

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

ВЕСТНИК

ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 2

Том 37

2015

Журнал основан в 1997 году.
Выходит 4 раза в год

HERALD

of Daghestan state technical university **2015. №2 (37)**

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

№ 2 (Том 37) 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 перспектив- ных 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 2. Том 37 Махачкала, 2015 – 148 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

МЕХАНИКА8

Вагабов Н.М., Курбанов А.З., Магомедова М.А.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ЗОНЫ НАРЕЗАНИЯ
РЕЗЬБЫ С ПОМОЩЬЮ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА 8**

Мусаилов Б.М., Устаев И.Ю.

**ИЗНАШИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ
НАЛИЧИИ В ЗОНЕ КОНТАКТА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ 12**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ 18

Алибеков А.К.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ КАНАЛОВ 18

Герейханов Р.К., Магомедов А.М.

**СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ 25**

Гусейнов Р.В., Султанова Л.М.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ ТОЧНОСТИ В
МАШИНОСТРОЕНИИ..... 32**

Исмаилов Т.А., Ахмедова Л.М., Евдулов Д.В., Евдулов О.В., Челушкин Д.А.

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ
ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
АВТОМОБИЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА..... 38**

Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Челушкина Т.А., Шкурко А.С.,

Магомедова П.А. **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ПАССИВНАЯ АНТЕННА ДЛЯ
КОДОВОИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ ЗА СЧЕТ ОТРАЖЕНИЯ СВЕРХ-
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА 44**

Исмаилов Т.А., Рашидханов А.Т., Юсуфов Ш.А.

**ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА БЛОКОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ..... 50**

Кишов Р.М.

**УСТРОЙСТВО НЕПРЕРЫВНОГО НЕИНВАЗИВНОГО МОНИТОРИНГА
АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ..... 59**

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ 66

Асланов Г.К., Алимерденов В.Ш., Асланов Т.Г., Тагиров Х.Ю.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КЛАССА,
ИНТЕНСИВНОСТИ И МАГНИТУДЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ
МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ..... 66**

Бабаев А.Б., Дибирова Г.А., Саидахмедова М.Б. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ДВУМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ, ОПИСЫВАЕМЫХ ТРЕХВЕРШИННОЙ АНТИФЕРРОМАГНИТНОЙ МОДЕЛЬЮ ПОТТСА НА ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕШЕТКЕ	71
Курбанова З.А. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СООРУЖЕНИЙ ВОДОСЛИВНОГО ФРОНТА ПЛОТИНЫ НА ЗНАЧЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ	77
Магомедова М.Р. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АВТОРСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТА МИНЕРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ	84
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА	92
Акаев А.И., Магомедов М.Г., Ханмагомедов М.А. ПРИНЦИПЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	92
Калиева М.Х., Манапов Р.М., Устарханов О.М. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕЕФАНЕРНЫХ АРМИРОВАННЫХ БАЛОК	98
Рагимова А.С. СТРОИТЕЛЬСТВО ВОДОХРАНИЛИЩ НА МАЛОЙ РЕЧНОЙ СЕТИ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА.....	105
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	112
Акмаров П.Б., Князева О.П., Суетина Н.А. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	112
Давудов Д.К., Исмаилова Ш.Т. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОДАЖИ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ЦЕН НА НЕФТЬ	118
Левицкий Т.Ю., Зинченко Н.В. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА КОНКУРЕНТНОМ РЫНКЕ	124
Тайгибова Т.Т. СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕСУРСОВ УЧРЕЖДЕНИЙ	132
РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	139
НАШИ АВТОРЫ.....	139
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ.....	145

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
№ 2 (volume 37) 2015

the journal is founded in 1997	ISSN 2073-6185
Editor-in-Chief - T.A. Ismailov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector of DSTU; Deputy Editor - A.M. Esetova, Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department, DSTU; Editorial Board: A.D. Abakarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, DSTU; G.M. Abakarov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department, DSTU; A.M. Abdulgalimov, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department, DSTU; A.P. Adamov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, DSTU; M.M. Batdalov, Doctor of Engineering Sciences, Corresponding member of RAACS, Professor, DSTU; B.A. Bilalov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Head of Department, DSTU; R.V. Guseynov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, DSTU; M.N. Isalova, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department, 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. Khadzhashalopov, 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 2. volume 37 Makhachkala, 2015 –148 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/

© FSBEE HE «Daghestan State Technical University», 2015

CONTENTS

MECHANICS8

Vagabov N.M., Kurbanov A.Z., Magomedova M.A.

**RESEARCH OF THERMAL STATUS OF THREADING ZONE WITH
THE HELP OF FULL FACTOR EXPERIMENT8**

Musaibov B.M., Ustaev I.Y.

**WEAR OF THE FRICTION SURFACES PARTS IN THE PRESENCE OF
SOLID PARTICLES CONTACTING ZONE12**

POWER, METALLURGICAL AND CHEMICAL MECHANICAL ENGINEERING..... 18

Alibekov A.K.

DESIGN OF PARABOLIC CHANNELS..... 18

Gereykhanov R.K., Magomedov A.M.

**METHOD FOR INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENT
INTELLIGENT ELECTRICITY METERING SYSTEMS.....25**

Guseynov R.V., Sultanova L.M.

**METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE THEORY OF PRECISION IN
MECHANICAL ENGINEERING.....32**

Ismailov T.A., Ahmedova L.M., Evdulov D.V., Evdulov O.V., Chelushkin D.A.

**CONVERTER SOLAR RADIATION INTO ELECTRICITY TO SUPPLY
THE AUTOMOTIVE SEMICONDUCTOR THERMOELECTRIC AIR
CONDITIONING.....38**

Ismailov T.A., Gadjiyev H.M., Chelushkina T.A., Shkurko A.S.,

Magomedova P.A. **ENERGY-EFFICIENT PASSIVE ANTENNA CODE
PULSE MODULATION DUE TO THE REFLECTION OF MICROWAVE
SIGNAL44**

Ismailov T.A., Rashidhanov A.T., Yusufov Sh.A.

**THERMOELECTRIC DEVICES TO PROVIDE THERMAL BLOCK
MODE ELECTRONIC SYSTEMS.....50**

Kishov R.M.

**NONINVASIVE CONTINUOUS BLOOD PRESSURE MONITORING
DEVICE59**

COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT 66

Aslanov G.K., Alimerdenov V.Sh., Aslanov T.G., Tagirov H.Yu.

**MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING ENERGY CLASS,
INTENSITY AND MAGNITUDE OF THE EARTHQUAKE REAL TIME66**

Babaev A.B., Dibirova G.A., Saidakhmedova M.B. COMPUTER SIMULATION OF PHASE TRANSITIONS IN THE TWO-DIMENSIONAL STRUCTURES DESCRIBED THREE-VERTEX ANTIFERROMAGNETIC POTTS MODE ON A TRIANGULAR LATTICE.....	71
Kurbanova Z.A. COMPUTER MODELING AND NUMERICAL EXPERIMENT TO STUDY THE INFLUENCE OF COMPOSITION STRUCTURES SPILLWAY FRONT OF A DAM ON THE VALUE OF THE SPECIFIC EXPENSES	77
Magomedova M.R. PRACTICAL APPLICATION OF AUTHOR'S MODEL TRANSPORT OF MINERAL PARTICLES	84
BUILDING AND ARCHITECTURE	92
Akaev A.I., Magomedov M.G., Hanmagomedov M.A. PRINCIPLES OF OPTIMAL PLANNING OF EXPERIMENTALLY THEORETICAL RESEARCHES OF BUILDING CONSTRUCTIONS	92
Kalieva M.H., Manapov R.M., Ustarkhanov O.M. EXPERIMENTAL STUDIES CLEANINIG REINFORCED BEAMS.....	98
Ragimova A.S. THE CONSTRUCTION OF RESERVOIRS ON LITTLE RIVER CHAIN OF MOUNTAINOUS DAGHESTAN	105
ECONOMIC SCIENCE.....	112
Akmarov P.B., Knyazeva O.P., Suetina N.A. ORGANIZATIONAL-ECONOMIC FACTORS EFFECTIVE APPLICATION OF THE GROUNDS RESOURCES	112
DavudovD.K., Ismailova Sh.T. OUTLOOK SALES OF SHALE OIL UNDER LOW OIL PRICES.....	118
Levitsky T.Y., Zinchenko N.V. STRATEGIC POSITIONING OF BUILDING PRODUCTS IN A COMPETITIVE MARKET	124
Taigibova T.T. STRATEGIC APPROACH TO EFFECTIVE USE OF RESOURCES AGENCIES	132
EDITORIAL SECTION.....	139
OUR AUTHORS	139
REQUIREMENTS TO THE ARTICLES	145

МЕХАНИКА

УДК 621.882.085/.086.004

Вагабов Н.М., Курбанов А.З., Магомедова М.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ЗОНЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ С ПОМОЩЬЮ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Vagabov N.M., Kurbanov A.Z., Magomedova M.A.

RESEARCH OF THERMAL STATUS OF THREADING ZONE WITH THE HELP OF FULL FACTOR EXPERIMENT

Температурное состояние зоны обработки при нарезании резьбы в жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавах является важной проблемой в общей теории резания металлов. При прочих равных условиях температура в зоне обработки этих материалов выше, чем при резании углеродистых конструкционных сталей, поскольку они обладают повышенной прочностью и пластичностью, пониженной теплопроводностью, что затрудняет условия работы метчиков, увеличивается площадь контакта инструмента с деталью, ухудшается смазывание и охлаждение зоны резания из-за повышенной склонности жаропрочных материалов к схватыванию. Это обуславливает возрастание силы и работы трения и, как следствие, повышение температуры резания. Исследование температурного состояния зоны формирования резьбовых витков комбинированным инструментом зенкер-метчиком является одной из основных задач, которая стоит перед авторами данной работы. При выполнении работы был использован факторный эксперимент. Температура в зоне резания резьбы определялась с помощью встроенных хромель-алюминиевых термопар с площадью сечения термоэлектрода 0,23мм². Эксперименты проводили с применением аппарата математической статистики. Проведенные исследования показали, что наибольшее влияние на температурное состояние зоны резания оказывает предел прочности материала. Влияние скорости резания в исследованном интервале варьирования сравнительно менее заметно. Объяснение этому специальная схема резания комбинированного зенкер-метчика, позволяющая значительно улучшить условия в зоне резания. Предлагаемая конструкция метчика позволяет снизить температуру в зоне нарезания резьбы на 20%.

Ключевые слова: температура термopapa, резьба, крутящий момент, стойкость, качество, теплопроводность, прочность, пластичность, предел прочности, скорость.

Thermal processing zone status when threading in heatproof, high-strength and titanium alloys is a major problem in the general theory of metal cutting. Under other equal conditions temperature in the processing zone of these materials is higher than in cutting of carbon structural steels, as they have high strength and ductility, low thermal conductivity, that makes difficult the working conditions of the taps, increases the area of the tool contact with the workpiece, deteriorates lubrication and cooling of the cutting area because of the increased tendency of heat-resistant materials for the curing. This causes an increase in the work and force of friction and as a consequence the rise of cutting temperature. Research of temperature state of the threaded coils formation zone with combined countersink tool-tap is one of the major challenges facing the authors of this work. When performing the work was used factorial experiment. The temperature in the cutting zone of the thread was determined by a built-in chromel-aluminum thermocouple with thermoelectrode cross-sectional area $0,23\text{mm}^2$. Experiments were carried out using the apparatus of mathematical statistics. Studies have shown that the greatest impact on the temperature state of the cutting area has a tensile strength of the material. Effect of cutting speed in the studied variation range is relatively less noticeable. The explanation for this is a special scheme of cutting of combined countersink tap which allows significantly improve conditions in the cutting zone. The proposed design of the tap allows to reduce the temperature in the area of tapping for 20%.

Key words: temperature thermocouple, thread, torque, durability, quality, thermal conductivity, strength, ductility, tensile strength, speed.

При нарезании резьбы в жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавах снижение температуры резания обеспечивает повышение стойкости инструмента и качество резьбы. Увеличенная площадь контакта инструмента с деталью, недостаточное смазывание и охлаждение, а также повышенная склонность жаропрочных материалов к схватыванию обуславливают возрастание силы и работы трения и, как следствие, повышение температуры резания.

Кроме того, из-за упругого последействия витков резьбы, особенно при обработке титановых сплавов, возникают нормальные силы, приводящие к защемлению зубьев метчика во впадинах резьбы в возрастании суммарного крутящего момента. В результате этого при нарезании резьбы метчиком в жаропрочных титановых сплавах наблюдаются выкашивания отдельных зубьев и их поломка [3].

Исследование температурного состояния зоны формирования резьбовых витков является основной задачей данной работы. При выполнении работы был использован факторный эксперимент. Температура зоны нарезания резьбы определялась с помощью встроенных хромель-алюмелевых термопар с площадью сечения термоэлектрода $0,23\text{ мм}^2$. Термопары заделывались в заготовки (в каждую – по три) на возможно близком расстоянии к предполагаемому внутреннему диаметру резьбы. Показания термопар усреднялись. Резьба нарезалась «за проход», длина заготовок $l_3 = (1.0-1.5) d$.

Исследуемые переменные факторы – скорость резания и предел временного сопротивления – были соответственно обозначены через X_1 и X_2 . На основании априорных данных предполагаемую экспериментальную зависимость аппроксимировали уравнением вида (1):

$$T = ev^x G_b^y, \quad (1)$$

где T – температура в зоне резания, град;

e – постоянный коэффициент;

v – скорость резания, м/мин;

G_b – предел временного сопротивления, Н/мм².

Метчик был изготовлен из быстрорежущей стали Р9К5 твердостью 65-67 HRC (балл карбидной неоднородности не выше второго) со следующими геометрическими параметрами: $\gamma = 7^\circ$; $\phi = 5^\circ$.

Линейная модель температурной зависимости имеет вид (2):

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad (2)$$

Особенность полного факторного эксперимента заключается в том, что данный метод планирования позволяет отдельно оценить коэффициенты при линейных членах и при эффектах взаимодействия [2]. При планировании эксперимента для каждого исследуемого фактора были выбраны число уровней и шаг варьирования, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для планирования эксперимента

Факторы	Значение для числа уровней			Интервал варьирования
	- 1	0	+ 1	
$X_1, \text{м/мин}$	7	22	37	15
$X_2, \text{Н/мм}^2$	600	1350	2100	750

Примечание. Уровни исследуемых факторов закодированы таким образом, что верхнему соответствует +1, среднему 0, а нижнему – 1

При кодировании уровней использовались уравнения преобразования

$$x_1 = \frac{2(1nv - 1nv_{\max})}{2nv_{\max} - 1nv_{\min}} + 1 \quad (3)$$

$$X_2 = \frac{2(1nG_b - 1nG_{b\max})}{2nG_{b\max} - 1nG_{b\min}} + 1 \quad (4)$$

В соответствии с матрицей планирования (табл. 2) были проведены опыты и найдены неизвестные коэффициенты; определяющим контрастом при этом было принято соотношение $1 = X_1 X_2$.

Таблица 2 – Матрица для планирования эксперимента

Номер опыта	Условия резания		Кодовые обозначения		Функция отклика			Среднее значение	
	v, м/мин	G _b , Н/мм ²	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	$\bar{Y}$	2ny
1	7	600	-1	-1	35	40	40	38,3	3,64
2	37	600	+1	-1	50	53	55	52,6	3,955
3	7	2100	-1	+1	63	68	70	67	4,204
4	37	2100	0	+1	70	70	75	74,3	4,308
5	22	1350	0	0	40	43	45	42,6	3,744
6	22	1350	0	0	35	41	48	41,0	3,713

Уравнение регрессии имеет вид

$$Y = 3,928 + 0,103X_1 + 0,227 X_2. \quad (5)$$

Значимость коэффициентов уравнения (5) проверяли по критерию Стьюдента, который при проценте риска $\alpha = 0,05$ соответствует $t = 2,12$. Величина доверительного интервала при $t = 2,12$ составила $\Delta b = \pm 0,045$. Следовательно, можно полагать, что все коэффициенты уравнения значимы.

Проверка на адекватность показала, что полученная математическая модель соответствует принятой ранее. Ошибка эксперимента в центре плана больше разности свободного члена и среднего значения температуры в центре плана ($\sqrt{2,01} > |3,928 - 3,7151|$).

Для того чтобы уравнения задать в натуральных значениях факторов, необходимо вместо безразмерных переменных подставить значения независимых переменных и вычислить их по формулам преобразования

$$X_1 = \frac{2(1nv - 1n37)}{1nv37 - 1n7} + 1 = 1,201 \, 1nv - 4,337; \quad (6)$$

$$X_2 = \frac{2(1nG_b - 1n2100)}{1n2100 - 1n600} + 1 = 1,595G_b - 12,212. \quad (7)$$

Подставляя полученные значения в формулу (5), получим

$$Y = 3,928 + 0,103 (1,201nv - 4,337) + 0,227 (1,596G_b - 12,212) = 0,709 + 0,1241nv + 0,3631nG_b.$$

После потенцирования имеем:

$$Y = T \approx \frac{e^{3,07} + 2,06 \cdot 10^{-2} v + 7,85 \cdot 10^{-3} G_b}{v^{1,67} \cdot 10^{-3} G_b}. \quad (8)$$

Из анализа уравнения (8) следует, что наибольшее влияние на температурное состояние зоны резания оказывает G_b . Влияние скорости резания в исследуемом интервале варьирования менее заметно. Это происходит вследствие применения новой схемы резания комбинированным метчиком. По этой

схеме длина режущих кромок инструмента сокращается, т.е. остаются фаски, равные 0,1 – 0,15 мм. Фаски получали на зубьях метчика дополнительным шлифованием кругом с профильным углом меньше профильного угла резьбы. Резьба при дополнительном шлифовании нарезается с обратной конусностью [1].

Выводы.

Анализируя результаты выше приведенных экспериментальных исследований метчиков малых диаметров, приходим к выводу, что предлагаемая конструкция метчика позволяет снизить температуру в зоне нарезания резьбы на 20 %. Особенность полного факторного эксперимента заключается в том, что данный метод планирования позволяет отдельно оценить коэффициенты при линейных членах и при эффектах взаимодействия [2]. При планировании эксперимента для каждого исследуемого фактора были выбраны число уровней и шаг варьирования.

Библиографический список:

1. Курбанов А.З., Тынянский В.П. Комбинированный метчик // Машиностроитель. 1984. -№5. – С45-46.
2. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965. – 340 с.
3. Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. М.: Машиностроение, 1981.

УДК.620.193.16.004.624

Мусаилов Б.М., Устаев И.Ю.

ИЗНАШИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НАЛИЧИИ В ЗОНЕ КОНТАКТА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Musaibov B.M., Ustaev I.Y.

WEAR OF THE FRICTION SURFACES PARTS IN THE PRESENCE OF SOLID PARTICLES CONTACTING ZONE

Рассмотрены проблемы интенсивности изнашивания деталей машин, работающих в масле, загрязненном абразивными частицами, зависящие от механических свойств материала деталей и абразивных частиц, их размеров, формы и концентрации, нагрузки, температуры поверхности трения, скорости скольжения, качества смазочного материала.

Ключевые слова: абразивная прослойка, естественная твердость, скорость трения, трения качения, зерна абразива, системы и агрегаты трансмиссии.

The problems of intensity of wear of details of the cars working in the oil polluted by abrasive particles, depending on mechanical properties of material of details and abrasive particles, their sizes, a form and concentration, loading, temperature of a surface of friction, speed of sliding, quality of lubricant are considered.

Key words: abrasive layer, the natural hardness, friction velocity, rolling friction, abrasive grains, systems and transmission units.

При попадании в трансмиссионное масло абразивных частиц, процесс пластической деформации поверхностного слоя протекает более интенсивно, при этом деформируются более глубокие слои поверхности трения по сравнению с маслом без абразивных частиц, толщина вторичной структуры в несколько раз увеличивается. При повторном контакте с абразивом такая структура легко снимается, в результате чего интенсивность изнашивания повышается. Анализ исследований, проведенных в данном направлении показывает, что если между поверхностями трения находится большое количество абразивных частиц, то одна часть зерен (меньшая) режет металл, царапает его, другая перекачивается, оставляя след на поверхности в виде выдавленных ямок. Значительная часть зерен перемещается, не царапая и не оставляя за собой никакого следа, часть зерен раскалывается [1].

