, «желтой прессы», иностранный инвестор устремился к аналитической журналистике.

В результате, крупнейшие газеты и журналы на российском рынке медиапродукции становятся собственностью иностранных компаний.

Газета «Ведомости» («Бизнес Ньюс Медиа») принадлежит в равных долях финскому медиахолдингу «Sanoma Independent Media», американской Dow Jones (учредитель газеты «The Wall-Street Journal») и FT Group (учредитель «The Financial Times»).

Журналы ИД «Бурда» («Лиза», «Мой прекрасный сад», «Отдохни!», «Oops!», «Автомир», «Идеи вашего дома» и многие другие) – немецкому концерну «Hubert Burda Media». И таких примеров множество.

С 1 января 2016 года вступает в силу Федеральный закон «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О средствах массовой информации» от 14.10.2014 № 305-ФЗ [5], который сокращает долю иностранного капитала в российских СМИ до 20%.

Это обещает нанести серьезный экономический удар по российским СМИ федерального, регионального и местного уровней. Ведь финансовая состоятельность многих из них в условиях хронической убыточности предприятий СМИ, нередко, напрямую связана с уровнем инвестиций со стороны иностранных партнеров.

В целом, отрасль СМИ переживает не самые лучшие времена, и вопросы партнерства в этой сфере, а также привлечения инвестиций на медиарынок весьма актуальны. [3].

Пока законодательное ограничение касалось 50% иностранного капитала, ситуация вполне устраивала журналистов и их инвесторов, к тому же печатные СМИ и вовсе избегали этих мер. Теперь же в сферу ограничения попали даже Интернет-издания. При этом объем инвестиций в Интернет-СМИ усиленно растет пропорционально увеличению аудитории данного канала средств массовых коммуникаций, тогда как возможности иностранных инвесторов существенно снижаются.

Несмотря на очевидное усложнение процедуры применения инструментов иностранного инвестирования в отечественные СМИ, важность новой поправки несколько не оспаривается российским обществом.

Согласно мнению членов Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека, иностранные инвестиции в районную газету, городскую FM-радиостанцию или журнал о моде составляют значительно большую угрозу для обороноспособности страны и безопасности государства, чем иностранные инвестиции в производство вооружений или создание ядерных установок [4]. С учетом этого, рынку СМИ следует пересмотреть варианты своего стратегического развития, привлекая новые инструменты и совершенствуя методы достижения финансовой прибыли с сохранением независимой политики издания.

Постановка задачи. Одним из вариантов выхода из состояния неопределенности, связанного с принятием указанной поправки, может стать применении медиафранчайзинга, который в России сегодня называют «антикризисным» решением в сфере медиабизнеса.

По общему мнению, создавать готовый бизнес с самого начала довольно сложно. Это актуализирует вопрос о медиафранчайзинге как о наиболее оптимальной форме продвижения федерального СМИ в регионы, либо выхода местного медиаиздания на уровень страны или региона. В качестве примера последнего можно привести журнал «Дорогое удовольствие», который был запущен в г. Новосибирск как местное издание, но получил распространение не только в 31 городе России, но и в Республике Казахстан.

Региональные партнеры по изданию этого журнала получают проверенные издательские технологии, ноу-хау по организации светских событий и полностью готовый контент для 12 номеров журнала в год, к которому остается добавить только местные интервью, репортажи и рекламу [3]. Это позволяет организовать производство, подобрать команду и развивать журнал как в содержательном плане, так и в плане бизнеса.

Методы исследования. На наш взгляд, не менее интересен опыт франчайзингового проекта «Хорошие новости». Это российская сеть минимаркетов прессы, которая довольно быстро распространилась в стране, благодаря системе стандартов ведения бизнеса и возможности заключения федеральных контрактов.