Большое влияние на долговечность машин оказывает запыленность воздуха. Концентрация пыли в воздухе непостоянна. Она зависит от погоды, направления и силы ветра, времени года, от особенностей промышленного производства, благоустроенности района и многих других факторов. Продолжительный период с высокой температурой и очень малым количеством осадков способствует повышению концентрации пыли в воздухе. Степень загрязненности масел агрегатов трансмиссии зависит от запыленности воздуха, поскольку, чем запыленней воздух, тем больше вероятность попадания загрязнителей в картер агрегатов трансмиссии.

Основной причиной попадания механических примесей в картер агрегатов трансмиссии является газообмен с внешней средой. Газообмен в картерах агрегатов происходит в результате: периодического нагрева и охлаждения воздуха, находящегося в картере агрегата; всасывающего эффекта вращающихся деталей агрегата; вибрации агрегатов и узлов в процессе эксплуатации. Масло загрязняют также продукты износа трущихся деталей.

Периодический нагрев и охлаждение воздуха, находящегося в картере, приводят к изменению его давления. Повышение температуры воздуха способствует увеличению давления в картере, в результате чего часть воздуха выбрасывается из картера в атмосферу. При понижении температуры воздуха давление в картере падает и образуется разрежение, что способствует проникновению пыли, загрязняющей масло.

Известно, что в закрытых агрегатах и деталях двигателя, имеющих вращающиеся детали, возникает насосный эффект, вследствие чего в картер всасывается запыленный воздух, который также загрязняет масло.

Вибрация агрегатов и узлов при движении машины - одна из причин попадания абразивных частиц в картер. В зависимости от рельефа дорожного покрытия уровень масла в картере агрегата может подниматься или опускаться. В первом случае, давление в картере повышается, однако оно быстро выравнивается давлением атмосферы вследствие выхода избыточного воздуха из картера в атмосферу, во втором, в картере образуется разрежение, в результате чего, запыленный воздух всасывается в картер, что также способствует загрязнению трансмиссионного масла.

Как отмечалось, запыленность воздуха оказывает существенное влияние на износ трущихся поверхностей деталей машин. При работе машины в запыленных условиях большое количество почвенной пыли проникает через неплотности соединений в картер агрегатов машин, в результате чего загрязняется масло. Наличие в масле незначительной концентрации загрязнителей приводит к интенсивному изнашиванию, при этом срок службы деталей резко сокращается.

Как известно, механические примеси в масле состоят из горючей и негорючей частей. В свою очередь, негорючая часть делится на - металлическую (продукты износа, попадающие в масло по мере изнашивания деталей) и почвенную пыль, которая попадает в масло при его заливке и через уплотнения, и другие неплотности соединений трансмиссии в процессе работы машины.

Одной из возможных причин попадания пыли в трансмиссию являются периодический нагрев и охлаждение заключенного в ней воздуха, а также возникающий в связи с этим газообмен с наружной средой. Величина газообмена может быть значительной. Так, при объеме картера трансмиссии трактора Т-74 $0,0612 \text{ м}^3$, повышении температуры от 30 до 70°C и свободном выходе газа количество пыли увеличивается на $0,008 \text{ кг}$, т.е. на $11,5 \%$.

Другая причина попадания пыли в трансмиссию - нарушение ее герметизации вследствие больших нагрузок на корпусные детали и упругие деформации рамы машины [2].

Согласно результатам, полученным в ходе исследований, сначала работают только крупные зерна (10%), которые, перекатываясь, наносят вибрационные царапины (возможно и царапание закрепившимися зернами). Зерна дробятся, и в работу вступают новые. Материал удаляется лишь при повторном действии зерен.

Изнашивание материала в результате трения об абразивную прослойку происходит в результате: царапания одной поверхности абразивными зернами, шаржированными в другую поверхность; обкатывания абразивных зерен (вызывающих пластические деформации в виде выдавленных борозд) между поверхностями.

Анализ процесса трения поверхностей деталей об абразивную прослойку показывает, что на изнашивание влияют очень многие факторы. Основными

из них являются механические свойства деталей и абразивных частиц, нормальная нагрузка, размеры и форма абразивных зерен, количество абразивных зерен или их концентрация между поверхностями трения, температура поверхностей трения, скорость трения скольжения и трения качения и смазка поверхностей трения.

М.М. Хрущов и М.А. Бабичев пришли к выводу, что при абразивном изнашивании износостойкость термически необработанных сталей повышается пропорционально их естественной твердости, а износостойкость термически обработанных сталей с повышением твердости увеличивается линейно, но менее интенсивно [2].

Величина износа сопряженных поверхностей трения при наличии между ними абразивных зерен во многом зависит от соотношения их твердостей, что с применением твердых сплавов износ поверхностей деталей уменьшается во много раз [3]. При использовании в паре с твердым сплавом металлов с относительно низкой твердостью износ также небольшой. Этот вывод подтверждается исследованиями М.М. Тененбаума, который отмечает, что уменьшение твердости одной из сжимающих пластинок приводит к значительному увеличению разрушающих нагрузок абразивных частиц [4].

С.Л. Наумов, связывая влияние на износ твердости абразива и металла с механизмом абразивного износа, полагает, что в случае, когда твердость абразива выше твердости металла, возможны микрорезание и вдавливание металла [5]. Если же "мягкий" абразив взаимодействует с "твердым" металлом, то последний изнашивается в результате разрушения химических пленок. При лабораторных исследованиях определен характер напряженного состояния в поверхностном слое упругого материала, контактирующего с жестким цилиндром бесконечной длины, при одновременном действии нормальной и тангенциальной нагрузок.

Л.Э. Вальдма [6] установил, что:

а) при низких удельных нагрузках (30-300 кПа) абсолютный износ в конце процесса изнашивания с невозобновляемой абразивной прослойкой постоянен и не зависит от величины нормальной нагрузки;

б) продолжительность процесса абразивного изнашивания уменьшается при увеличении нормальной нагрузки. С увеличением удельной нагрузки усиливается интенсивность изнашивания, но суммарный износ в конце процесса остается постоянным.

Из выше изложенного следует, что с увеличением нагрузки при прочих равных условиях уменьшается вероятность качения - перекатывания абразивных зерен, и они начинают скользить.

Также следует, отметить, что при трении скольжения в условиях смазывания маслом, загрязненным продуктами износа, интенсивность изнашивания с ростом нагрузки сначала резко возрастает, а затем снижается.

Величина износа в большой степени зависит от давления абразива на изнашиваемую поверхность, а с увеличением нагрузки износ возрастает. Объясняется это тем, что с повышением нагрузки глубина внедрения активных

абразивных частиц, оставляющих царапины на поверхности трения, и число контактирующих с этой поверхностью частиц увеличиваются. Большое влияние на изнашивание оказывает размер абразивных частиц, крупнозернистые абразивы в начале трения перекатываются и частично разрушаются, т.е. момент трения уменьшается. Износ деталей пропорционален размеру абразивных зерен.

Износ повышается лишь до определенного «критического» размера зерна. Если размер абразива больше «критического», то износ остается постоянным и не зависит от размера зерна, а на «критическую» величину абразивного износа твердость образца не влияет - она определяется размером зерна абразива.

Величина радиуса закругления уменьшается с уменьшением размера зерна данного абразивного материала. Чем ближе значение коэффициента сферичности к единице и чем меньше действующая нагрузка при остальных одинаковых условиях, тем больше вероятность, что абразивное зерно будет перекатываться по поверхности образца. Большое влияние на процесс изнашивания оказывает концентрация абразивных частиц в масле. Многие исследователи утверждают, что существует определенный (оптимальный) состав смесей, при котором износ поверхностей трения оказывается максимальным. В более богатых абразивом смесях абразивные частицы перекатываются, в результате чего, износ уменьшается [7].

Определению влияния скорости трения на величину износа сопряженных поверхностей при сухом трении посвящено много работ, однако влияние скорости трения на износ при наличии между трущимися поверхностями абразивных частиц практически изучено мало. Есть предположение, что с увеличением скорости относительного перемещения поверхностей, интенсивность их изнашивания быстро уменьшается.

Аналитический обзор литературы и проведенное исследование в данном направлении позволяет сделать следующие выводы:

С увеличением срока эксплуатации машин увеличивается поток отказов; эксплуатационные отказы возникают, вследствие износа и повреждения рабочих поверхностей деталей; интенсивность возникновения отказов зависит от уровня запыленности воздуха, влияющего на чистоту смазочных материалов при заправке, а также от степени загрязнения последних в процессе эксплуатации.

Наибольшее количество отказов приходится на двигатель, его системы и агрегаты трансмиссии, которые возникают в результате попадания почвенной пыли в картер агрегатов.

Интенсивность изнашивания деталей машин, работающих в масле, загрязненном абразивными частицами, зависит от механических свойств материала деталей и абразивных частиц, их размеров, формы и концентрации, нагрузки, температуры поверхности трения, скорости скольжения, качества смазочного материала.

Библиографический список:

1. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 1970. - 252 с.
2. Хрущов М.М. Бабичев М.А. Некоторые итоги изучения абразивного изнашивания материалов. - В кн.: Теория трения и износа. - М.: Наука, 1965.
3. Данилов А.М. Присадки к топливам. Разработка и применение в 1996-2000 г.г. // Химия и технология топлив и масел. 2002, №6, с. 43-50.
4. Тененбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. - М.: Машиностроение, 1997. - 331 с.
5. Наумов С.Л. О сущности и условиях возникновения абразивного изнашивания металлов. - Киев: КИГВФ, 2006. - 24 с.
6. Скундин Г.И. Влияние механических примесей в смазке на долговечность шестерен. - Автомобильная и тракторная промышленность, 1999, № 2.
7. Технология конструкционных материалов: учебник/ О.С. Комаров, В.Н. Ковалевский, А.С. Чаус и др.; под общей редакцией О.С. Комарова. - Мн.: Новое знание, 2005. - 560 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 627.132:532.543

Алибеков А.К.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ КАНАЛОВ

Alibekov A.K.

DESIGN OF PARABOLIC CHANNELS

Получены зависимости явного нахождения гидравлических параметров параболических каналов в земляном русле и объемов выемки, необходимых при их проектировании и строительстве, исходя из условия обеспечения устойчивости откоса при максимальном расходе воды.

Ключевые слова: *параболический канал, устойчивость грунтовых откосов, канал в выемке, размывающая скорость.*

The dependence of the apparent location of the hydraulic parameters of parabolic channels in earthen channel and volume of dredging required in their design and construction, on the basis of conditions to ensure the stability of the slope at the maximum water flow rate.

Key words: *the parabolic channel, the stability of soil slopes, the channel in dredging, not washing away speed.*

Введение. В практике водохозяйственного строительства особенно при больших расходах экономически выгодно транспортировать воду с помощью каналов. Из-за большой протяженности их приходится трассировать в земляном русле, хотя потери воды при этом будут больше по сравнению с облицованными каналами. Что касается формы поперечного сечения, принятые на стадиях проектирования и строительства, формы в естественных условиях эксплуатации переходят в параболическую форму.

Постановка задачи включала в себя получение зависимостей явного определения параметров параболических каналов с учетом устойчивости земляных откосов и допускаемых скоростей течения воды.

Методика исследования.

1. Основные задачи при гидравлическом расчете каналов (определение размеров живого сечения, уклона, средней и допускаемых скоростей, глубины наполнения канала при различных расходах) решаются с помощью уравнения равномерного движения [1 – 3 и др.]:

$$Q = \omega C \sqrt{Ri}, \quad (1)$$

где Q - расход канала;

R - гидравлический радиус, $R = \omega/\chi$;

ω – площадь живого сечения;

χ – смоченный периметр;

C - коэффициент Шези, по формуле Маннинга $C = R^{1/6}/n$;

n – коэффициент шероховатости русла;

i – продольный уклон дна канала.

Расчет параболических каналов усложняется из-за формы сечения и выбора критерия устойчивости откосов.

Как известно, уравнение параболы имеет вид:

$$x^2 = 2pz, \quad (2)$$

где p – параметр параболы;

x и z – координаты (рисунок 1).

Основные зависимости для определения гидравлических элементов сечения (ширины по урезу воды B , площади живого сечения ω и смоченного периметра χ) имеют вид (рисунки 1, 2):

$$B = 2\sqrt{2ph}, \quad (3)$$

$$\omega = \frac{2}{3}Bh = \frac{4}{3}\sqrt{2ph^3}, \quad (4)$$

$$\chi = p \left[\sqrt{2\tau(1+2\tau)} + \ln(\sqrt{2\tau + \sqrt{1+2\tau}}) \right], \quad (5)$$

где $\tau = h/p$.

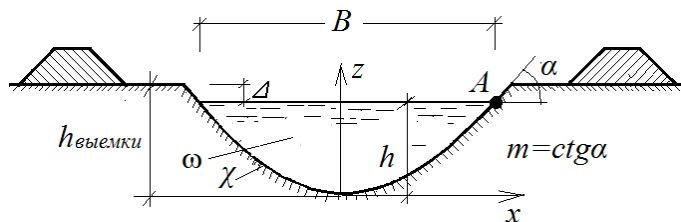


Рисунок 1 – Расчетная схема канала

Отсюда вытекает, что каналы параболического очертания можно рассчитать или путем подбора (задаваясь значением глубины потока h), или же при помощи соответствующих справочных графиков.

Главным из определяющих факторов при проектировании параболических каналов и поиске оптимальных значений остается выбор значения параметра параболы p . С другой стороны, в приведенных выше формулах этот параметр никак не связан с устойчивостью откосов канала, необходимость чего видна из следующих рассуждений [6].

Представим на рисунке 2 графики зависимостей форм параболы при различных значениях параметра p : с увеличением $p > 1$ имеем более пологие каналы с большей устойчивостью откосов, а при значениях $p < 1$ увеличивается крутизна и устойчивость откоса канала уменьшается, а при $p = 1$ имеем некоторое промежуточное решение. Понятно, что крутые откосы неукрепленных каналов будут разрушаться, а в случае пологих каналов увеличиваются объем выемки грунта и отводимая под канал площадь.

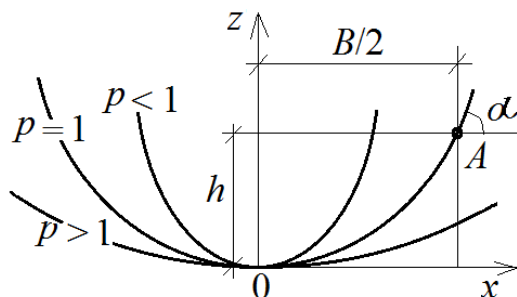


Рисунок 2 – Формы параболы

В качестве критерия устойчивости откосов канала в земляном русле в выемке примем условие равенства допустимого (минимального) значения коэффициента заложения откоса m из [1] котангенсу угла α в точке A параболы при максимальной глубине наполнения канала h :

$$m = \operatorname{ctg} \alpha. \quad (6)$$

Это условие является выражением естественного процесса, происходящего в природе, когда под действием различных природных факторов, в конечном итоге, заложение откоса стремится к естественному состоянию для данного вида грунта.

С целью практического использования критерия (6) выразим из уравнения параболы (2) ординату z (глубину канала h):

$$z = x^2/(2p) \quad (7)$$

Первая производная функции (7)

$$\frac{dz}{dx} = \frac{x}{p} = \operatorname{tg} \alpha.$$

В соответствии с (6) имеем $m = 1/z'$, а из (2) выразим

$$x = \sqrt{2pz} = \sqrt{2ph}.$$

Тогда, связь с коэффициентом заложения откосов m и параметром параболы примет вид:

$$m = \frac{dx}{dz} = \frac{p}{x} = \frac{p}{\sqrt{2ph}}.$$

Отсюда в явном виде параметр p равен:

$$p = 2hm^2. \quad (8)$$

Поскольку в расчетах трудно задаваться нужным значением параметра параболы, а значения коэффициента заложения откосов по условию устойчивости в [1 и др.] заданы, выразим параметры параболического канала через m . Для этого подставим полученное выражение (8) в (3) – (5):

$$B = 2\sqrt{2 \cdot 2hm^2h} = 4mh, \quad (9)$$

$$\omega = \frac{2}{3} Bh = \frac{4}{3} \sqrt{2 \cdot 2hm^2h^3} = \frac{8}{3} mh^2, \quad (10)$$

$$\chi = 2hm^2 \left[\sqrt{\frac{1}{m^2} \left(1 + \frac{1}{m^2} \right)} + \ln \left(\sqrt{\frac{1}{m^2} + \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}}} \right) \right]. \quad (11)$$

Подставим в формулу Шези (1) полученные выражения и значение коэффициента C по формуле Маннинга:

$$\begin{aligned} Q &= \omega C \sqrt{Ri} = \omega \sqrt{Ri} \cdot \frac{R^{1/6}}{n} = \frac{\sqrt{i}}{n} \omega R^{2/3} = \frac{\sqrt{i}}{n} \omega \left(\frac{\omega}{\chi} \right)^{2/3} = \frac{\sqrt{i}}{n} \frac{\omega^{5/3}}{\chi^{2/3}} = \\ &= \left(\frac{8}{3} \right)^{5/3} \frac{\sqrt{i}}{n} \frac{(mh^2)^{5/3}}{\left\{ 2hm^2 \left[\sqrt{\frac{1}{m^2} \left(1 + \frac{1}{m^2} \right)} + \ln \left(\sqrt{\frac{1}{m^2} + \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}}} \right) \right] \right\}^{2/3}}. \end{aligned}$$

Окончательное выражение для определения пропускной способности канала

$$Q = 3,2304 \frac{\sqrt{i}}{n} h^{8/3} \frac{m^{1/3}}{\left(\frac{1}{m} \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}} + \ln \sqrt{\frac{1}{m^2} + \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}}} \right)^{2/3}}. \quad (12)$$

В задачах, где расход Q является известной величиной, из (12) можно получить явное выражение для определения глубины наполнения канала:

$$h = \left(\frac{Qn}{3,2304\sqrt{i}} \right)^{3/8} m^{-1/8} \left[\frac{1}{m} \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}} + \ln \sqrt{\frac{1}{m^2} + \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}}} \right]^{1/4}. \quad (13)$$

2. Помимо учтенной выше устойчивости откоса на обрушение, необходимо соблюдать как минимум еще два условия: устойчивость русла на размыв и недопущение заиления канала.

При больших скоростях в каналах наблюдаются размывы дна и откосов, разрушение облицовок, в результате чего теряется командование, разрушают-

ся дамбы, происходит заиление нижележащих участков. При малых скоростях в каналах откладываются наносы, каналы сильно зарастают водной растительностью. Вследствие уменьшения площади поперечного сечения и увеличения шероховатости пропускная способность канала уменьшается. Чтобы обеспечить устойчивость русла каналов, при выборе расчетной скорости течения необходимо соблюдать условие: скорость течения должна быть меньше допустимой неразмывающей скорости $v_{\text{нер}}$ и больше допустимой незаиляющей скорости $v_{\text{нез}}$.

Допускаемой скоростью на заиление $v_{\text{нез}}$ называется та минимальная скорость течения воды, при которой наносы данного гранулометрического состава транспортируются по каналам, не выпадая по пути потока. Незаиляющая скорость зависит главным образом от количества наносов, их гранулометрического состава, размеров поперечного сечения канала и уклона его. В. В. Пославский и Г. С. Чекулаев ввели понятие о транспортирующей способности потока ρ , как о максимальном количестве наносов данного гранулометрического состава, которое может переносить поток при определенных гидравлических характеристиках русла. Строгое теоретическое решение задачи о взвешивании наносов в турбулентном потоке пока отсутствует, поэтому для определения ρ и $v_{\text{нез}}$ используют преимущественно эмпирические зависимости.

Обычно применяют формулу Е. А. Замарина, полученную в результате анализа и обобщения опытного материала по многим оросительным системам.

По Е. А. Замарину, удельная транспортирующая способность потока (кг/м^3):

$$\rho = \frac{700v}{W_0} \sqrt{\frac{RIv}{W}},$$

где v - средняя скорость течения, м/с;

I - гидравлический уклон потока;

W - средняя гидравлическая крупность взвешенных наносов, мм/с;

$W = W_0$, если $W > 2$ мм/с и $W_0 = 2$ мм/с, если $W < 2$ мм/с.

Средняя гидравлическая крупность наносов:

$$W = \sum \rho_i W_i / 100,$$

где ρ_i - процентное содержание наносов той или иной фракции;

W_i - средняя гидравлическая крупность фракций, принимаемая по А.Н. Гостунскому:

$$W_i = (W_1 + 3W_2)/4,$$

где W_1 и W_2 - наибольшее и наименьшее предельные значения гидравлической крупности для данной фракции.

Для состояния, соответствующего незаилающей скорости, справедливо равенство $\rho = \rho_m$, где ρ_m — мутность потока, и тогда из формулы Е. А. Замакина получаем выражение для допустимой скорости на заиливание:

$$v_{нез} = \sqrt[3]{\frac{\rho_m^2 W_0^2 W}{700^2 RI}}. \quad (14)$$

Для постоянных оросительных каналов минимальные скорости рекомендуется принимать не менее 0,3 м/с и только при заборе осветленной воды из водохранилищ они могут быть снижены до 0,2 м/с.

Важна также оценка допускаемой неразмывающей скорости $v_{нер}$. Чем больше данная скорость и степень турбулентности потока, тем интенсивнее проявляются размывы русла. В [1 и др.] допускаемую неразмывающую скорость потока для связных грунтов рекомендуется принимать в зависимости от среднего диаметра и плотности частиц грунта, глубины потока, содержания в воде глинистых частиц, разнотерности грунта, типа и режима работы каналов, а для глинистых грунтов — в зависимости от расчетного удельного сцепления грунта и содержания в нем солей, содержания в воде глинистых частиц, плотности грунта, средней глубины потока, типа и режима работы канала. Для каналов с расходом более 50 м³/с значение неразмывающей скорости рекомендуется устанавливать на основании специальных исследований.

Допускаемую неразмывающую скорость потока для несвязных грунтов можно определить по формуле [4 -5]:

$$v_{нер} = u_{*0}(2/\lambda)^{0,5}, \quad (15)$$

где u_{*0} — динамическая скорость потока, отвечающая началу трогания частиц зернистого несвязного материала;

λ — коэффициент гидравлического трения.

Для области гидравлически гладких русел, когда диаметр частиц грунта $0,1 \text{ мм} \leq d \leq 0,25 \text{ мм}$

$$u_{*0} = 0,502 Ar_d^{-0,15} \sqrt{\rho' g d},$$

$$\lambda = 0,0008 + 0,0435 Ar_R^{-0,083} \lambda^{0,118}.$$

Для области доквадратичного сопротивления, $0,25 \text{ мм} \leq d \leq 1 \dots 2 \text{ мм}$

$$u_{*0} = 0,314 Ar_d^{-0,068} \sqrt{\rho' g d},$$

$$\lambda = (4 \ln \frac{R}{\Delta_{\varnothing}} - 1,4 Ar_{\Delta \varnothing} + 11,28)^{-2}.$$

Для области квадратичного сопротивления, $d \geq 1 \dots 2 \text{ мм}$

$$u_{*0} = 0,162 \sqrt{\rho' g d},$$

$$\lambda = (4 \ln \frac{R}{\Delta_{\varnothing}} + 4,25)^{-2},$$

где $\rho' = (\rho_{гр}/\rho_v - 1)$ - относительная плотность взвешенного грунта,

$$Ar_d = \frac{gd^3}{\nu_B^2} \rho', \quad Ar_{\Delta\varnothing} = \frac{g\Delta\varnothing^3}{\nu_B^2} \rho', \quad Ar_R = \frac{gR^3}{\nu_B^2} \rho'$$

- критерии Архимеда, вычисляемые по диаметру частиц грунта d , эквивалентной шероховатости $\Delta\varnothing$ и гидравлическому радиусу R , $\Delta\varnothing \approx d$ при $d \leq 4$ мм, $\Delta\varnothing \approx 0,82d$ при $4 \text{ мм} < d \leq 20 \text{ мм}$, $\Delta\varnothing \approx 0,5d$ при $d > 20 \text{ мм}$,

ρ_B , ν_B – соответственно плотность и коэффициент кинематической вязкости воды.

3. Для определения объема выемки грунта при возведении канала нужно знать превышение бровок канала над максимальным уровнем воды в канале Δ (рисунок 1). Фактически это превышение зависит от множества факторов: увеличение шероховатости по мере эксплуатации, заиливание, уменьшение скорости течения при встречном ветре, подпоры у мостов и водоподпорных сооружений, осадка после возведения, смыл грунта при выпадении атмосферных осадков и др. Для уменьшения просадки грунта по трассе каналов рекомендуется предварительно замачивать. Учесть все факторы при назначении Δ очень трудно и поэтому используют опыт эксплуатации уже построенных каналов. В [2] путем аппроксимации табличных данных из [1] для каналов без облицовки, с грунтово-пленочным экраном и для сооружений при наличии аэрации или сбойности течения предложена зависимость:

$$\Delta = 0,2 + 0,008Q - 0,00004Q^2.$$

Тогда с учетом (10) объем выемки грунта на длине l равен:

$$V_{\text{выем}} = 2m\Delta(2h + \Delta) l. \quad (16)$$

Вывод. При проектировании параболических каналов в земляном русле в выемке для определения гидравлических параметров получены выражения (8) - (12), которые базируются на условии устойчивости земляных откосов на обрушение. Явность этих выражений создаст удобства проектировщикам. Значения допускаемых скоростей течения воды в каналах можно найти по [1], зависимостям (14), (15) или рекомендациям других авторов. Полный объем выемки грунта при возведении канала можно найти по зависимости (16).

При выполнении расчетов по предлагаемым зависимостям предварительно по [1 и др.] для данного вида грунта ложа канала принимаются коэффициенты шероховатости русла n и заложения откосов m . Далее из равенства $m = \text{ctg}\alpha$ определяется угол α наклона к горизонтали касательной, проведенной в точке уреза воды при максимальной глубине канала. Точка параболы с найденным углом α определяет положение линии уреза воды поверху, от которой отсчитываются остальные параметры.

Библиографический список:

1. СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 65 с.

2. Алибеков А.К., Гасанов К.А. Проектирование каналов в земляном русле с оптимальными параметрами: Учебное пособие. – Махачкала: ФГБОУ ВПО «ДГТУ», 2013.
3. Дементьев В.Г. Орошение. – М.: Колос, 1979. - 304 с.
4. Михалев М.А., Алибеков А. К. Условие начала трогания несвязных грунтов. В кн.: Гидравлика русловых потоков: Сб.науч.тр. – Калинин: КГУ: 1985. – С. 8 - 14.
5. Михалев М.А. Распределение скорости течения по живому сечению каналов различного поперечного сечения при равномерном движении. Сб. науч. тр. ЛПИ. Л.: ЛПИ, 1982, № 383. – С. 8 - 15.
6. Алибеков Г.А. Математическое моделирование максимальной длины гидравлических каналов в естественном русле с помощью ЭВМ// Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014. – № 2(33). – С. 31-40.

УДК 620.98

Герейханов Р.К., Магомедов А.М.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Gereykhonov R.K., Magomedov A.M.

METHOD FOR INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENT INTELLIGENT ELECTRICITY METERING SYSTEMS

В данной статье рассматриваются вопросы повышения точности измерений первичных средств сбора информации, проводится анализ методов автоматической коррекции погрешностей, на основе которых предлагается решение проблем, связанных с увеличением точности устройств сбора и учета электроэнергии.

Ключевые слова: *точность измерений, электроэнергия, погрешность, алгоритм.*

This article discusses the issues of improving the accuracy of measurements of the primary means of gathering information, the analysis of methods for automatic correction of errors on the basis of which the proposed solution to the problems associated with increasing the accuracy of data collection devices and electricity metering.

Key words: *accuracy of measurements, electric power, error, algorithm.*

Качество электроэнергии влияет на работоспособность и эффективность функционирования питаемого электрооборудования. Показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения, находящиеся в собственности различных потребителей, устанавливаются ГОСТом 13109-97 [1].

Существуют следующие основные показатели качества электроэнергии:

1. Отклонение частоты – характеризуется разностью действительного и номинального значений переменного тока в системе электроснабжения;

2. Отклонение напряжения – показатель установившегося отклонения текущего значения напряжения от номинального;

3. Колебания напряжения – характеризуются размахом изменения напряжения, частотой повторения изменений напряжения, интервалом между изменениями напряжения и дозой фликера – мерой восприимчивости человека к воздействию колебаний светового потока искусственных источников освещения, вызванных колебаниями напряжения в электрической сети за установленный промежуток времени;

4. Несинусоидальность напряжения, обусловленная появлением в кривой напряжения помимо гармоники основной частоты гармоники других высших частот, кратных основной частоте. Возникновение несинусоидальности напряжения объясняется наличием потребителей электроэнергии с нелинейной вольт-амперной характеристикой (в основном тиристорные преобразователи электрической энергии);

5. Провал напряжения – характеризуется глубиной и длительностью. Это внезапное существенное снижение напряжения в точке электрической сети ниже $0,9 U_{ном}$, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня за промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких десятков секунд (рис.1).

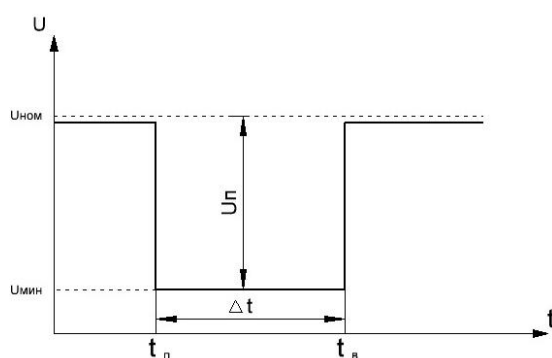


Рисунок 1 - Изображение провала напряжения

6. Импульсное напряжение – резкое изменение напряжения в точке электрической цепи, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня за промежуток времени до нескольких миллисекунд (т.е. меньше полупериода);

7. Временное перенапряжение – увеличение напряжения в точке электрической сети выше 1,1 Уном продолжительностью более 10 мс, возникающее в системах электроснабжения при коммутациях или коротких замыканиях.

Как известно, любые отклонения электрических параметров ухудшают качество электрической энергии, что может нарушить нормальную работу электрического оборудования и даже вывести его строя.

Сложность современного электроэнергетического производства приводят к необходимости измерять и контролировать одновременно сотни физических величин. Главную роль в этом процессе играет устройство первичного сбора и обработки данных.

Основными функциями данного устройства являются: получение измерительной информации от объекта исследования, обработка информации, представление информации оператору или ЭВМ, формирование управляющих воздействий [2]. Рассмотрим обобщенную структуру измерительной информационной системы (ИИС) (рис.2):

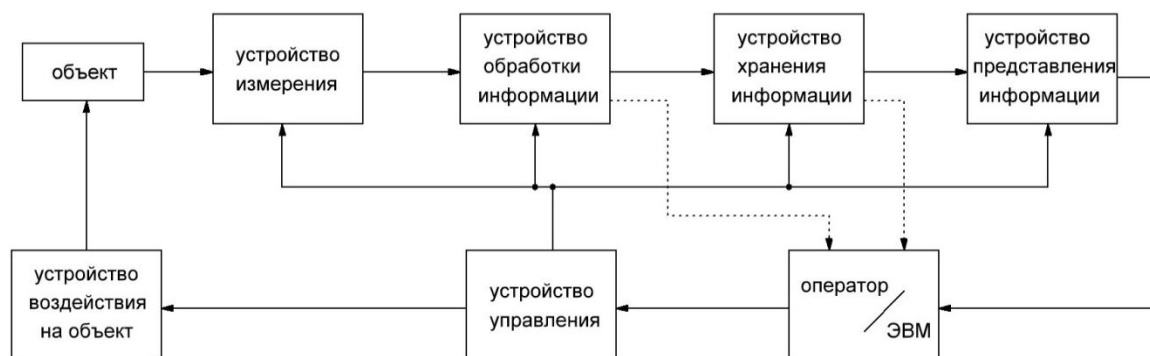


Рисунок 2 - Структура ИИС

Структура ИИС содержит:

- Устройство измерения включает в себя первичные и вторичные измерительные преобразователи и выполняет операции сравнения с мерой, квантование, кодирование, а также может содержать коммутатор;
- Устройство обработки информации выполняет обработку измерительной информации по определенному алгоритму;
- Устройство хранения информации;
- Устройство представления информации – регистраторы, индикаторы;
- Устройство управления, которое служит для организации взаимодействия всех узлов измерительной информационной системы;
- Устройство воздействия на объект, включающее в себя генератор стимулирующих воздействий.

Информация от ИИС выдается оператору или поступает на ЭВМ, которые могут воздействовать на устройство управления ИИС, меняя программу ее работы, и, тем самым, воздействовать на объект.

При разработке средств измерений им присваивают классы точности с учетом результатов государственных приемочных испытаний. Средствам из-

мерений, предназначенным для измерения двух и более физических величин, присваиваются различные классы точности для каждой измеряемой величины. Единые правила установления пределов допускаемых погрешностей показаний по классам точности средств измерений регламентирует ГОСТ 8.401-80 [3]. Классы точности цифровых измерительных приборов со встроенными вычислительными устройствами для дополнительной обработки результатов измерений устанавливаются без учета режима обработки.

Для этого определяют два пути повышения точности и достоверности измерений количества электроэнергии [4]:

1. Технологический, основанный на правильном и технически обоснованном выборе приборов учета (замена индукционных счетчиков на электронные, выбор трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН) в соответствии с требованиями нормативных документов, периодическая проверка ТТ и ТН);

2. Структурный, основанный на методах автоматической компенсации погрешностей и введении поправок при расчетах с учетом индивидуально определенных систематических погрешностей для каждого узла учета.

Комплексное использование данных методов позволяет повысить достоверность и точность измерений и, как следствие, снизить потери электроэнергии. Повышение точности измерительных устройств возможно также за счет повышения точности первичных измерительных данных, на основе которых вычисляются показатели качества электроэнергии. Для достижения поставленных целей предлагается повышение точности устройств первичной обработки информации. Чем точнее будут данные после первичной обработки, тем эффективнее можно выполнить контроль качественных показателей электрической сети.

Проанализировав ряд публикаций [5-7], в которых внимание уделяется интеллектуальным информационным системам контроля показателей качества электроэнергии, вопросам построения средств измерения с повышенной точностью первичных измерительных данных, можно сказать, что данная область достаточно актуальна на сегодняшний день и имеет смысл быть усовершенствованной.

Как указывалось выше, для любой автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) одним из наиболее ответственных узлов, определяющих качество работы и точность первичных измерений, является блок преобразования аналоговой информации в цифровую – АЦП. В процессе аналого-цифрового преобразования практически всегда присутствуют систематические погрешности смещения нуля и коэффициента передачи, подразделяемые, в зависимости от значения входного сигнала, на три группы: аддитивные, мультипликативные и нелинейные [5].

Наличие подобного рода погрешностей приводит к повышению технических потерь в энергетических системах и, в результате, к недоучету (небалансу) электрической энергии. Для уменьшения небаланса в АСКУЭ предлагается встраивать алгоритм цифровой автоматической коррекции погрешностей

(АКП) АЦП, позволяющий осуществлять коррекцию всех видов погрешностей с заданной точностью [6].

Упрощенная схема реализации метода эталонных сигналов для коррекции погрешности АЦП состоит из измерительного коммутатора (К), подключающего измеряемую величину (x) и эталонные величины ($U_{э1}, U_{э2}$), аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и вычислителя (В) (рис.3).

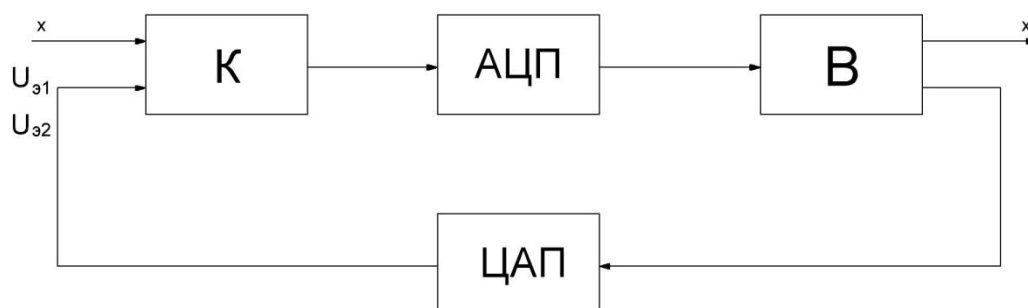


Рисунок 3 - Упрощенная схема реализации алгоритма АКП АЦП

Алгоритм АКП строится на основе аддитивно-мультипликативного алгоритма [7] в сочетании с методом касательных (Ньютона) [8]. Итерационный алгоритм АКП АЦП применим для автоматической коррекции любых видов погрешностей измерительных комплексов. Одновременно с коррекцией погрешности решается задача автоматической идентификации характеристики преобразования измерительного канала в целом.

Рассмотрим способ увеличения точности измерений для интеллектуальных систем учета электроэнергии, основанный на базе данного алгоритма коррекции погрешностей. Повышение точности измерений предполагает использование самых современных технологических средств сбора и обработки информации. Раскроем следующий алгоритм (рис.4):

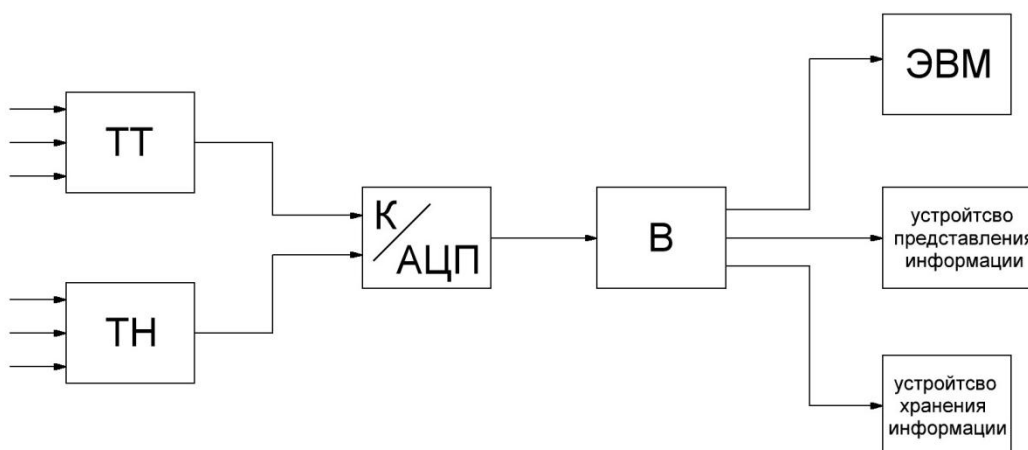


Рисунок 4 – Структурная схема повышения точности сбора первичных данных АСКУЭ

Измеряемые ток и напряжение воздействуют на первичную обмотку измерительного трансформатора тока или напряжения, а вторичная обмотка –

понижающая, включена на измерительный прибор. В качестве измерительного устройства, с целью повышения точности измерений, был выбран конфигурируемый коммутатор компании Silego Technology SLG6M6001V, позволяющий с высокой точностью измерять протекающий через него ток. Основные достоинства данного прибора, за исключением высокой точности, определяются наличием набора программируемых функций и способностью измерения мгновенной потребляемой мощности [9]. SLG6M имеет ультранизкое сопротивление открытого канала (3,8 мОм) и пропускает через себя ток 10 А. Коммутатор является более специализированным устройством в области измерения тока, так как позволяет получить более точную информацию за меньшее время. Как известно, существующие аналого-цифровые преобразователи наделены только одним из двух показателей – либо это быстродействие, либо высокая точность. SLG6M позволяет объединить оба этих качества в одном устройстве, что повысит точность измерений без потери времени.

Оцифрованная коммутатором информация передается на вычислительное устройство, которое занимается выполнением необходимых преобразований данных, сравнивает полученные данные с эталонными значениями показателей качества электроэнергии, обеспечивает управление функциями коммутатора. Вся полученная обрабатываемая и эталонная информация содержится в устройстве хранения информации (встроенная память вычислительного устройства).

Посредством ЭВМ осуществляется управление параметрами коммутатора, а также программирование и алгоритмизация устройства вычисления, в качестве которого предлагается использование сигнальных процессоров компании Analog Devices, отличающихся довольно высокой производительностью. В частности, предлагается использование сигнального процессора ADSP-BF561 Blackfin [10], располагающего достаточно высокой частотой обработки данных - 600 МГц, большой памятью на кристалле – 328 Кбайт, расположенных в виде отдельных систем памяти для каждого ядра, а также высокую пропускную способность. Результаты обработки информации и сравнения с эталонными значениями выводятся на устройство представления информации для мониторинга процесса учета электроэнергии.