Другим примером медиафранчайзинга является популярная газета «Метро», которая после своего выхода на региональный рынок, к примеру, «Метро-74», сразу набрала популярность в своем регионе, охватив 17 городов Че-

лябинской области и Республики Башкортостан. Выход на рынок для партнеров в сфере СМИ стоит довольно мало – от нуля до 1 миллиона рублей за самый крупный медиабренд.

Однако в сфере развития медифранчайзинга существуют некоторые проблемы. В сфере товарного рынка франчайзинг имеет четкие позиции и определения, в сфере же медиа – сталкивается со сложностями как в понятийном аппарате, так и в области технологий применения. Невозможность патентовать ноу-хау в сфере СМИ упрощает медиафранчайзинг до уровня простого соглашения на использование товарного знака, что не защищает бизнес-идею от клонирования. Это усложняет процесс партнерства, заставляя стороны заключать целый комплект договоров. Кроме того, в медиасекторе нередки случаи ведения скрытой ценовой политики и отсутствия системных связей между главным и локальным офисом.

Понятие «франчайзинг» в российском законодательстве отсутствует, но есть термин «коммерческая концессия», данный в Главе 54 Гражданского Кодекса РФ [1]. Понятие это довольно новое, а в сфере СМИ и вовсе неисследованное. Надо отметить, что франчайзинг в сфере СМИ в России появился лишь пять лет назад, и сегодня среди наиболее популярных числятся далеко не самые рейтинговые издания.

Согласно анализу последних данных, в числе пяти самых распространенных франчайзинговых СМИ в РФ числятся: «City», «Выбирай», «Ваша свадьба», «Стольник», «Здоровье и фитнес».

Характеристика основных участников рынка франчайзинговых СМИ в России представлена в таблице 1.

Как показала практика, медиафраншизы постепенно приобретают устойчивые черты и критерии оценки бизнес-привлекательности. Инвестор видит ценность СМИ в его контенте, команде, готовой поддерживать технологию, а также в степени раскрутке бренда. Но при этом унифицированных отечественных методик оценки бренда СМИ пока не существует.

На наш взгляд, затратным методом его определить невозможно, сравнительным тоже, остается доходный метод, позволяющий оценить объемы доходов от рекламы.

Установлено, что медиафраншизу целесообразно брать лишь у самых крупных медиаигроков. Это позволяет рассчитывать на достаточные средства от рекламы за счет массовой раскрутки бренда. Таких в стране насчитывается не более десяти. В настоящий момент самыми распространенными являются франшизы в печатной сфере и Интернет-СМИ.

По данным Рекламной группы Deltaplan, на долю таких проектов в городах-миллионниках приходится около 70% размещаемых бюджетов.

Наиболее крупными сетевиками являются телегиды, глянцевого журналы и деловые СМИ, в том числе «b2b» [6]. Анализ результатов рекламного рынка страны за три квартала 2015 года позволил определить суммарный объем рекламы, размещенной в СМИ (за вычетом НДС).