Вывод. Применение методов технологического и структурного повышения точности на базе программно-алгоритмических средств автоматической коррекции погрешностей позволит повысить интеллектуальный уровень автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии, качество и точность измерений, а также достоверность учета электрической энергии в энергетических системах.

Библиографический список:

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость электрических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

2. Банкин С.А. Измерительные информационные системы в электроэнергетике. / Банкин С.А., Щуревич В.А. // Алтайский государственный технический университет. Ползуновский альманах. -2004. -№1. –С.18-28.
3. ГОСТ 8.401-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования.
4. Загорский Я.Т. Совершенствование метрологического обеспечения измерений и учета электроэнергии и мощности на межсистемных перетоках по межгосударственным ЛЭП стран СНГ [Электронный ресурс] // Итоги 23-го заседания Электроэнергетического Совета. - г. Чолпон-Ата -2003. URL www.fsk-ees.ru/common/img/uploaded/sp-3-67.doc
5. Набиева Е.Б. Повышение точности контроля учета электрической энергии в энергетических системах / Набиева Е.Б. // Вести высших учебных заведений черноземья. – 2008. -№2(12). –С.3-5.
6. Андрианова Л.П. Цифровая автоматическая коррекция погрешностей микропроцессорных систем учета электроэнергии / Андрианова Л.П., Набиева Е.Б. // Измерительная техника. 2003. - № 7. - С.7-10.
7. Прохоренко А.М. Методы и средства повышения качества функционирования информационно-управляющих комплексов / И.В. Сабуров, Е.И. Сабуров // Современные наукоемкие технологии. – 2005. -№ 10. – С.88-89.
8. Чивилихин С.А. Вычислительные методы в технологиях программирования. Учебное пособие. С-П: Редакционно-издательский отдел Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, 2008. -110с.
9. Техническая документация силового ключа SLG6M6001V. [Электронный ресурс] // URL www.silego.com/uploads/Products/product_331/SLG6M6001_DS_r070_04212015.pdf
10. Техническая документация цифрового сигнального процессора ADSP-BF561. [Электронный ресурс] // URL www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADSP-BF561.pdf

УДК 658.562.0127.7

Гусейнов Р.В., Султанова Л.М.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ ТОЧНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Guseynov R.V., Sultanova L.M.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE THEORY OF PRECISION IN MECHANICAL ENGINEERING

Дано определение точности в машиностроении, ее принципов, методов и закономерностей.

Ключевые слова: *точность, законы распределения, погрешности.*

Definition of accuracy in mechanical engineering, its principles, methods and regularities is given.

Key words: *accuracy, laws of distribution, errors.*

В машиностроении показатели качества изделий весьма тесно связаны с точностью обработки деталей.

Теория точности включает в себя анализ и синтез точности при проектировании; анализ и синтез точности в процессе производства; проблемы и задачи прикладной метрологии, а также методы их решения; проблемы и расчет изменения показателей точности при эксплуатации.

Все параметры точности деталей, изделий, как и параметры, участвующие в процессе формирования размеров последних, а именно, качество оборудования и инструмента, физико-химические, механические и другие свойства исходных материалов и заготовок, совершенство разработанного технологического процесса и качество выполнения обработки и контроля, всегда обладают некоторой степенью неопределенности. Такой мерой неопределенности является погрешность.

Под погрешностью обработки понимают отклонения полученного при обработке значения геометрического или другого параметра от заданного. Абсолютную погрешность выражают в единицах рассматриваемого параметра $\Delta x = x_d - x_n$, где x_d и x_n – соответственно действительное (полученное) и номинальное значение параметра. Отношение абсолютной погрешности к заданному значению параметра называют относительной погрешностью.

Под точностью изготовления детали понимается степень соответствия или приближения действительных значений параметров изделия номинальным (нормативным). Поскольку повышение точности связано с увеличением производственных затрат, то необходимо назначать не предельно допустимую точность, а экономически целесообразную.

Суммарная погрешность, возникающая от совместного воздействия факторов, должна учитывать следующие погрешности: погрешность обработки от размерного износа режущего инструмента $\Delta_{из}$; погрешность обработки, вызываемую температурными деформациями технологической системы Δ_T ; погрешность обработки из-за геометрических погрешностей станка Δ_r ; погрешность обработки, возникающую в результате упругих деформаций технологической системы под влиянием нагрузок и переменности жесткости системы Δ_d ; погрешность установки заготовки в приспособлении Δ_y ; погрешность настройки станка на заданный размер $\Delta_{ст}$.

Погрешности $\Delta_{из}, \Delta_T, \Delta_r$ являются систематическими. Что касается погрешности Δ_d , то необходимо отметить следующее.

При обработке деталей на станке под действием сил резания, воздействующих на упругую систему, происходит смещение элементов системы СПИД. Но наблюдается и обратное воздействие. Например, при смещении инструмента и заготовки изменяется глубина и сила резания. Это заставляет при анализе точности обработки рассматривать технологическую систему, как динамическую. В динамических системах встречаются вынужденные колебания, возникающие при работе многолезвийного инструмента, обработке изделий с неравномерным припуском и т.д., а также автоколебания. Автоколебания возбуждаются в отсутствие внешнего периодического воздействия и определяются устройством самой системы, при этом источник энергии является частью замкнутой системы.

Автоколебания в сильной степени влияют на точность и качество обработанной поверхности. С увеличением амплитуд автоколебаний пропорционально ухудшаются параметры точности и шероховатости обработанной поверхности. Во всех типовых процессах механической обработки (различных видах фрезерования, точения, сверления, развертывания, резьбонарезания и др.) параметры качества обработанной поверхности полностью определяется величиной амплитуды вибраций.

Анализ литературных источников и собственные исследования показывают существенное влияние на точность жесткости системы СПИД [1-4].

При изготовлении деталей из труднообрабатываемых материалов размерный износ инструмента является одним из доминирующих факторов. Погрешность $\Delta_{из}$ возникает вследствие того, что размерный износ закономерно вызывает увеличение расстояния от центральной линии станка до вершины режущего инструмента. Размерный износ может быть подсчитан по известному относительному износу и величине начального износа, или по полученным экспериментальным формулам.

В общей погрешности обработки учитывается и геометрическая неточность станка. Геометрическая точность характеризуется точностью размеров, точностью геометрической формы поверхностей (прямолинейности, плоскостностью), точностью взаимного расположения поверхностей, осей отверстий, показателями шероховатости и др. Допуски размеров регламентируются ГОСТ 25316-82, допуски формы и расположения – ГОСТ 24643-81.

При анализе точности достаточное время необходимо уделить точности оборудования (станка). Необходимо иметь в виду, что точность станка в работе, полученная на заводе-изготовителе и отраженная в акте приемки не соответствует и не может соответствовать точности, получаемой при эксплуатации станка у потребителя. Дело в том, что до настоящего времени общепринятыми являются методы оценки точности станков, основанные на проверке точности станка в ненагруженном состоянии. Обработка образцов (пробной детали) по данным методам (например, метод Шлезингера) производится при чистовых режимах со снятием очень тонкой стружки. Поэтому полученные результаты не отражают влияния усилий резания и их можно рассматривать как показатель суммарной геометрической точности станка.

К тому же, ГОСТом регламентируется проверка только геометрической точности станка. При этом, в ГОСТе не оговариваются режимы резания, состояние заготовки и инструмента, количество обрабатываемых образцов, т.е. никак не нормируются условия испытаний. Поэтому результаты, полученные при обработке образцов изделий, являются весьма условными. Критерием точности станка в виду того, что оценка точности производится в основном по одной детали, являются в значительной мере случайными и не воспроизводимыми при повторных испытаниях.

Таким образом, оценка точности станка только по результатам проверки геометрической точности не является достаточной, т.к. эти проверки не дают возможности оценить поля рассеивания размеров партии обрабатываемых деталей.

Погрешность Δ_T обуславливается деформациями заготовок инструмента и элементов станка вследствие их нагрева.

При рассмотрении температурных деформаций детали необходимо учитывать количество теплоты, переданное детали при резании, при трении ее об установочные элементы, а также поступившее из внешней среды и потерянное за тот же период времени. Во многих случаях температурные деформации обрабатываемой детали влияют только на погрешности получаемых размеров и могут быть учтены во время установки инструмента на заданный размер. Для несимметричных деталей, когда возможен неравномерный нагрев и, как следствие, появление погрешностей геометрических форм, можно применить специальную поправку, учитывающую действительную форму температурного поля.

Погрешность Δ_y возникает из-за не совмещения измерительной и технологической баз заготовки, колебания сил закрепления, неточности изготовления приспособления и износа его установочных элементов.

Погрешность $\Delta_{ст}$. Настройка станка на размер имеет важное значение для обеспечения, прежде всего, заданной точности размера обработки. При настройке станков требуется определить настроенный размер и установить с заданным допуском инструмент на данный размер. Методы настройки определяются типом производства. В крупносерийном и массовом производствах

заданная точность достигается методом автоматического получения размеров.

В зависимости от качеств допусков размеров и уровней относительной геометрической точности задаются параметры шероховатости поверхности детали. Шероховатость поверхности в значительной степени, чем другие показатели точности зависят от условий проведения испытаний (материала и состояния режущего инструмента, заготовки, вибрации и др.).

Анализ процесса формирования производственных погрешностей обработки или сборки реального технологического процесса показывает, что он носит вероятностный характер. Непосредственное исследование кривых распределения для самых разнообразных операций механической обработки, выполняемых на настроенных станках, показывает, что при отсутствии влияния факторов нарушающих правильное течение операции, распределение размеров 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.

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.

В реальности эти условия не всегда выполняются, и мы имеем деформированные законы нормального распределения.

В этом случае закон распределения погрешности размеров x партии деталей во всем заданном промежутке времени $t(0, T)$ будет иметь вид

$$f(x) = \frac{1}{T\sqrt{2\pi}} \int_0^T \frac{1}{\sigma_x(t)} \exp\left(-\frac{[x-m_x(t)]^2}{2\sigma_x^2(t)}\right) dt, \quad (2)$$

где $m_x(t)$, $\sigma_x(t)$ – функции времени.

Причинами изменения $m_x(t)$ являются затупление инструмента, нестабильность режимов обработки, колебания припуска и твердости обрабатываемого материала и т.д.

Проведенные исследования точности показали, что последний тип распределения характерен для условий относительно большой протяженности обрабатываемой поверхности, а также для массового производства.

Так, например, анализ размеров партии деталей в количестве 500 шт., обработанных твердосплавными резцами (Т15К6) при обработке партии деталей из стали 40Х диаметром 10 мм и малой длины 10мм показал, что они не подчиняются полностью закону Гаусса.

При решении проблем теории точности широко используется аналитический аппарат и методы таких разделов математики, механики, как дифференциальное и интегральное исчисление, нелинейный и стохастический анализ, вероятностное моделирование, математическая статистика и др. [1-4].

Наиболее эффективными являются методы статистического моделирования на ЭВМ, в частности, метод статистических испытаний (метод Монте-Карло).

Алгоритм решения задачи по методу статистических испытаний позволяет решать поставленную задачу при любых исходных данных. Кроме того он составляет основу ряда других алгоритмов, позволяющих решать более сложные задачи. Конечной целью решения поставленной задачи является получение законов распределения действительных размеров изделий. Моделирующий алгоритм может быть составлен для произвольных законов распределения размеров контролируемых изделий и погрешностей измерений. Для получения случайных чисел можно использовать «датчик» случайных чисел или программный путь их получения с помощью некоторого рекуррентного соотношения. Сущность последнего заключается в том, что каждое последующее число образуется из предыдущего путем применения некоторого алгоритма, состоящего из арифметических и логических операций.

Расчет точности при контроле должен учитывать влияние случайных погрешностей измерений на точность приемочного контроля, причем способы контроля могут быть одно-, двух- и многоступенчатый.

Для анализа точности необходимо знать законы распределения действительных размеров изделий.

Учитывать влияние случайных погрешностей измерений на суммарную погрешность с учетом закона распределения действительных размеров изделий довольно трудная задача.

Пусть $f_1(x)$ – закон распределения действительных размеров изделия, $f_2(x)$ – закон распределения случайных погрешностей измерений.

Допуск на размер пусть ограничен значениями $[a, b]$.

Распределение результатов измерений размеров изделий будет следовать закону:

$$f_3(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x) f_2(z-x) dx. \quad (3)$$

Вероятность получения результата измерения в интервале $[a, b]$ составит:

$$P_{ab} = \int_a^b f_3(z) dz. \quad (4)$$

Вероятность получения результата измерения вне зоны допуска равна:

$$P_{out} = \int_{-\infty}^a f_3(z) dz + \int_b^{\infty} f_3(z) dz. \quad (5)$$

Однако вследствие погрешностей измерений в число изделий, изготовленных в пределах допуска, попадет некоторая часть негодных изделий, а некоторая часть годных, будет ошибочно забракована.

Распределение действительных размеров изделий, признанных годными, составит:

$$f_4(x) = f_1(x) \int_{a-x}^{b-x} f_2(y) dy. \quad (6)$$

Вероятность ошибочного отнесения негодных изделий к категории годных равна:

$$P_o = \int_{-\infty}^a f_4(x) dx + \int_0^{\infty} f_4(x) dx. \quad (7)$$

Распределение действительных размеров забракованных изделий подчиняется закону:

$$f_5(x) = f_1(x) [\int_{-\infty}^{a-x} f_2(y) dy + \int_{b-x}^{\infty} f_2(y) dy]. \quad (8)$$

Вероятность ошибочного забракования изделий составит:

$$P_{oz} = \int_a^b f_3(z) dz. \quad (9)$$

Вывод. Как видим, задача довольно сложная. Для анализа точности необходимо знать законы распределения действительных размеров изделий.

Для решения таких задач часто используется численное интегрирование и методы статистического моделирования на ЭВМ.

Расчет точности в процессе эксплуатации должен учитывать все многообразие эксплуатации изделия. Объем выборки в этом случае, как правило, недостаточный для статического анализа и может быть равен единице. Применение в этих случаях методов классической математической статистики невозможно. Хорошие результаты дает применение непараметрической статистики.

Учитывая центральную предельную теорему теории вероятностей, согласно которой сумма большого числа слагаемых при выполнении достаточно общих условий имеет асимптотически нормальное распределение, для распределения случайных погрешностей измерений достаточно использовать нормальный закон распределения.

Анализ точности можно начинать с нормального закона, но, не ограничиваясь только этим.

Библиографический список:

1. Гусейнов Р.В. Интенсификация технологических процессов обработки труднообрабатываемых материалов путем управления динамическими параметрами системы: Автореф. дис. докт. техн. наук: 05.02.08; 05.03.01/ Гусей-

нов Расул Вагидович; Санкт-Петербургский государственный морской технический университет. – СПб., 1998.

2. Гусейнов Р.В. Математическая модель процесса обработки отверстий сверлами на основе нелинейной динамики. Ч.1. Постановка задачи/ Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р.// Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. - № 22.- 2011.- С.64-68.

3. Гусейнов Р.В. Совершенствование обработки отверстий небольшого диаметра/ Гусейнов Р.В., Рустамова М.Р. // Вестник машиностроения. - №9.- 2012.- С. 50-52.

4. Гусейнов Р.В. Обоснование базы данных для исследования динамических процессов при резании / Гусейнова М. Р., Гусейнов Р.В. // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки.- №4 (35).-2014.- С.36-44.

УДК 621.362

Исмаилов Т.А., Ахмедова Л.М., Евдулов Д.В., Евдулов О.В., Челушкин Д.А.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА

Ismailov T.A., Ahmedova L.M., Evdulov D.V., Evdulov O.V., Chelushkin D.A.

CONVERTER SOLAR RADIATION INTO ELECTRICITY TO SUPPLY THE AUTOMOTIVE SEMICONDUCTOR THERMOELECTRIC AIR CONDITIONING

В статье рассмотрена возможность повышения эффективности преобразователей солнечной радиации в электроэнергию за счет конструктивного совмещения фотоэффекта, термоэффекта Зеебека и полупроводниковых солнечных батарей, что позволит создать интегральное устройство для обеспечения электропитания полупроводникового термоэлектрического автомобильного кондиционера.

Ключевые слова: преобразователь солнечной радиации, электроэнергия, автомобильный кондиционер, полупроводниковые термоэлектрические устройства.

The article considers the possibility to increase the efficiency of converters of solar radiation into electricity by combining constructive photoelectric effect, See-

beck thermoeffect and semiconductor solar cells, which will create integrated device to provide power semiconductor thermoelectric automobile air conditioner.

Key words: *converter of solar radiation, energy, automotive air conditioning, semiconductor thermoelectric devices.*

На современном этапе развития общества наиболее кризисная ситуация сложилась в энергетике. Современные способы получения электроэнергии при помощи гидростанций, тепловых станций и атомной энергетики практически исчерпали себя и в большинстве случаев вредят экологии региона, как в процессе функционирования, так и в результате техногенных аварий. Существующие альтернативные виды добычи электроэнергии недостаточно эффективны для создания устойчивой конкуренции.

Одним из наиболее перспективных видов использования возобновляемых источников энергии является применение преобразователей солнечной радиации в электроэнергию. Основными методами для получения электроэнергии из солнечной радиации являются фотоэффект, термоэффект Зеебека и полупроводниковые солнечные батареи. Всем им присущ невысокий КПД и целый ряд недостатков [1, 2, 3].

Для повышения эффективности преобразователей солнечной радиации в электроэнергию целесообразно конструктивно совместить все три способа в одном интегральном устройстве.

В солнечной батарее часть фотонов экранируется электродом, часть фотонов совершает полезную работу по генерации в p - n -переходах электронных пар электрон – дырка, приводящих к неравновесной разности потенциалов, а остальные фотоны нагревают устройство. Этим обусловлен невысокий КПД при преобразовании на полупроводниковой солнечной батарее (до 18%) [1].

Так при фотоэффекте, только часть фотонов совершает полезную работу по выбиванию электронов из электродов, остальные либо отражаются, либо промахиваются, либо нагревают устройство. Этим обусловлен невысокий КПД при фотоэффекте (до 20%) [2].

Термоэлектрогенератор преобразует перепад температур в электричество в соответствии с эффектом Зеебека, но только часть фотонов отражаются. Этим обусловлен невысокий КПД при преобразовании на термоэлектрогенераторе (до 10%) [3].

Таким образом, то, что является недостатком для одного эффекта, является рабочим режимом для другого эффекта, то есть большая часть фотонов будет участвовать в генерации электроэнергии.

На рисунке 1 приведена структура преобразователя солнечной радиации в электроэнергию. Одним из вариантов применения, является использование преобразователя для обеспечения электропитания полупроводникового термоэлектрического автомобильного кондиционера. Кондиционер может быть выполнен в виде независимого автономного устройства, состоящего из преобразователя солнечной энергии для выработки электричества и охладителя на основе полупроводниковых термоэлектрических устройств, использующих

эффект Пельтье [4, 5, 6]. Встроенный микроконтроллер позволит поддерживать микроклимат в салоне автомобиля в автоматическом режиме, так как, чем ярче будет светить солнце, тем эффективнее будет работать преобразователь солнечной радиации в электроэнергию, и тем сильнее будет охлаждаться салон автомобиля. Кроме того, имеется возможность часть электроэнергии направить на подзарядку автомобильной аккумуляторной батареи (например, зимой).

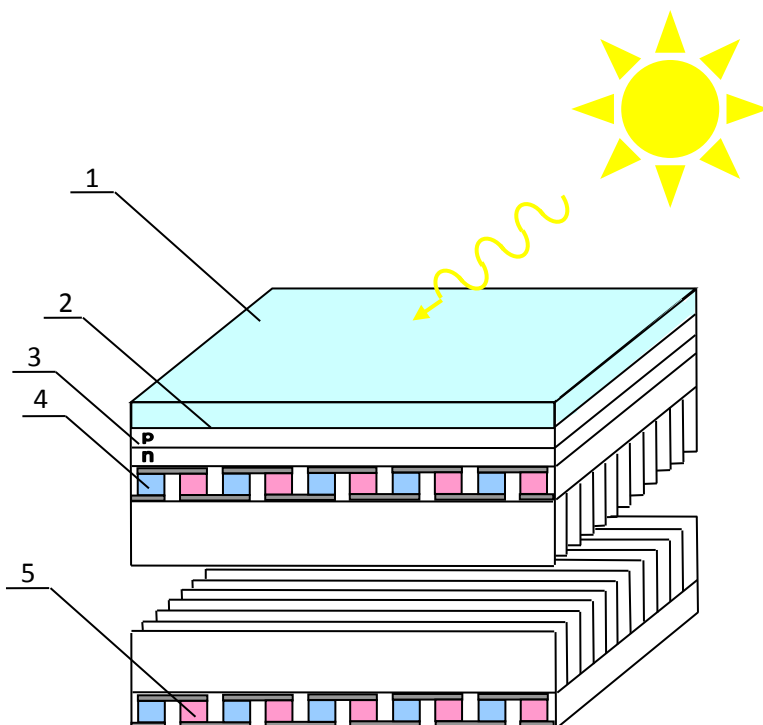


Рисунок 1 - Структура преобразователя солнечной радиации в электроэнергию

Функционирует устройство следующим образом. На первом этапе фотоны проходят сквозь прозрачный параллелепипед 1, из которого откачен воздух для того, чтобы исключить кондуктивный теплоперенос от горячих спаев преобразователя солнечной радиации в электроэнергию в окружающую среду (как в термосе). Это необходимо для создания парникового эффекта и сохранения более высокой температуры на горячем спае относительно холодного спае (обдуваемого атмосферным воздухом) полупроводникового термоэлектрического генератора 4, для которого большой перепад температур между спаями обуславливает высокий КПД [3].

Далее, фотоны попадают на солнечную полупроводниковую батарею с верхним металлическим электродом с низкой работой выхода электронов. На существующих солнечных полупроводниковых батареях металлический электрод экранировал ориентировочно (в зависимости от конструкции) до 10% фотонов и снижал КПД. В предлагаемом устройстве металлический электрод дополняет электронами, выбиваемыми фотонами (за счет фотоэф-

фекта), полупроводниковую p -зону солнечной батареи. Тем самым, прежний недостаток становится преимуществом, так как участвует в процессе генерации электричества. Вычислить количество выбиваемых электронов можно по формуле:

$$h \cdot \nu = A + \frac{m \cdot \mathcal{E}^2}{2}, \quad (1)$$

где $h \cdot \nu$ – энергия фотона; A – работа выхода – минимальная работа, которую нужно совершить для выхода электрона из атома вещества [2].

Таким образом, получается, что частица света – фотон, поглощается электроном, который приобретает дополнительную кинетическую энергию $\frac{1}{2}m \cdot \mathcal{E}^2$ и совершает работу выхода из атома, что дает ему возможность свободно двигаться, а направленное движение электрических зарядов и есть электрический ток, или, правильнее говоря, возникает электродвижущая сила – ЭДС. Ток от фотоэффекта тем больше, чем больше электронов в единицу времени будет выбито из электрода. На нагрузке будет совершаться полезная работа, и выделяться мощность, выработанная солнечным электрогенератором на основе фотоэффекта:

$$P_{\phi\mathcal{E}} = I_{\phi\mathcal{E}}^2 \cdot R_n = (e \cdot N \cdot t)^2 \cdot R_n, \quad (2)$$

где $P_{\phi\mathcal{E}}$ – мощность фотоэлектрогенератора; $I_{\phi\mathcal{E}}$ – ток через фотоэлектрогенератор; R_n – сопротивление нагрузки; e – заряд электрона; N – количество выбитых электронов; t – время.

Таким образом, будет использован фотоэффект для преобразования части фотонов.

Оставшаяся часть фотонов, пересекая p - n -переход солнечной батареи 3, будет генерировать пары электрон - «дырка», которые диффундируют в p - и n -зоны, создавая неравновесные заряды. Солнечный элемент - это диод с гетеропереходом. Гетеропереход формируется с помощью двух различных полупроводниковых материалов.

Формула расчета эффективности полупроводниковых солнечных батарей выглядит следующим образом [1]:

$$I_d = I_0 (e^{qV/AkT} - 1), \quad (3)$$

где I_d – ток через диод; V – приложенное напряжение; I_0 – ток насыщения диода; q – заряд электрона; A – фактор идеальности; k – постоянная Больцмана; T – температура.

Для освещенного солнечного элемента уравнение диода принимает вид:

$$I_{c\mathcal{E}} = I_d - I_\phi = I_0 (e^{qV/AkT} - 1) - I_\phi, \quad (4)$$

где $I_{c\mathcal{E}}$ – ток солнечного элемента; I_ϕ – фототок.

На нагрузке будет выделена мощность:

$$P_{CЭ} = I_{CЭ}^2 \cdot R_n = \left(I_0 \left(e^{qV/Akt} - 1 \right) - I_\phi \right)^2 \cdot R_n. \quad (5)$$

где $P_{CЭ}$ – мощность солнечного элемента.

Те фотоны, которые прошли далее, и не будут преобразованы в электричество на полупроводниковой солнечной батарее, будут поглощены атомами кристаллической решетки и обеспечат нагрев верхнего спая термоэлектродгенератора 4, у которого нижний спай будет обдуваться потоком атмосферного воздуха, вследствие чего будет возникать перепад температур, и выработана электроэнергия за счет термоэффекта Зеебека.

Процесс выработки энергии в термоэлектродгенераторе определяется по формуле:

$$\eta = \frac{T_\Gamma - T_X}{T_\Gamma} \cdot \frac{M - 1}{M + T_X/T_\Gamma}, \quad (6)$$

$$M = \sqrt{1 + zT_{CP}}, \quad z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\lambda},$$

где z - добротность полупроводникового материала, $1/K$; T_Γ - температура горячего спая термоэлемента, K ; T_X - температура холодного спая, K ; T_{CP} - средняя температура ветви термоэлемента, K ,

$$T_{CP} = \frac{T_\Gamma + T_X}{2},$$

M - критерий Иоффе, α - приведенная дифференциальная термо-ЭДС ветвей термоэлементов, mK/K ; σ - приведенные электропроводность и теплопроводность ветвей термоэлементов соответственно в $1/(Om \cdot m)$ и $Вт/(m \cdot K)$ [3]. Зная термо-ЭДС и сопротивление нагрузки можно найти мощность электроэнергии выработанной полупроводниковым термоэлектродгенератором по формуле:

$$P_{TG} = \alpha^2 / R_n; \quad (7)$$

где α - приведенная дифференциальная термо-ЭДС ветвей термоэлементов.

Таким образом, все три эффекта интегрально используются в преобразователе солнечной радиации для совместной выработки электроэнергии. Причем то, что являлось недостатком в отдельных устройствах и приводило к паразитным потерям и снижению КПД, в предлагаемом устройстве рационально дополняет друг друга.

Интегральная выработка электроэнергии в результате совместного влияния всех трех эффектов составит:

$$P_\Sigma = P_{\phiЭ} + P_{CЭ} + P_{TG}. \quad (8)$$

А общий КПД составит:

$$\mu = \frac{P_{\Phi\Delta} + P_{C\Delta} + P_{T\Gamma}}{P_{BX}} \cdot 100\% = \frac{(e \cdot N \cdot t)^2 \cdot R_n + (I_0(e^{qV/AkT} - 1) - I_{\Phi})^2 \cdot R_n + \alpha^2 / R^2}{P_{BX}} \cdot 100\% \quad (9)$$

где $P_{BX}=1000 \text{ Вт/м}^2$.

Совместное использование всех трех эффектов при соответствующей технологии изготовления (на 3D принтере), позволит повысить интегральный КПД ориентировочно до 35%, что существенно повысит конкурентоспособность готовых изделий на мировых рынках.

Разработанный преобразователь целесообразно использовать как на военных и гражданских объектах, так и для отдельных потребителей в быту. В качестве примера можно предложить вариант использования преобразователя солнечной радиации в электроэнергию для питания автомобильного кондиционера на основе полупроводниковых термоэлектрических устройств, с применением эффекта Пельтье, изображенном на рисунке 2.



Рисунок 2 - Использование преобразователя солнечной радиации в электроэнергию для питания автомобильного кондиционера на основе полупроводниковых термоэлектрических устройств с применением эффекта Пельтье

Из рисунка 2 видно, что даже самый красивый автомобиль можно сделать еще красивее улучшив его функциональные потребительские опции, не меняя его дизайнерских характеристик. Устройство может быть установлено в автомобильном люке и работать в полностью автоматическом режиме под управлением микроконтроллера. Чем сильнее солнечная радиация и выше

температура, тем больше выработка электроэнергии и эффективнее работа полупроводникового термоэлектрического автомобильного кондиционера. Набегающий поток воздуха, возникающий при движении автомобиля, позволяет обойтись без принудительной вентиляции теплоотвода, как преобразователя солнечной радиации в электроэнергию, так и теплоотвода полупроводникового термоэлектрического автомобильного кондиционера.

Вывод. Разработанное устройство может быть внедрено в широком спектре электронных изделий для обеспечения автономного питания: датчики мониторинга среды, бытовые приборы, военная аппаратура, космические спутники, метеостанции, радиомаяки, сотовая телефонная связь и т.д.

Библиографический список:

1. http://iu4.ru/publ/2012_ing_vest_08_01.pdf.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотоэффект>.
3. http://studopedia.ru/5_25361_effekt-zeebeka.html.
4. Патент РФ №2417356. Способ оптимизации режимов работы термоэлектрической батареи с учетом геометрических и электротеплофизических параметров при импульсном питании/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Челушкина Т.А.
5. Патент РФ №2335825 Термоэлектрическое устройство с высоким градиентом температур/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М.
6. Патент РФ №2205279. Термоэлектрический автомобильный радиатор/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Зарат А., Гафуров К.А.

УДК 621.362

*Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Челушкина Т.А., Шкурко А.С.,
Магомедова П.А.*

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ПАССИВНАЯ АНТЕННА ДЛЯ
КОВОИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ ЗА СЧЕТ ОТРАЖЕНИЯ
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА**

*Ismailov T.A., Gadjiyev H.M., Chelushkina T.A., Shkurko A.S.,
Magomedova P.A.*

**ENERGY-EFFICIENT PASSIVE ANTENNA CODE PULSE
MODULATION DUE TO THE REFLECTION OF MICROWAVE SIGNAL**

В статье рассмотрена антенна в форме уголкового отражателя с р-и-п-диодами, интегрированная с корпусом приемо-передающего устройства, позволяющая не только обеспечить двунаправленное соединение с базовой станцией в результате трехкратного переотражения радиосигнала, но и

при минимальных энергозатратах обеспечить в цифровом режиме передачу на отраженной волне информационных потоков любой сложности, что позволит исключить энергозатраты в передающем тракте и продлить ресурс устройства.

Ключевые слова: энергоэффективная пассивная антенна, кодовоимпульсная модуляция, уголкового отражатель, р-і-п-диоды, сверхвысокочастотный сигнал.

The article describes an antenna in a corner reflector with a p-i-n-diodes, integrated with the housing transceiver, which allows not only to provide bi-directional communication with the base station as a result of multipath radio three times, but with minimal energy consumption to provide digitally transmit information on the reflected wave flow of any complexity, which allow to eliminate energy in the transmit path and extend the life of the device.

Key words: energy efficiency passive antenna, code pulse modulation, corner reflector, p-i-n-diodes, a microwave signal.

Быстрое развитие средств связи делает актуальным повышение эффективности составных частей инфокоммуникационных систем. Развитие систем связи в отрасли требует формирования надежных энергосберегающих и энергоэффективных коммуникационных устройств. Наиболее перспективным направлением в соответствии с современными достижениями науки, техники и технологий являются цифровые системы в спутниковой связи, сотовой телефонии, wi-fi системах и т.д. Но в первую очередь требуются инновационные разработки для антенных систем, т.к. влияние аддитивных и мультипликативных помех будет сказываться во всех последующих каскадах, кроме того, от диаграммы направленности антенны существенно зависит энергосберегающие и энергоэффективные показатели всей информационной системы в целом.

Основными параметрами передающих антенн являются их диаграмма направленности и мощность излучения. От этих показателей зависят параметры всех каскадов передатчика устройства связи. Снижение мощности передатчика при сохранении качества связи позволяет повысить энергоэффективность антенной системы. Наличие мощных электронных компонентов выходных каскадов передатчиков связных устройств приводит не только к увеличению энергетических затрат, но и к росту паразитных тепловыделений и необходимости дополнительных систем теплоотвода в окружающую среду и схем защиты от тепловых пробоев. Все это ухудшает надежность и эксплуатационные характеристики систем связи.

Кроме того, в современных условиях актуальна проблема по защите информационных потоков и использованию ненаправленных антенн или направленных антенн с паразитными боковыми лепестками диаграммы направленности, что повышает риск несанкционированного доступа к передаваемой информации за счет радиоперехвата.

Направленная антенна обладает более высокими энергетическими показателями по сравнению с ненаправленными антеннами, но в этом случае требуется точная ориентация в пространстве по направлению передачи информационных потоков между абонентами. Во многих случаях для мобильных устройств связи применение направленных антенн является неприемлемым по конструктивным показателям.

В военной технике и в навигационных системах, а также для космической аппаратуры были разработаны пассивные антенны в виде уголкового отражателя на основе трехмерных ортогональных плоскостей сконструированных таким образом, чтобы излучение после трехкратного отражения от трех плоскостей возвращалось к источнику излучения. Ориентация в пространстве антенны в виде уголкового отражателя и расположения на местности относительно передатчика не играет никакой роли, сигнал все равно будет переотражён в сторону передатчика. Таким образом, подобный сигнал может быть использован, например, для создания навигационных опорных маяков или определения дистанции до космических объектов или наземных устройств в радиолокации, а также для формирования ложных мишеней для ведения боевых действий и отвлечения радиолокационных сигналов противника от своей военной техники.

Однако существующие пассивные антенны в виде уголкового отражателя не способны менять свои характеристики и всегда одинаково отражают пришедшие радиосигналы.

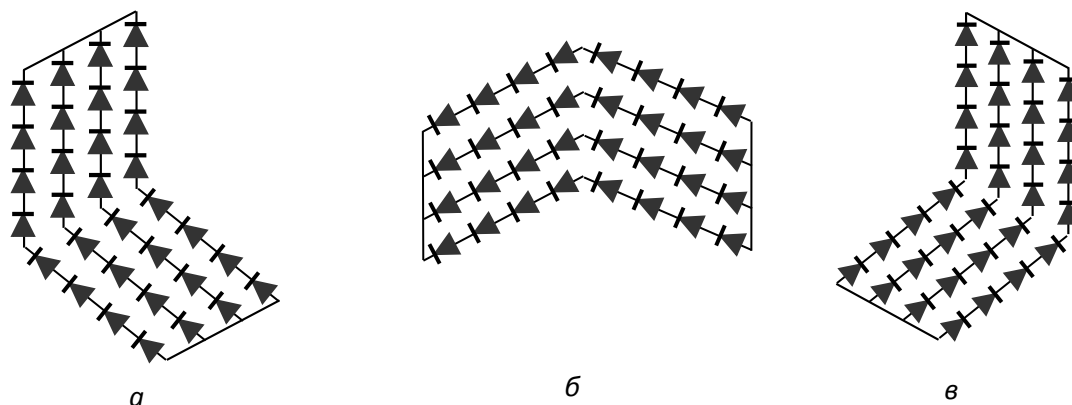


Рисунок 1 - Схема соединения $p-i-n$ -диодов в плоскостях антенны в форме уголкового отражателя

Одним из перспективных видов создания антенн для современных систем цифровой связи является применение антенны в виде уголкового отражателя с $p-i-n$ -диодами. На рис.1 приведена схема формирования ортогональных отражающих поверхностей, состоящих из проводников с $p-i-n$ -диодами.

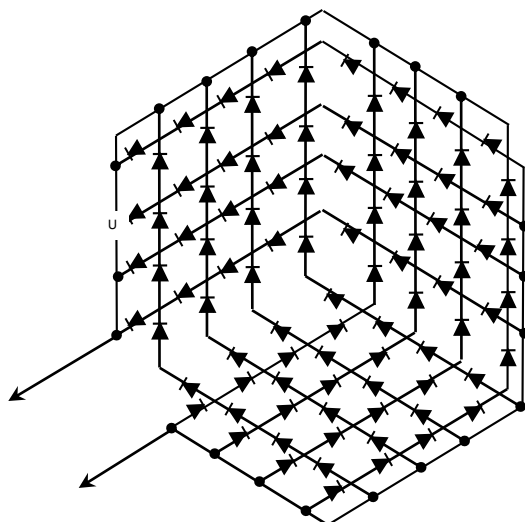


Рисунок 2 - Топология пространственного размещения диодных поверхностей в антенне углового отражателя

Наложение этих поверхностей друг на друга изображено на рис. 2. Шаг между проводниками и $p-i-n$ -диодами кратен четверти длины волны отражаемого сигнала для того, чтобы плоская поверхность из линейных вибраторов воспринималась как сплошная металлическая плоскость.

При пропускании запирающего тока все $p-i-n$ -диоды открыты и на рис. 3 изображена схема замещения, а также ход лучей после трехкратного отражения от всех трех ортогональных поверхностей углового отражателя.

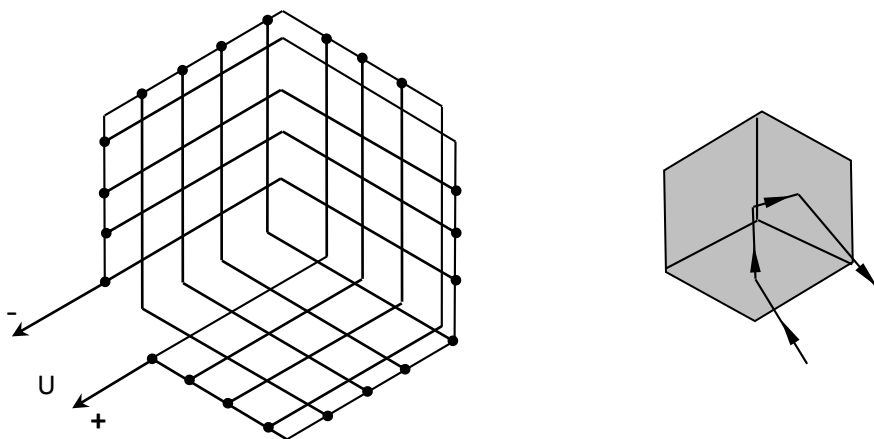


Рисунок 3 - Схема замещения при подаче на $p-i-n$ -диоды запирающего напряжения и траектория переотражения в обратном направлении радиолуча от поверхностей антенны углового отражателя

При пропускании запирающего тока все $p-i-n$ -диоды закрыты и на рисунке 4 изображена схема замещения, при которой все поверхности разорваны на изолированные фрагменты, имеющие размеры такой величины, что позволяют радиосигналам беспрепятственно проходить сквозь антенну без переотражения на излучающую станцию.

Форма уголкового отражателя у антенны позволяет повысить конфиденциальность передачи информационных потоков за счет того, что отраженный сигнал имеет острую диаграмму направленности на базовую станцию и для перехвата необходимо, чтобы не санкционированно подслушивающий приемник находился между абонентом и базовой станцией, но в этом случае передача будет прервана, так как сигнал от базовой станции не попадает на пассивную антенну и обратно от абонента к базовой станции, за счет экранирующего и поглощающего эффекта антенны не санкционированно подслушивающего приемника. Таким образом, попытка подслушать сигнал обернется его полным уничтожением и невозможность его перехвата. А в условиях мобильного перемещения абонента по местности задача перехвата еще более усложняется, так как не санкционированно подслушивающему приемнику необходимо перемещаться таким образом, чтобы находиться все время на линии между базовой станцией и движущимся в произвольном направлении абонентом. Таким образом, линия связи на базе пассивной антенны в виде уголкового отражателя позволяет повысить конфиденциальность переговоров до 100%.

Преимуществом разработанной антенны является энергосбережение, так как вместо формирования передающего радиосигнала достаточно затратить минимум энергии на открывание и закрывание $p-i-n$ -диодов, что позволит в энергосберегающем режиме осуществить двусторонний обмен цифровой информации при минимальных затратах энергии у абонентов компьютерных сетей и сотовых телефонов. Кроме того, уголкового отражателя позволяет осуществлять устойчивую двустороннюю связь при любом расположении мобильного устройства связи в пространстве и при любом направлении на базовую станцию.