Таблица 1 - Рынок франчайзинговых СМИ России

Название СМИ	Вступительный взнос, (min.)	Инвестиции, (min.)	Итого затраты на открытие	Роялти	Срок окупаемости (месяцев) (min.)
Автопробка	30000р.	2000р.	32000р.	3000р.	1
Прайс скидок	35000р.	10000р.	45000р.	-	-
Искусство красоты	20000р.	30000р.	50000р.	15000р.	4
Шпаргалка для родителей	65000р.	-	65000р.	-	2
City	10000р.	70000р.	80000р.	10000р.	3
Академия домашней кухни	15000р.	100000р.	115000р.	10000р.	12
Свадьбавед	25000р.	100000р.	125000р.	10000р.	8
Pulse	\$2300	\$1000	\$3300.	\$1700	-
Bluegg	45000р.	100000р.	145000р.	33000р.	3
Ваша свадьба	40000р.	210000р.	250000р.	16000р.	6
Мир комфорта	40000р.	210000р.	250000р.	12000р.	6
Город	30000р.	250000р.	280000р.	14000р.	6
Prime One	\$4000	\$3000	\$7000.	\$2000	-
Style-гид Fashion&Beauty	50000р.	350000р.	400000р.	50000р.	-
Курьер здоровья	-	500000р.	500000р.	40000р.	
ДетKids	200000р.	300000р.	500000р.	15000р.	6
Free Time	10000р.	500000р.	510000р.	5000р.	-
Современный дом и офис	65000р.	500000р.	565000р.	35000р.	12
Дорогое удовольствие	150000р.	500000р.	650000р.	50000р.	12
Здоровье и фитнес	80000р.	600000р.	680000р.	-	-
Мама, я расту	200000р.	600000р.	800000р.	30000р.	6
pro Деньги	500000р.	300000р.	800000р.	20000р.	8
Shop&Go	150000р.	800000р.	950000р.	50000р.	12
Shopping.	25000р.	1000000р.	1025000р.	10000р.	12
MMG	50000р.	1000000р.	1050000р.	55000р.	12
Собака.Ru	250000р.	1000000р.	1250000р.	65000р.	9
Стольник	300000р.	1000000р.	1300000р.	50000р.	8
Выбирай	200000р.	1800000р.	2000000р.	12599р.	36

По данным АКАР (Ассоциации коммуникационных агентств России), он составил около 209 миллиардов рублей.

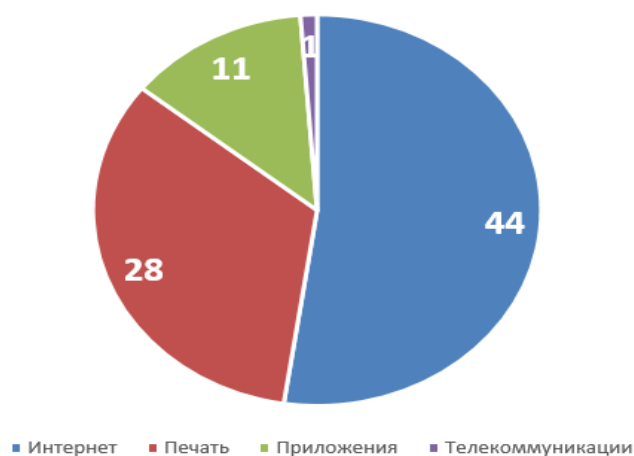
По сравнению с аналогичным периодом 2014 года, он оказался на 0,2% меньше (табл. 2.). Как видно из таблицы 2, большая доля рекламы приходится на телевидение и Интернет, поэтому эти каналы СМК по-прежнему будут оставаться заманчивыми предприятиями для инвестирования.

Таблица 2 - Объемы размещенной рекламы по разным каналам СМК

Сегменты	Январь- сентябрь 2015 г., млрд. руб.	Январь - сентябрь 2014 г., млрд. руб.	Темп роста, %
Телевидение, в том числе,	90,3	90,8	99,4
<i>эфирное</i>	88,8	89,3	99,4
<i>кабельно-спутниковое</i>	1,5	1,5	100
Радио	9,4	9,6	97,9
Печатные СМИ, в том числе,	15,9	16,5	96,4
<i>газеты</i>	4,1	4,3	95,3
<i>журналы</i>	7,9	8,1	97,5
<i>рекламные издания</i>	3,9	4,1	95,1
Наружная реклама	24,1	24,3	99,2
Интернет, в том числе,	66,2	65,2	101,5
<i>медийная реклама</i>	12,0	12,3	97,6
<i>контекстная реклама</i>	54,2	52,9	102,5
Прочие	2,6	2,6	100
ИТОГО	208,5	209,0	99,8

Это позволяет сделать вывод о возможности развития проектов медиа-франчайзинга именно в данных областях. Особого внимания заслуживает тот факт, что положительную динамику во всей таблице продемонстрировал лишь сектор Интернета и его контекстной рекламы.