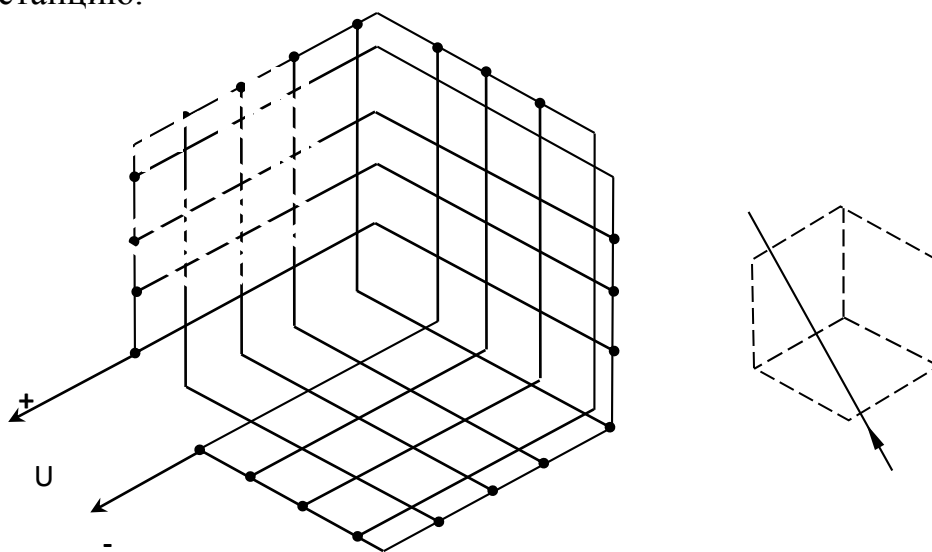


Рисунок 4 - Схема замещения при подаче на $p-i-n$ -диоды запирающего напряжения для преобразования отражающих поверхностей антенны (разбивка на радиопрозрачные фрагменты) и беспрепятственного пропускания радиолуча без отражения

Для повышения энергоэффективности целесообразно повысить экономичность $p-i-n$ -диодов, за счет изготовления их по инновационной технологии с созданием излучающего $p-i-n$ -перехода интегрально выполненного совместно с солнечной батареей [1,2,3].

В этом случае вместо паразитных тепловых потерь в $p-i-n$ -диодах будет излучаться электромагнитная энергия в виде фотонов, которые на солнечной батарее будут рекуперированы опять в электроэнергию и использованы для электропитания устройства связи, тем самым повышая его энергоэффективность [4]. Чем выше частота излучаемых фотонов, тем больше энергии будет отведено и рекуперировано. В результате $p-i-n$ -диоды будут работать при меньших энергетических затратах, и доля паразитных тепловых потерь будет уменьшена и затраты энергии для работы пассивной антенны будут снижены. Таким образом, будет достигнута большая энергоэффективность пассивной антенны.

Дополнительный эффект будет получен за счет того, что на неизлучающих спаях $p-i-n$ -диодов, за счет термоэлектрических явлений на основе эффекта Пельтье будет происходить поглощение тепла и понижение температуры, что может быть использовано для охлаждения тепловыделяющих электронных компонентов устройства связи и повышения степени интеграции СБИС.

Вывод. Создание энергосберегающих и энергоэффективных пассивных антенн СВЧ диапазона является приоритетным для инновационного развития России, т.к. быстро развивается рынок интернет-услуг и сотовой телефонии. Надежная устойчивая и эффективная связь является необходимым базовым условием прогресса во всех областях народного хозяйства и военной техники.

Ожидаемые результаты:

- Снижение энергетических затрат мобильных устройств на порядок и продление времени работы в автономном режиме в 10 раз.
- Уменьшение стоимости мобильных устройств на 20% за счет исключения передающего тракта.
- Повышения конфиденциальности переговоров до 100%.

Библиографический список:

1. Патент РФ №2405230. Способ отвода тепла от тепловыделяющих электронных компонентов в виде излучения/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Челушкина Т.А.
2. Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Нежведилов Т.Д./ Многослойное излучающее термоэлектрическое устройство. Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2013. Т. 1. С. 90-93.
3. Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М./ Тонкопленочные термоэлектрические устройства с отводом тепла в виде излучения для охлаждения микросистемной техники. Научное приборостроение. 2013. Т. 23. № 3. С. 120-124.

4. Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М./ Излучающее термоэлектрическое устройство с рекуперацией энергии. Вестник Международной академии холода. 2014. № 1. С. 43-45.

УДК 621.396

Исмаилов Т.А., Рашидханов А.Т., Юсуфов Ш.А.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА БЛОКОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Ismailov T.A., Rashidhanov A.T., Yusufov Sh.A.

THERMOELECTRIC DEVICES TO PROVIDE THERMAL BLOCK MODE ELECTRONIC SYSTEMS

В статье рассматривается термоэлектрическое охлаждающее (ТЭО) устройство для обеспечения теплового режима блоков радиоэлектронных систем каскадной конструкции, даны направления конструктивных решений использования ТЭО устройства, приведено описание экспериментального стенда и методики проведения эксперимента, приведены зависимости температуры на имитаторе электронной платы от отводимой ТЭО мощности, температур горячих и холодных спаев, скорости воздушного потока и расстояния между электронными платами.

Ключевые слова: *термоэлектрическое охлаждающее устройство, тепловой режим, радиоэлектронные системы, экспериментальные исследования, электронная плата.*

The article deals with thermoelectric cooling (TEC) device to provide thermal mode power electronics systems cluster design, are areas of constructive solutions use the feasibility study of the device, a description of the experimental facility and methodology of the experiment, the dependences of temperature on the simulator of the electronic board from the exhaust of the feasibility study power, temperatures of hot and cold junctions, the speed of the air flow and the distance between the electronic boards.

Key words: *thermoelectric cooling device, a heat mode, electronic systems, experimental studies, electronic board.*

Известно, что от теплового режима элементов и функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры существенно зависит надежность всего устройства в целом. Статистические исследования показали, что в 55% случаев выхода приборов и устройств причиной отказа является именно нарушение температурного режима [1].

Использование специальных методов охлаждения и терморегулирования, основанных на конвективном переносе тепла от радиоэлектронных систем

(РЭС) в окружающую среду позволяет добиться необходимого температурного режима работы элементов и РЭС в целом. Создание для РЭС постоянных температурных условий, обеспечивающих при помощи термоэлектрических охладителей нормальную работу аппаратуры в широком температурном интервале (от $+60$ до -60°C), в принципе на сегодняшний день может быть осуществлено различными конструктивными решениями [2].

Среди них наиболее целесообразными представляются три конструктивных направления:

1. Термоэлектрический охладитель (ТЭО) как источник тепла и холода представляет собой самостоятельный узел, а охлаждение аппаратуры осуществляется посредством транспортировки теплоносителя (жидкости, газа) к местам расположения аппаратуры.
2. Охлаждение аппаратуры осуществляется посредством компоновки ее тепловыделяющих элементов группами в отдельных стандартизированных теплоизолированных объемах, охлаждаемых ТЭО.
3. Изготовление отдельного (микромодульного) элемента совместно с ТЭО. При этом могут быть варианты разборного и неразборного сочленения термоохладителя с объектом охлаждения.

Охлаждение РЭС во всем ее объеме при помощи обработанного в ТЭО воздуха или жидкости имеет ряд особенностей, ограничивающих область ее использования, однако оно целесообразно в тех случаях, когда имеется множество малогабаритных тепловыделяющих элементов с высокими удельными тепловыми потоками, и смонтированные, в так называемые, «кассетные конструкции», ориентированные относительно шасси РЭС вертикально или горизонтально.

Известны шкафы для РЭС [3], содержащие корпуса, воздухопроводы, теплообменники и блоки управления. Например, известен шкаф для размещения РЭС, в котором теплообменник выполнен в виде игольчатого радиатора, снабженного закрывающим его со всех сторон кожухом, в боковых стенках которого выполнены отверстия и основание с окном. Вентиляторы, вмонтированы в сквозные каналы, установленные между зигзагообразными участками трубопровода теплообменника, сообщающиеся с ним через окно его основания, а теплоотводящие каналы сообщаются с теплообменником через боковые отверстия его кожуха.

В известных шкафах нерационально используются объемы, занимаемые блоками вентиляторов и теплообменником; усложнены конструкции; недостаточная эффективность теплообменника; отсутствует возможность автоматического регулирования теплового режима и тушения возможного возгорания РЭС.

В предлагаемой конструкции [4] для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры содержится корпус и расположенные в нем теплообменник и сквозные каналы с вентиляторами, выполненными в виде единого выдвижного блока, а также проложенные вдоль стенок корпуса теплоотводящие каналы для охлаждающей среды; выдвижной блок, снабженный расположенным над

ним радиатором, выполненным из высокотеплопроводного металла как одно целое со стенками сквозных каналов, и установленной в нижней части закрытого корпуса с образованием между ним и нижним основанием корпуса полости, через которую сообщаются теплоотводящие каналы и сквозные каналы с вентиляторами. К стенкам сквозных каналов с их внешней стороны присоединены «холодные» спаи батареи термоэлектрических модулей, к «горячим» спаям которых примыкает змеевик с хладагентом, снабженный впускным и выпускным патрубками. Данная конструкция для охлаждения РЭС обеспечивает возможность автоматического регулирования теплового режима и отличается от известных, соединением вентиляторов и теплообменника для охлаждения воздуха в единый компактный выдвижной блок, позволяющий более эффективно использовать занимаемый ими объем шкафа. В нем использованы термоэлектрические модули, связанные с регулятором температуры и датчиком фактической температуры, что позволит не просто более эффективно, по сравнению с существующими устройствами, охлаждать воздух, но и автоматически регулировать тепловой режим в шкафу в необходимых пределах.

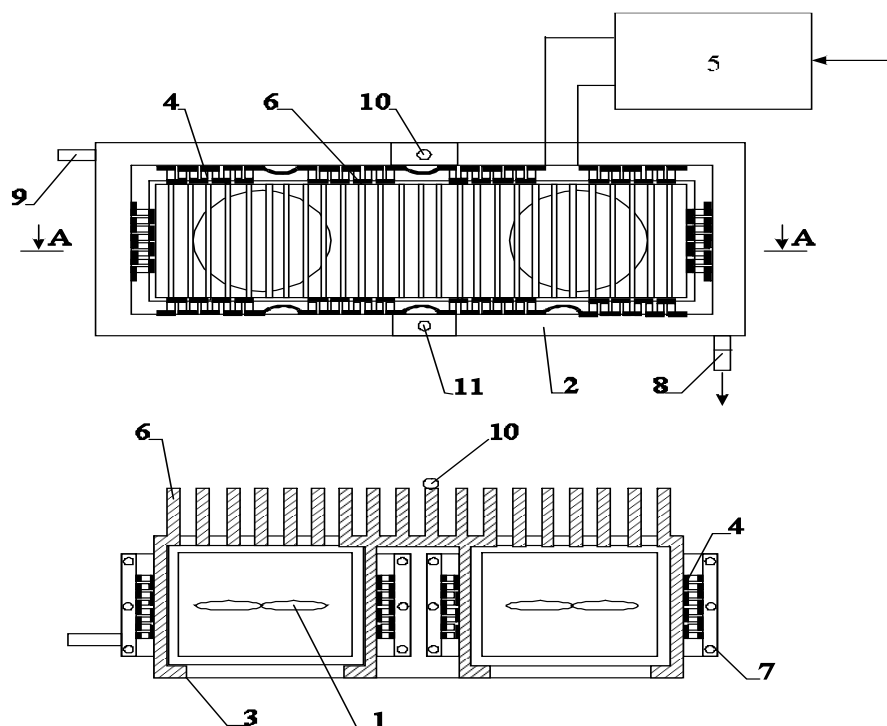


Рисунок 1 - ТОУ для радиоэлектронного шкафа

На рис.1 показано устройство блока для охлаждения РЭС. Каждый вентилятор 1 в выдвижном блоке 2 заключен в выполненную из высокотеплопроводного металла прямоугольную ячейку 3, к стенкам которой с внешней стороны припаяны «холодные» спаи термоэлектрических модулей 4, подключенных последовательно к выходу блока автоматического регулятора температуры 5, вход последнего связан с датчиком температуры (не показан), расположенным внутри шкафа рядом с элементами РЭС. Блок вентиляторов сверху накрыт ребристым радиатором 6, выполненным также из высокотеплопроводного металла и припаянным к стенкам ячеек 3. «Горячие» спаи

термоэлектрических модулей 4 охлаждаются, например, фреоном, протекающим по змеевику 7, снабженному впускным и выпускным 9 патрубками и электромагнитными вентилями 10 и 11, связанными с датчиками возгорания (не показаны), расположенными внутри шкафа рядом с элементами РЭС.

Принцип работ устройства следующий. На блок автоматического регулятора температуры 5 устанавливают необходимую внутри шкафа температуру. В зависимости от этой заданной температуры и фактической температуры в шкафу, измеряемой расположенным в нем датчиком, на выход блока автоматического регулятора 5 устанавливается напряжение определенной полярности и величины. Ток, пропорциональный этому напряжению, проходит через последовательно включенные термоэлектрические модули 4, при этом они начинают охлаждать стенки каналов 3 и радиатор 6 и нагревать змеевик 7, и, наоборот, в зависимости от полярности на выходе блока автоматического регулятора 5. Воздух, нагнетаемый вентиляторами 1, проходя через каналы 3 и щели (жалюзи) радиатора 6, охлаждается, и, в свою очередь, охлаждает элементы РЭС, проходя через секции шкафа. Из верхней части шкафа воздух через теплоотводящие каналы, прилегающие к стенкам шкафа, проходит вниз в полость для забора воздуха, расположенную под блоком с вентиляторами, затем цикл повторяется. Для проведения экспериментальных исследований термоэлектрической системы охлаждения электронных плат в блоках кассетной конструкции с использованием ТЭО был собран стенд, на котором исследовался разработанный и изготовленный в лаборатории опытный образец.

Структурная схема стенда приведена на рис. 2.

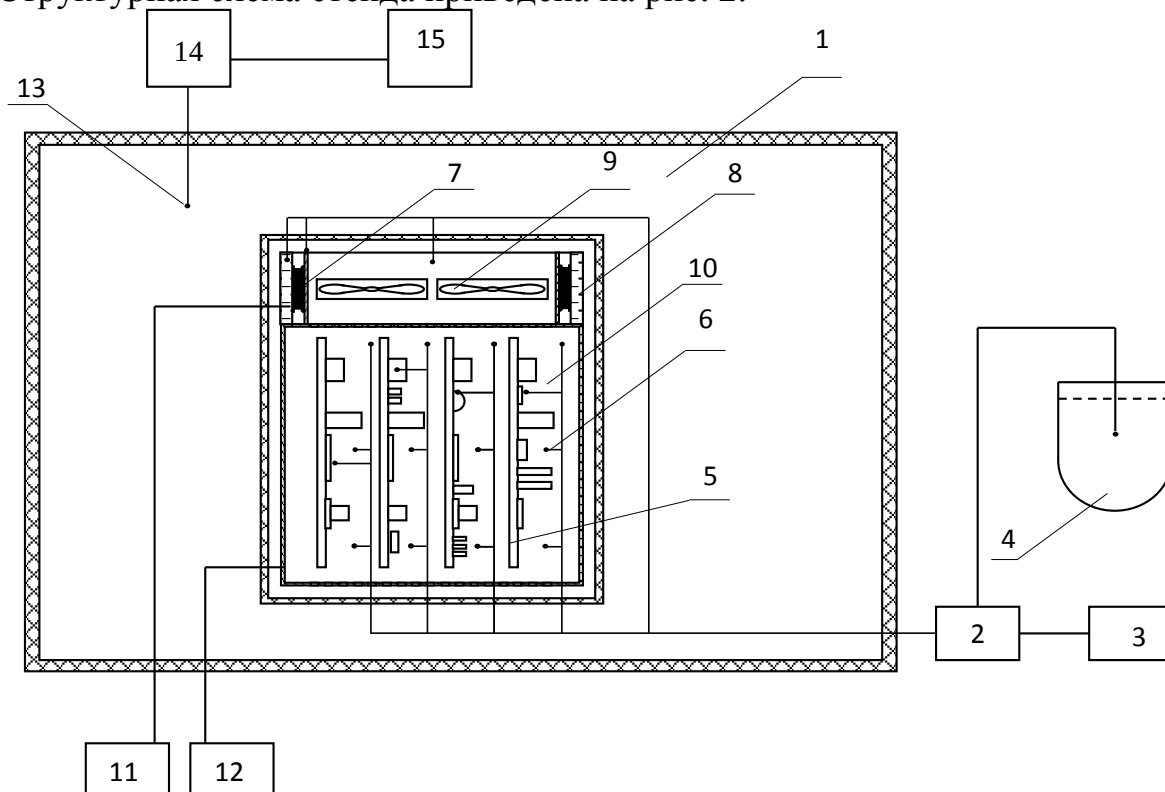


Рисунок 2 - Структурная схема экспериментального стенда

Экспериментальные исследования проводились в теплоизолированной климатической камере 1, термостатируемый рабочий объем которой составляет 120 л. Камера обеспечивает поддержание температуры в пределах от 283 до 343 К с точностью 0,2° С и относительной влажности от 30% до 98%.

Заданная температура и относительная влажность в камере регулируется блоком управления 14, связанным с датчиком температуры и влажности 13, показания которого регистрируются цифровым табло 15.

Объектом экспериментальных исследований являлся опытный образец системы охлаждения, представляющий собой ТЭО 7, выполненный из стандартных унифицированных термоэлектрических модулей типа ICE-71.

ТЭО устанавливался на водяной радиатор 8, применяемый для съема тепла с горячих спаев ТЭО. Для принудительного воздушного охлаждения радиатора на холодных спаях термобатареи использовались осевые вентиляторы 9, подводящие и отводящий потоки воздуха. Направленный воздушный поток проходит сквозь радиатор на холодных спаях и, охладившись поступал в блок 10 с электронными платами 5. На имитаторе электронной платы 5, в качестве тепловыделяющих элементов применялись плоские нихромовые электронагреватели.

Для определения основных параметров исследуемого опытного образца при испытаниях нами замерялись следующие величины: напряжение и ток на ТЭО; температуры на ее спаях; температуры, напряжение и ток на нагревателях, температуры воздуха на входе в блок, и вдоль электронной платы.

Температуры на горячей и холодной сторонах ТЭО, а также электронагревателей измерялись медь-константановыми термопарами 6, опорные спаи которых находились в сосуде Дьюара 4. Выходные сигналы с термопар через многоканальный переключатель 2 поступали на измерительный комплекс 3. Питание ТЭО осуществлялось от регулируемого источника постоянного тока 11. Ток, проходящий через ТЭО, и напряжение на ней контролировались встроенными в блок питания приборами. Для питания имитаторов тепловой нагрузки (электронагревателей) использовался аналогичный источник постоянного тока 12.

Для исследования опытного образца системы охлаждения проводились измерения температуры в нескольких точках, а именно, на тепловыделяющих элементах, на спаях ТЭО и на радиаторе. Предварительно определялась величина тока и напряжения, соответствующая рассеиваемой мощности элементов в пределах от 10 до 30 Вт.

Основной задачей, стоящей при проведении экспериментальных исследований, являлось определение температурных зависимостей тепловыделяющих элементов имитатора электронной платы при их охлаждении воздушным потоком от параметров ТЭО. Важным являлось сравнение полученных экспериментальных результатов с теоретическими с целью проверки адекватности математической модели на практике.

В опыте в качестве имитатора электронной платы использовалась гетинаксовая пластина длиной 30 см, шириной 20 см и толщиной 0,3 см, содер-

жащая тепловыделяющие элементы с суммарной мощностью тепловыделений 50 Вт, 100 Вт, 150 Вт.

Для регулирования скорости воздушного потока регулировалось напряжение на осевых вентиляторах, установленных на ребрах радиатора холодных спаев термобатарей. На рис. 3-8 представлены результаты экспериментального исследования ТЭО для системы обеспечения теплового режима блока РЭС кассетной конструкции.

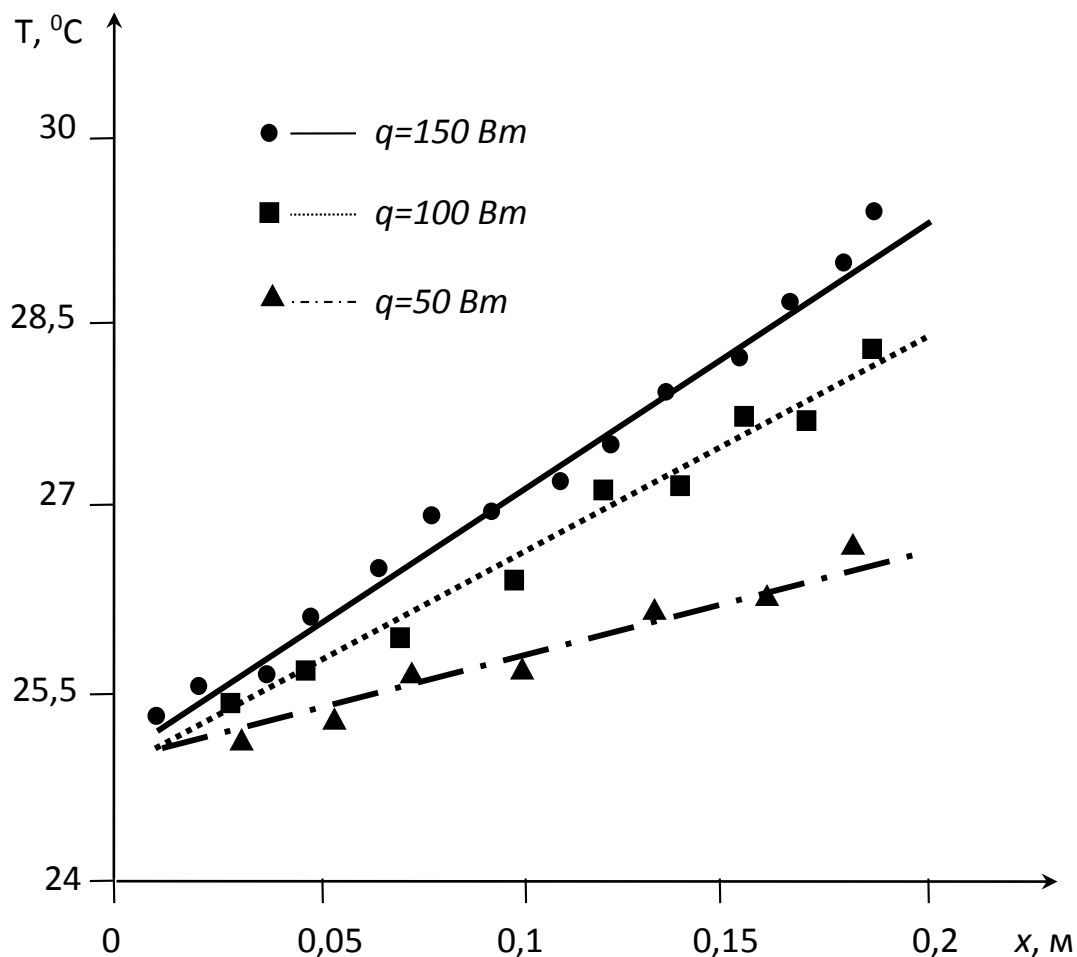


Рисунок 3 - Распределение температуры вдоль потока воздуха при различных суммарных мощностях источников тепловыделений

Анализ графиков на рис. 3 показывает, что изменение температуры потока воздуха вдоль электронной платы в составе РЭС не столь значительно (≈ 3 градуса), однако при работе электронных элементов большой мощности в экстремальных режимах может быть причиной выхода элемента из строя вследствие перегрева. Как показали экспериментальные исследования, увеличение скорости воздушного потока вдоль платы имеет смысл до определенного значения. Как видно на рис. 4, увеличение скорости свыше $0,6 \text{ м/с}$ не приводит к дальнейшему снижению температуры платы, причем зависимость от суммарной мощности элементов на плате незначительна, и как следствие, отпадает необходимость в использовании высокоскоростных вентиляторов, что понижает их энергопотребление и уровень шума.

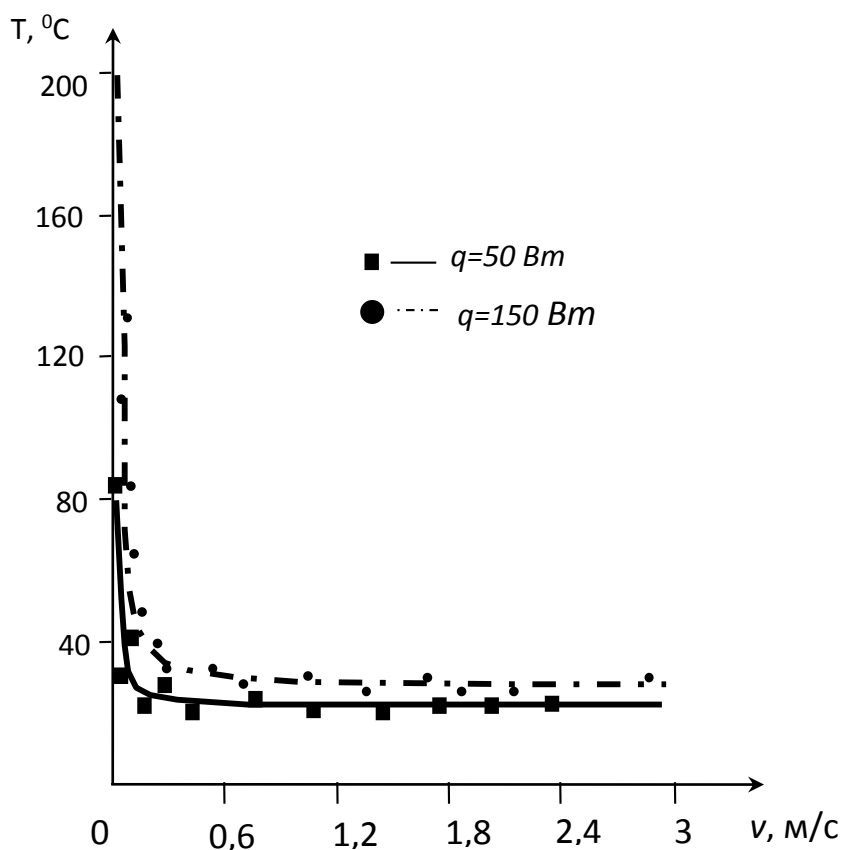


Рисунок 4 - Зависимости температуры платы от скорости воздушного потока при различной суммарной мощности источников тепловыделений

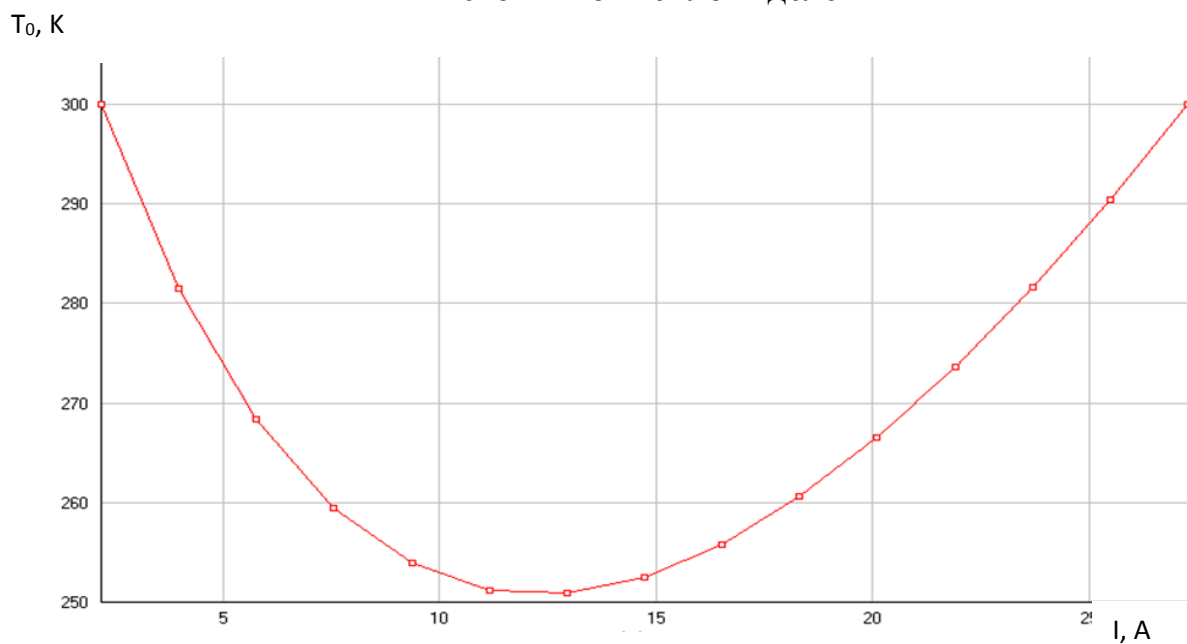


Рисунок 5 - Зависимость температуры холодного спая T_0 от тока питания при температуре горячего спая $T_r=300 \text{ К}$

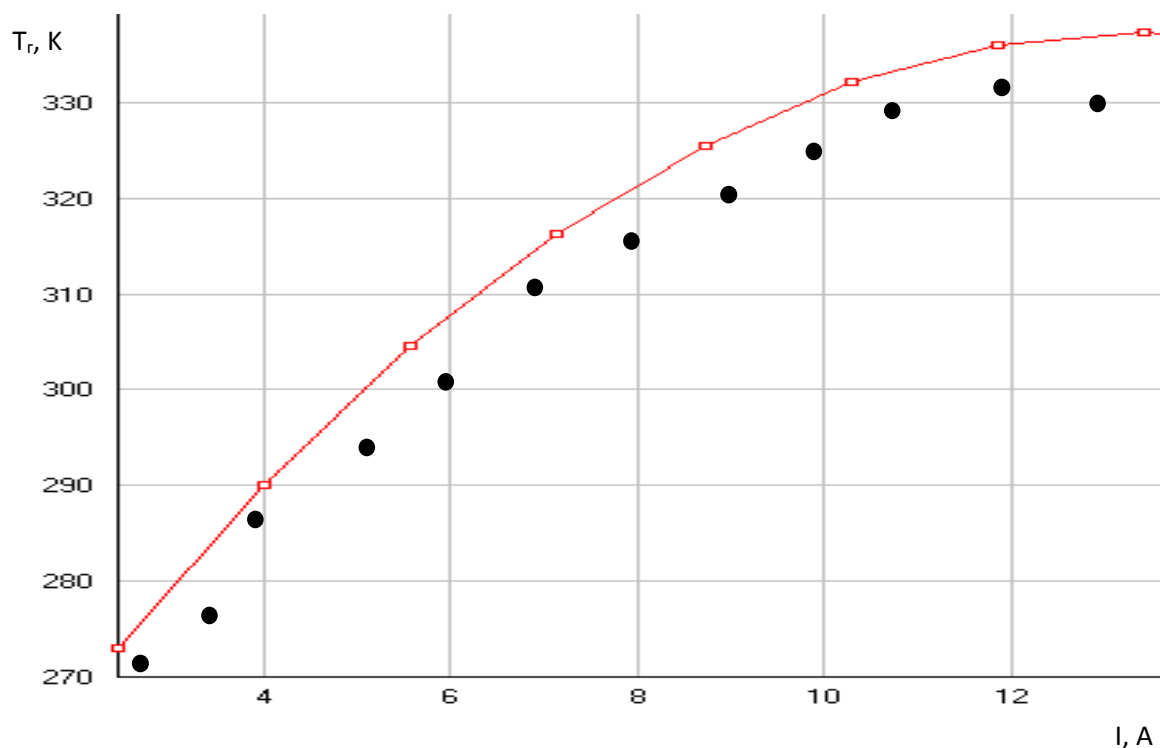


Рисунок 6 - Зависимость температуры горячего спая T_r от тока питания при тепловой нагрузке 100 Вт

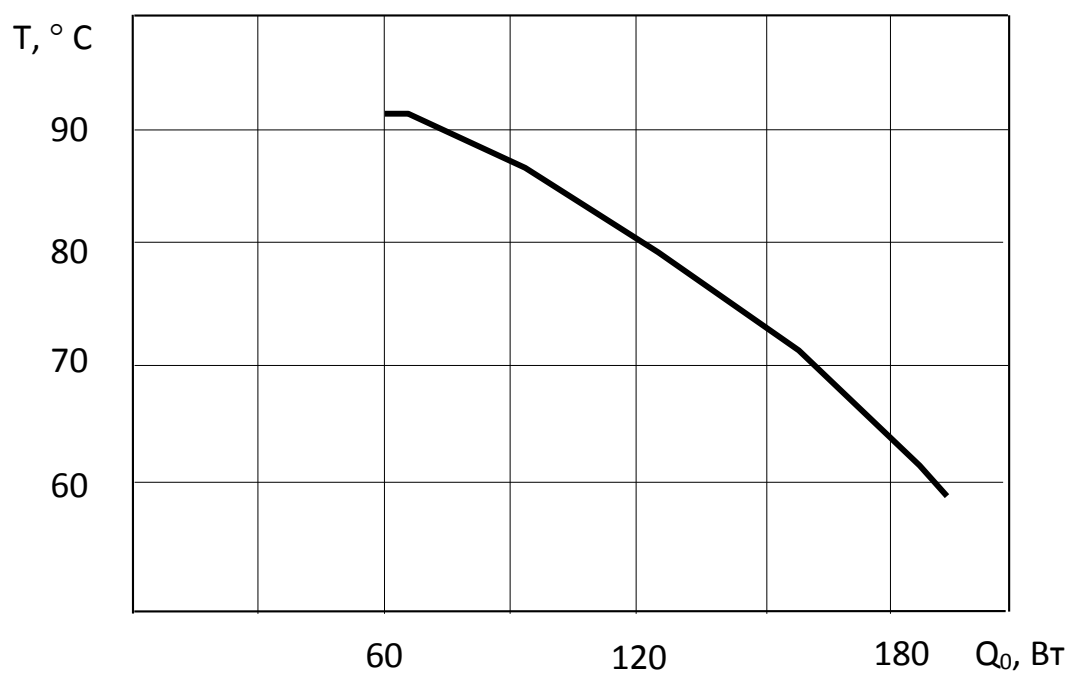


Рисунок 7 - Зависимость температуры на имитаторе электронной платы от отводимой ТЭО мощности, при мощности тепловых нагрузок 80 Вт

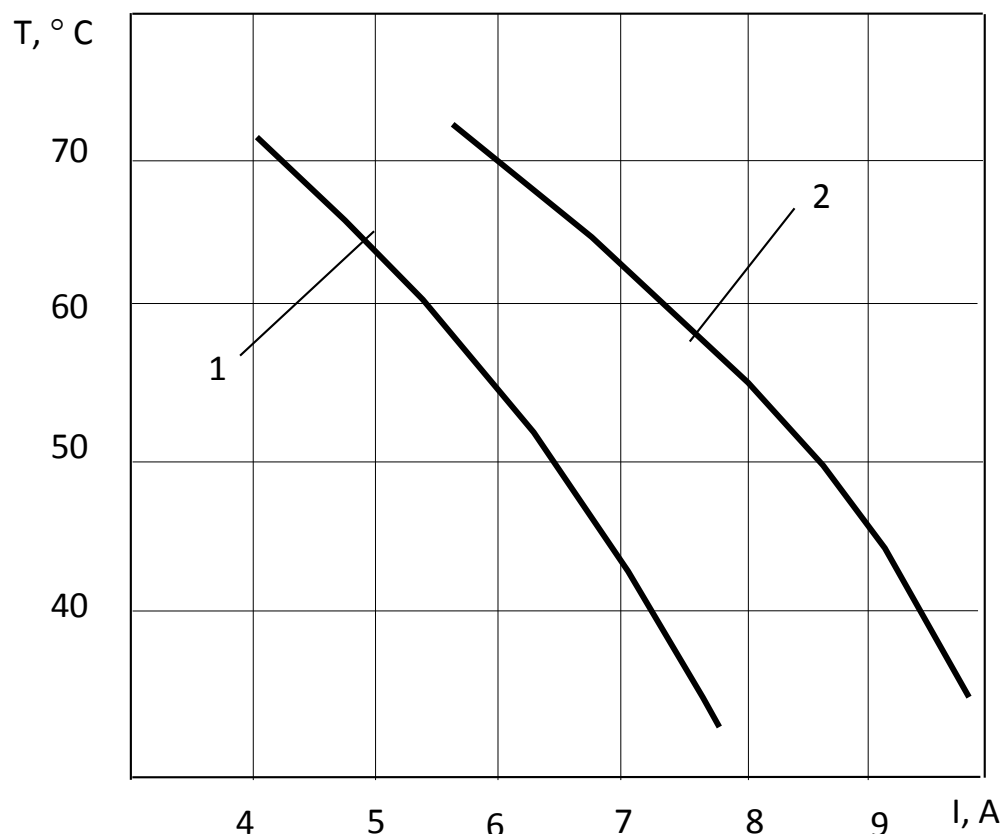


Рисунок 8 - Зависимость максимальной температуры на имитаторе электронной платы от тока, питающего ТЭО:

- 1 – мощность тепловых источников на плате 50 Вт;
- 2 – мощность тепловых источников на плате 80 Вт;

Оптимальным током для питания ТОУ для достижения максимального охлаждения, согласно рис.5, является значение в пределах 11-12 А, однако температура горячего спая термоэлектрических модулей при данных токах (рис.6) превышает значение 330 К, что говорит о необходимости обеспечения эффективного теплоотвода с них избыточной теплоты. Кроме того, без стабилизации температуры на горячем спае станет невозможным обеспечение необходимой холодопроизводительности ТОУ, для снижения температуры на электронной плате. Согласно рис.7-рис.8 минимальная холодопроизводительность для обеспечения приемлемой для электронных компонентов температуры (60 °) при мощности тепловых нагрузок в 80 Вт составляет более 180 Вт. Однако, требуемая для надежного функционирования электронных элементов температура, обеспечиваемая за счет ТОУ существенно зависит от мощности источника тепловыделений (электронного элемента). Так, экспериментальные исследования (рис.8) показали, что приемлемую температуру электронного элемента на плате при более низких мощностях тепловыделения можно обеспечить при токах питания 7-9 А.

Исходя из экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что предлагаемая конструкция термоэлектрического охлаждающего устройства

для обеспечения теплового режима РЭС блоков кассетной конструкции позволяет регулировать температурный режим электронных компонентов на плате и достигать температур, необходимых по техническим условиям эксплуатации. Однако необходимо резервировать мощность источника электропитания для функционирования ТОУ пропорционально мощности источников тепловыделений. Кроме того, важным моментом для функционирования ТОУ является обеспечение эффективного отвода теплоты с горячих спаев используемых ТЭМ.

Библиографический список:

1. Роткоп Л.Л., Гидалевич В.Б., Гунн Л.А., Максименко В.Д. Оценка влияния тепловых режимов в РЭА на ее надежность. – "Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРТО", 1972, вып.1.
2. Исмаилов Т.А. Термоэлектрические полупроводниковые устройства и интенсификаторы теплопередачи. С-Пб.: Политехника, 2005.
3. Ненашев А.И. Конструирование радиоэлектронных средств. – М.: Высш.шк., 1990. – 432с.
4. Патент № 2203523 РФ. Шкаф для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Исмаилов Т.А., Цеханская Т.Э., Салманов Н.Р., Юсуфов Ш.А./Б.И.№12, 2003.

УДК 612.141+519.688

Кишов Р.М.

УСТРОЙСТВО НЕПРЕРЫВНОГО НЕИНВАЗИВНОГО МОНИТОРИНГА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Kishov R.M.

NONINVASIVE CONTINUOUS BLOOD PRESSURE MONITORING DEVICE

В медицинской практике часто применяются так называемые суточные мониторы артериального давления (СМАД). Такой монитор позволяет врачу увидеть график изменения артериального давления в течение суток, в привычной для обследуемого среде и в типичном для него ритме жизни. Существующие и применяющиеся в медицинской практике системы СМАД предполагают проведение нескольких измерений осциллометрическим методом в течение десятка минут. Однако кардиоваскулярная система чрезвычайно гибка и способна реагировать на возбуждения очень быстро. При неудачном течении обстоятельств у традиционных систем СМАД существует веро-

ятность не зарегистрировать такую реакцию. Этого недостатка лишен описываемый в статье прибор, предполагающий параллельное применение фотоплетизмографии и осциллометрического метода измерения артериального давления.

Ключевые слова: измерение артериального давления, осциллометрический метод измерения.