При этом интересный контраст составляет соотношение количества купленных франшиз по сегментам, распределённым по указанным направлениям (рис. 1.).

**Рисунок 1** - Структура франшиз по сегментам

Видно, что происходит нестыковка объемов рекламы (ее больше всего на телевидении) и популярности франшиз (их больше всего в сегменте Интернета).

Применительно к реалиям Республики Дагестан можно отметить, что дагестанские, как и все региональные СМИ, с помощью медиафранчайзинга могут освоить соседние регионы.

Обратный процесс пока не прижился, и в Дагестане по купленной франшизе не работает ни одно СМИ. Здесь распространен характер подключения к сетевому изданию. Крупные медиахолдинги заинтересованы в работе с регионами. Так рождаются синтезированные формы сотрудничества.

По типу сетевого представительства в РД работают такие издания как «Аргументы и факты», «Московский комсомолец» и др. Местный сегмент – это либо приложения («АИФ-Дагестан»), либо дополнительные местные полосы в федеральном издании («МК»). Многие состоявшиеся республиканские издания с успехом могли бы сами продавать франшизы. Однако ситуация на этом рынке такова, что предложения франшиз в СМИ намного опережает спрос. В глубинку нередко со своими предложениями приходят далеко не раскрученные СМИ, а нематериальные инвестиции в полубренды слишком затратны.

В данный момент, рынок отечественных франшиз в сфере СМИ, по сравнению с западным, развивается довольно медленно. К примеру, журнал о развлечениях и путешествиях «Time Out» (инвестиции – от 100 000 рублей), существующий в мире с 1968 года, пришел в Россию в 2004 году, но как франшиза здесь оформился лишь в 2015 году. При этом он развивается в России намного успешнее, чем аналогичный отечественный «CitySites» (инвестиции – от 500 000 рублей), который и стоит намного дороже.

Вывод. Рынок медиафранчайзинга в России находится в стадии своего становления и поиска оптимальных форм ведения бизнеса. Между тем именно франчайзинг может оказаться островком стабильности в ближайшие годы. По прогнозам Российской ассоциации франчайзинга (РАФ) к 2025 году в России будут работать около 400 тысяч точек продаж товаров и услуг, управляемых франчайзи [2]. Успех в данной сфере позволит упрочить финансовое положение СМИ, все больше приобретающих в нынешних условиях черты коммерческого предприятия, способного за счет финансовой прибыльности достичь реальных свобод и проведения независимой информационной политики.

Библиографический список:

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 29.06.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2015) // Собрание законодательства РФ. 29.01.1996. № 5. С. 410.
2. Зубарева И. По образу и подобию // Российская газета. 29.09.2015. № 1017. С.1

3. Рузанова Н. Особенности национального медиафранчайзинга. Режим доступа: <http://www.arpp.ru/mneniya-ekspertov-intervyu/274413-osobennosti-natsionalnogo-mediafranchajzinga.html> (Дата обращения: 20.10.2015).
4. Экспертное заключение на ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О средствах массовой информации» Режим доступа: <http://president-sovet.ru/documents/read/264/> (Дата обращения: 15.10.2015).
5. Федеральный закон от 14.10.2014 № 305-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О средствах массовой информации» // Российская газета. 17.10.2014. № 238. С. 22.
6. Швабауэр Н. Бренды уходят в сети //Российская Бизнес-газета. 6.11.2012. № 871. С. 5

НАШИ АВТОРЫ

Абакаров Абакар Джансулаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой архитектуры, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: asf_arhitektura@mail.ru

Абдулхакимов Умар Ильманович – соискатель ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ole-ole-ole@rambler.ru

Абдурагимов Тимур Тагирович – соискатель ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: pashka1602@rambler.ru

Агаханов Гаджи Элифханович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: elifhan@bk.ru

Асланов Гайдарбек Кадырбекович - доктор технических наук, профессор кафедры управления и информатики в технических системах и вычислительной техники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uits@dstu.ru

Агуева Энара Бадурсултановна - кандидат экономических наук, доцент кафедры экономического развития, маркетинга и бизнеса, инженерно-экономического факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: enara555@yandex.ru

Байрамуков Салис Хамидович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия». Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, г. Черкесск.

E-mail: eun_pochta@mail.ru

Батаев Дена Керим-Султанович – доктор технических наук, профессор, академик Академии наук ЧР, директор КНИИ РАН.

E-mail: seismofund@mail.ru

Билалов Билал Аругович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры микроэлектроники, факультета радиоэлектроники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: bil-bilal@yandex.ru

Гаджиев Али Магомедиминвич – старший преподаватель кафедры электроэнергетики и возобновляемых источников энергии, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: eesis-dgtu@mail.ru

Гаджиев Хаджимурат Магомедович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций, факультета радиоэлектроники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: gadjiev.xad@mail.ru

Газиев Минкаил Ахметович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», г. Грозный.

E-mail: seismofund@mail.ru

Гасанова Наида Мухудадаевна – кандидат экономических наук, доцент, декан инженерно-экономического факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ief_dgtu@mail.ru

Гусейнов Марат Керимханович – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры физики, факультета радиоэлектроники телекоммуникаций и мультимедийных технологий, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: m_guseynov@mail.ru

Гусейнов Расул Вагидович - доктор технических наук, профессор кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, филиала ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Каспийск.

E-mail: ragus05@mail.ru

Долаева Зурьят Ньюжуровна - ассистент кафедры экспертизы и управления недвижимостью, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия», г. Черкесск.

E-mail: eun_pochta@mail.ru

Дуллуева Раиса Мовсаровна – кандидат экономических наук, директор Гудермесского филиала Махачкалинского Института финансов и права.

E-mail: instituta@dreem.ru

Дусилаева Хадижат Магомедовна – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: madinash@inbox.ru

Евдулов Олег Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ole-ole-ole@rambler.ru

Зайнулабидова Ханзада Рауфовна - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры архитектуры, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: omarov.1987@inbox.ru

Зейналов Муртуз Зейналович – соискатель ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: pashka1602@rambler.ru

Ибрагимова Джамиля Маликовна – кандидат экономических наук, старший преподаватель филиала ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Кизляр.

E-mail: dgenn13@yandex.ru

Исалова Маржанат Нурулаевна - доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой бухгалтерского учета, факультета финансов и аудита, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru

Исмаилов Тагир Абдурашидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики. Ректор ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет». Заслуженный деятель науки РФ, г. Махачкала.

E-mail: dstu@dstu.ru

Исмаилов Рустам Тагирович – кандидат экономических наук, докторант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dstu@dstu.ru

Исмаилова Шани Тагировна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономической теории, факультета финансов и аудита, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dstu@dstu.ru

Казибеков Рустам Бидирханович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: kazib.rus11@gmail.com

Казиева Жаклин Наримовна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики и управления в строительстве и машиностроении, инженерно-экономического факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: kazieva-61@mail.ru

Канаев Магомедимин Муталимович - кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: magomedimin.kanaev@yandex.ru

Керимов Ражидин Мевлутдинович - аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: hairulla213@mail.ru

Курбанмагомедов Курбанмагомед Динмагомедович - кандидат технических наук, профессор УВО «Институт системных технологий», г. Махачкала.

E-mail: magomedimin.kanaev@yandex.ru

Курбанов Иса Багаутинович – младший научный сотрудник Дагестанского филиала Геофизической службы РАН.

E-mail: omarov.1987@inbox.ru

Магомедов Абакар Габидулаевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления в строительстве и машиностроении, инженерно-экономического факультета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru

Магомедов Джафар Мурадович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru

Мажиев Хасан Нажоевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции», ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», г. Грозный.

E-mail: seismofund@mail.ru

Мацапулин Владимир Устимович – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией «Региональная геология минерального сырья» Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук, г. Махачкала.

E-mail: dangeo@mail.ru

Мейланов Измет Максимович – директор филиала ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» в г. Дербент.

E-mail: derbent_dstu@rambler.ru

Мелехин Владимир Борисович - доктор технических наук, профессор кафедры управления и информатики в технических системах и вычислительной техники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: pashka1602@rambler.ru

Муселемов Хайрулла Магомедмурадович – ассистент кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: hairulla213@mail.ru

Набиулин Рамиль Мукминович – инженер НПК «Русская радиоэлектроника», г. Махачкала.

E-mail: ramzaus@qmail.com

Омаров Ариф Омарович – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой строительных материалов и инженерных сетей, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: o.arif@mail.ru

Омаров Хаджимурад Магомедкамильевич – ассистент кафедры архитектуры, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: omarov.1987@inbox.ru

Павлюченко Елена Ивановна – доктор экономических наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uni2014@mail.ru

Рагимова Асият Серкеревна – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: asya_80@mail.ru

Раджабова Дженнет Абуталибовна – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики и управления в строительстве и машиностроении, инженерно-экономического факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgenn13@yandex.ru

Санаев Надыр Кельбиханович – кандидат технических наук, доцент кафедры организации и безопасности движения, транспортного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: nurik909@mail.ru

Сафаралиев Гаджимет Керимович – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, научный руководитель НИИ «Микроэлектроники и нанотехнологий», ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: bil-bilal@yandex.ru

Султанова Людмила Магамедовна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры организации и безопасности движения, транспортного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: trfkafoibd@mail.ru

Тетакаев Умар Резванович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: 4upa369@rambler.ru

Тотурбиев Адильбий Батырбиевич – кандидат технических наук, докторант ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород.

E-mail: totbat@mail.ru

Устарханов Осман Магомедович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций и гидротехнических сооружений, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgtu.pgs@mail.ru

Устарханов Тагир Османович – инженер кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgtu.pgs@mail.ru

Фарухов Тимур Алиавсетович – аспирант, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru

Челушкин Дмитрий Алексеевич - аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: chelushkindima1975@mail.ru

Черкашин Василий Иванович – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, директор Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук, г. Махачкала.

E-mail: dangeo@mail.ru

Шабанова Мадина Мухидиновна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой государственного и муниципального управления, инженерно-экономического факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: madinash@inbox.ru

Эмирова Гури Абдурагимовна - кандидат филологических наук, доцент кафедры права и политологии, факультета таможенного дела и судебной экспертизы, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: eguri@inbox.ru

Эсетова Аида Махмудовна – доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой мировой экономики, факультета финансов и аудита,

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: aidaesetova@rambler.ru

Юсуфов Ширали Абдулкадиевич – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: yshirali@yandex.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 полутонных (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 Microsoft Word. 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 Microsoft Word 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 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, представле-

ние которых в векторных форматах невозможно (фотографии, копии экрана 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 электронные 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 ВО «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 38
3 - 2015**

Вестник Дагестанского государственного технического университета.
Технические науки. Махачкала, 2015. – Том 38 (3). – 222 с.

Верстка: Бутаева А.Т.

Адрес редакции:

367015, РД, г. Махачкала, пр. И.Шамиля, 70, ФГБОУ ВО «ДГТУ»

Тел./факс (8722)623715

(8722)623964

E-mail: vestnik.dgtu@mail.ru

Website: <http://vestnik.dstu.ru/>

Подписано в печать 20.09.2015г. Сдано в печать 30.09.2015г.

Формат 60*84 1/8. Гарнитура «Times». Бумага офсетная

Тираж 500. Усл. п.л. 27.5 Уч. изд.л. 27.5

Заказ № 0120

Отпечатано в ИПЦ ФГБОУ ВО «ДГТУ»

367015, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70.