In medical practice it is often used continuous blood pressure measurement system. This monitor allows the doctor to see a graph of changes in blood pressure during the day in a familiar environment and in a typical rhythm of life for him. Such system involves a few measurements using oscillometric measurement method for every ten minutes. However, the cardiovascular system is extremely flexible and able to respond to drive very excitation. When unfortunate circumstances conventional blood pressure measurement systems is likely not to register such a reaction. In this article discussed a device for continuous blood pressure measurement which concurrently use photoplethysmography and oscillometric method of blood pressure measurement.

Key words: blood pressure measurement, oscillometric method.

Артериальным давлением называют давление, которое оказывает кровь на стенки артерии. Его принято измерять в мм.рт.ст относительно атмосферного. Поскольку давление в кровеносной системе человека нагнетается сердцем, которое периодически сокращается, артериальное давление не является постоянной величиной. В момент сокращения сердечной мышцы уровень давления максимален и его называют систолическим артериальным давлением (САД), в момент расслабления минимален – диастолическое артериальное давление (ДАД) (см. рис.1.). Кроме того, стремление организма поддерживать свой гомеостаз и чуткое реагирование на внешние раздражители и стресс приводят к колебаниям САД и ДАД во времени. Так, стрессовые ситуации и физические нагрузки провоцируют увеличение артериального давления. Причиной повышения артериального давления могут быть также различные заболевания, такие как: атеросклероз, артериальная гипертензия, воспаление почек, ожирение и многое другое.

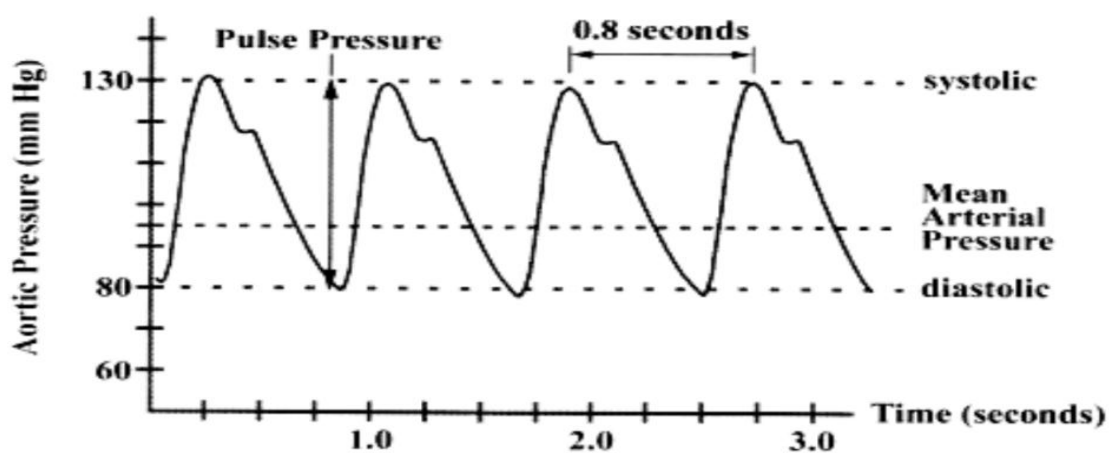


Рисунок 1 - Типовая диаграмма изменения артериального давления [2]

Стойкое повышенное кровяное давление подвергает организм различным рискам: повышает риск возникновения инфаркта миокарда, инсульта, развитием почечной или сердечной недостаточности. По официальным данным Всемирной организации здравоохранения около миллиарда людей страдают от высокого кровяного давления, и в год умирает более девяти миллионов человек от последствий этого заболевания [1].

Сегодня по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в экономически развитых странах доля взрослых людей, страдающих от повышенного артериального давления, достигает 25%. Только 5 % из них знают о своем заболевании, в свою очередь, 40 % из них получают соответствующее лечение и только у 10– 20 % отмечается устойчивая нормализация артериального давления.

В США высокое артериальное давление является причиной смертности приблизительно 60 000 человек в год. Лица с повышенным артериальным давлением живут в среднем на 10 лет меньше, чем у люди, не страдающие гипертонической болезнью.

Методы измерения АД принято делить на две категории: инвазивные и неинвазивные. К неинвазивным относятся методы, основанные на аускультации артерии методом тонов Короткова и осциллографическом методе регистрации, в то время как инвазивные методы применяются при обследовании тяжелобольных в условиях стационара, так как предполагают осуществление измерения посредством введения датчика давления непосредственно в артерию. Наиболее широко распространен метод тонов Короткова, применяемый для ручного измерения АД с помощью сфигмоманометра. Для проведения автоматического измерения, как правило, применяется осциллометрический метод, основанный на анализе пульсаций давления, в основном благодаря большей помехоустойчивости по отношению к внешним шумам [4].

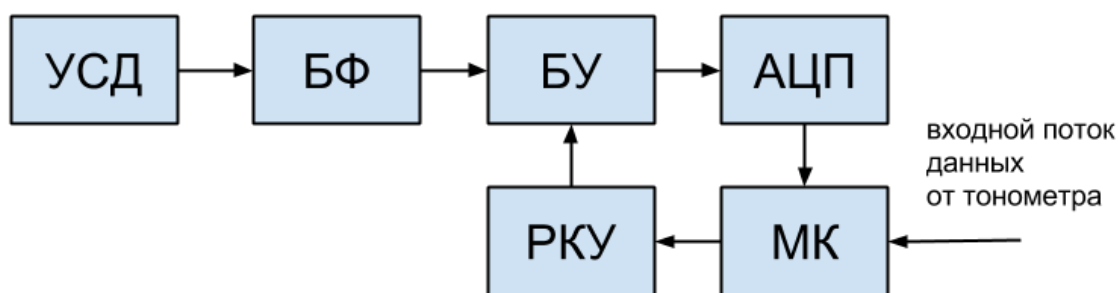
Для обследования пациентов врачи могут применять устройства с различными методами измерения, однако примерно в 10-20% случаев измерения оказываются завышенными из-за страха и волнения пациента во время процедуры измерения. Этот эффект называют «эффектом белого халата». Кроме того, поскольку АД может значительно меняться у человека в течение суток и, характер измерения может представлять для врача значительную ценность. С целью избежать проявления эффекта «белого халата» и получить картину измерения АД в течение длительного периода времени врачи устанавливают пациенту суточный монитор артериального давления. При этом и здесь не обходится без трудностей – СМАД измеряют АД в запрограммированные заранее промежутки времени. При этом частота измерения не может быть высокой, поскольку лежащий в основе метода измерения осциллометрический метод предполагает полное пережатие плечевой артерии до полного подавления пульсаций крови и это приводит к значительному дискомфорту обследуемого. Испытываемые неудобства сказываются на уровне кровяного давления, что вносит искажение в результаты измерений. В то же время, слишком

большие интервалы между измерениями могут привести к пропуску важной информации об уровне АД у обследуемого.

Предпринимаются различные попытки решить данную проблему. Например, в работах [6,7] описывается датчик кровяного давления, который встраивается в существующую платформу MEMSWEAR. Измерения АД проводятся с использованием фотоплетизмографии, и они частично непрерывные.

Авторы в [8] оценивают кровяное давление, опираясь на предположение, что есть соответствие между длительностью распространения пульсовой волны и кровяным давлением. Параметр, который используется для измерения – время распространения пульсовой волны.

Чтобы решить данную проблему предлагается прибор, объединяющий в себе медицинский тонометр, работающий на основе осциллометрического метода, со структурной схемой, представленной в работе [3], и фотоплетизмограф со структурной схемой, изображенной на рисунке 2.



УСД - устройство съема данных фотоплетизмографа
 БФ - блок фильтрации
 БУ - блок усиления
 АЦП - аналогово-цифровой преобразователь
 МК - микроконтроллер
 РКУ - регулировка коэффициента усиления

Рисунок 2 - Структурная схема фотоплетизмографа

В основе фотоплетизмографа лежит датчик (на рисунке 2. устройство съема данных), устройство которого схематично изображено на рисунке 3. Здесь LED – светодиод, установленный с одной стороны пальца, PD (photo diod) – фотодиод, установленный на противоположной стороне. Светодиод излучает свет, пропускаемый через палец. Свет частично поглощается кровью, мускулами, кожей, костью и попадает на фоточувствительный элемент. С изменением объема крови в пальце изменяется и интенсивность света проходящего через палец. Увеличение давления приводит к увеличению объема крови в пальце и, соответственно, уменьшает поток света, проходящий через палец. Таким образом, сопротивление фотодиода можно считать обратно пропорциональным уровню кровяного давления человека. Можно также

утверждать, что в момент, когда сопротивление фотодиода максимально, кардиоваскулярная система человека находится в фазе систолы, а в момент, когда минимальна, находится в фазе диастолы. Однако сама по себе интенсивность света, проходящего через палец, не позволяет однозначно оценить уровни САД и ДАД поскольку является очень индивидуальным показателем, зависящим от анатомических особенностей организма человека, и может значительно меняться в течение дня.

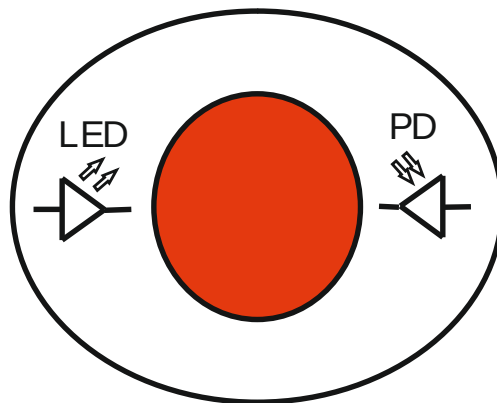


Рисунок 3 - Иллюстрация фотоплетизмографии на пальце

Слабый сигнал, снимаемый с фотодиода, имеет постоянную составляющую, от которой можно избавиться с помощью блока фильтрации. После чего, сигнал усиливается по амплитуде с помощью блока усиления. Как правило, эта схема реализуется с помощью операционных усилителей. Поскольку амплитуда сигнала отличается от человека к человеку, необходимо гибко подбирать коэффициент усиления так, чтобы эффективно использовать динамический диапазон АЦП на следующем этапе. Данный функционал реализуется с помощью блока с регулировкой коэффициента усиления управляемого микроконтроллером. Кроме данной функции на микроконтроллер также возложена задача расчета САД, ДАД и функция управления процедурой измерения.

Определение уровня САД и ДАД происходит по разработанному алгоритму, изображенному на рис.4. следующим образом. При первом запуске микроконтроллер устанавливает систему в исходное состояние, отрегулировав коэффициент усиления усилителя, после этого производит обычную процедуру измерения АД [3], параллельно фиксируются и сохраняются в оперативную память амплитуды сигнала фотоплетизмограммы соответствующие различным уровням давления в манжете. Данные хранятся в виде двумерного массива, где каждому уровню давления в манжете с шагом 3-5 мм.рт.ст. соответствует своя амплитуда сигнала фотоплетизмограммы. Таким образом проходит калибровка устройства.

Затем, выявленные зависимости позволяют определить соответствия между уровнем текущего давления и текущей фазой сигнала фотоплетизмограммы. Моменты, когда следует посчитать САД определяются логическим

условием предыдущее измерение x_1 меньше текущего x_2 и больше следующего x_3 , т.е. $((x_2 > x_1) \& (x_2 < x_3))$, где x_1, x_2, x_3 – последовательные выборки АЦП. Фаза фотоплетизмограммы, когда следует определить ДАД определяется выполнением условия: $((x_2 < x_1) \& (x_2 < x_3))$.

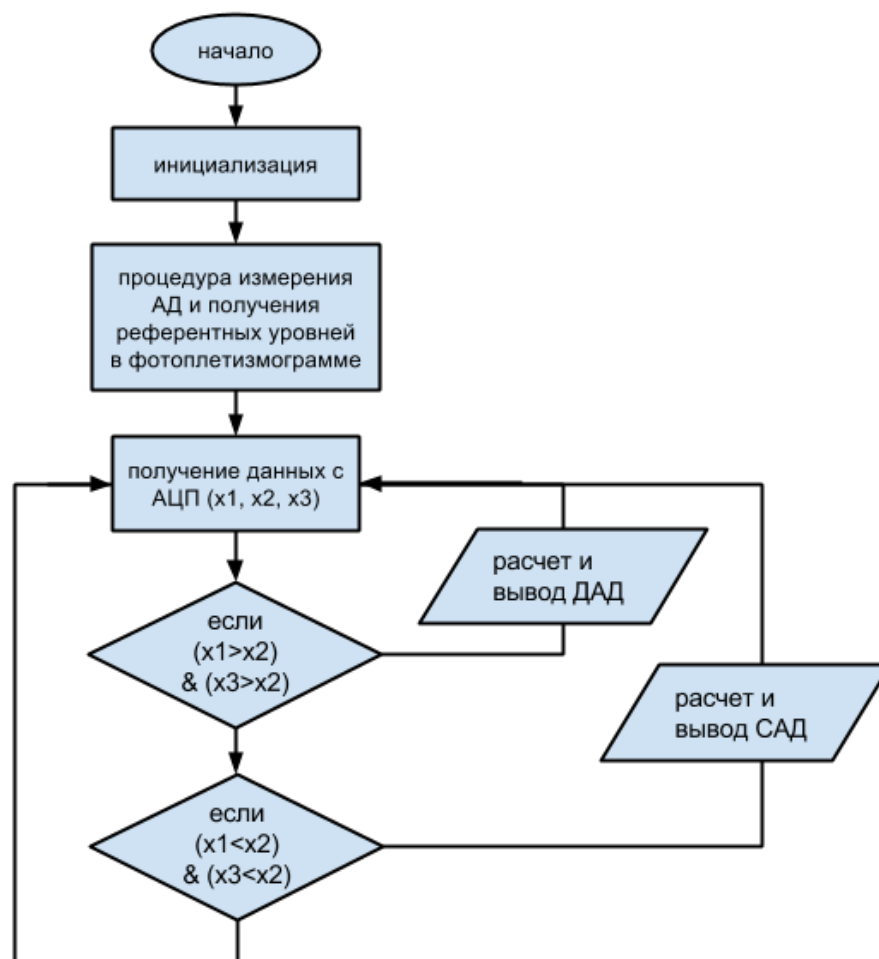


Рисунок 4 - Алгоритм работы устройства

Показания устройства, определенные у трех человек после калибровки были сравнены с показаниями, получаемым с применением сфигмоманометра с помощью метода тонов Короткова и приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Показания, полученные с помощью метода тонов Короткова и описываемого в статье устройства

Обследуемый	Показания разработанной системы		Метод тонов Короткова	
	САД	ДАД	САД	ДАД
1	123	81	120	79
2	133	85	138	88
3	120	78	125	80

Вывод. Полученные показания позволяют утверждать, что показания соответствуют стандартам BHS [5], а устройство может быть применено в медицинской практике.

Тот факт, что объем кровенаполнения пальцев для каждого пользователя значение индивидуальное и способное меняться с течением времени приводит к необходимости индивидуальной калибровки усилителя для каждого пользователя. Кроме того, данный метод предполагает для достижения эффективного непрерывного мониторинга одновременное постоянное применение фотоплетизмографии и периодическое применение осциллометрического метода измерения АД, что является ограничением разработанной системы.

Тем не менее, применение системы и описанного алгоритма позволяет осуществлять непрерывный и неинвазивный мониторинг АД в течение длительного периода времени с достаточно высокой точностью, значительно уменьшив при этом дискомфорт пользователя, связанный с пережатием артерии при применении осциллометрического метода.

Библиографический список:

1. Всемирный день здоровья: Сократите риск инфаркта и инсульта — следите за своим кровяным давлением [Электронный ресурс] // Центр СМИ ВОЗ - 03.04.2013г. —URL http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/world_health_day_20130403/ru/index.html
2. K. Bynum, "Experimental laboratory physiology BIOPAC Lab exercise manual", lesson16, lesson 17.
3. Кишов, Р.М. Автоматический медицинский тонометр с применением алгоритмов цифровой фильтрации. Вестник Дагестанского государственного технического университета. - 2013. - №31. С.13-20.
4. Акинин, В.В. Исследование и разработка способов измерения и мониторинга артериального давления: дис. ... канд. тех. наук. Пензенский Государственный университет, Пенза, 2006г.
5. Современные неинвазивные методы измерения артериального давления для диагностики артериальной гипертензии и оценки эффективности антигипертензивной терапии / А.Н. Рогоза [и др.]. - М. : Медика, 2007.
6. C. K. Wei, "Photoplethysmography blood pressure measurement", M. Sc. Engg. Thesis, Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore, 2009.
7. X. F. Teng and Y. T. Zhang, "Continuous and Noninvasive Estimation of Arterial Blood pressure using a photoplethysmographic Approach", Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS, vol. 4, pp. 3153-3156, Cancun Mexico, September, 2003
8. G. Lopez, H. Ushida, K. Hidaka, M. shuzo, I. Yamada, "Continuous Blood pressure measurement in daily activities", The University of Tokyo, IEEE SENSOR 2009 conference.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 550.34.016

Асланов Г.К., Алимерденов В.Ш., Асланов Т.Г., Тагиров Х.Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КЛАССА, ИНТЕНСИВНОСТИ И МАГНИТУДЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Aslanov G.K., Alimerdenov V.Sh., Aslanov T.G., Tagirov H.Yu.

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING ENERGY CLASS, INTENSITY AND MAGNITUDE OF THE EARTHQUAKE REAL TIME

Получены математические зависимости, позволяющие на основе номограммы Т.Г. Раутиан рассчитать в реальном масштабе времени энергетический класс, магнитуду и интенсивность землетрясения.

Ключевые слова: *землетрясение, номограмма Т.Г. Раутиан, магнитуда, энергетический класс землетрясения, интенсивность, реальный масштаб времени.*

The mathematical dependence, allowing a nomogram based on T.G. Rautian calculates real-time energy class, magnitude and intensity of earthquakes.

Key words: *earthquake, nomogram T.G. Rautian, magnitude, energy class earthquake, intensity, real time.*

В настоящее время угроза землетрясения становится все более серьезней с каждым днем.

В среднем по статистике в мире во время землетрясений ежегодно погибает 10 000 человек. Во время особенно сильных бедствий количество жертв измеряется десятками и даже сотнями тысяч. Так при землетрясении 27 июля 1976 года в южных районах Тянь-Шаня погибло от 600 000 до 700 000 жителей КНР, землетрясение 1556 года в китайской провинции Шаньси уничтожило почти 1 млн. человек. Материальный ущерб от землетрясений в среднем годовом исчислении доходит до 400 миллионов долларов [1].

С тех пор как человек испытал на себе разрушительную силу землетрясений, его не оставляет сокровенное желание научиться его предсказывать или по крайней мере, уменьшить его разрушительные последствия.

В Федеральном центре науки и высоких технологий «Всероссийском научно-исследовательском институте по проблемам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям» МЧС России разработана программа, позволяющая по магнитуде землетрясения, глубине очага землетрясения, плотности

населения в районе землетрясения, типам застроек, времени суток и т.д. оценить людские потери. Это позволяет оперативно решить вопрос о количестве привлекаемых к спасательным работам людских, материальных и технических ресурсов. Промедление или неверное решение этого вопроса приводит к увеличению людских потерь из-за несвоевременного оказания помощи пострадавшим.

Для оценки потерь необходимо в реальном масштабе времени определить энергетические характеристики землетрясения, основными из которых являются:

- магнитуда (M),
- энергетический класс землетрясения (K),
- интенсивность (I).

Магнитуда землетрясения - это, по существу, полученная из сейсмограммы мера смещения почвы (или смещения частиц среды). Смещение почвы и амплитуда сейсмической волны одно и то же, и чем сильнее размах волны, тем больше магнитуда землетрясения.

Лучше всего определять магнитуду Рихтера его собственными словами: «Магнитуда любого толчка определяется как логарифм выраженной в микронах максимальной амплитуды записи этого толчка, сделанной стандартным короткопериодным крутильным сейсмометром на расстоянии 100 км от эпицентра» [1].

За время наблюдений за сейсмической активностью Земли землетрясений с магнитудой 9,0 и выше еще не зарегистрировано. Сильнейшие инструментально записанные землетрясения произошли в Эквадоре в 1906 году и в Японии в 1933 году, их магнитуда около 8,9.

Для описания интенсивности сейсмических воздействий в 1964 г. была разработана и получила широкое распространение в Европе и на территории бывшего СССР 12-балльная шкала Медведева – Шпонхойера - Карника (MSK-64). Макросейсмическая шкала MSK-64 описывает силу землетрясения по характеру его восприятия человеком, характеру разрушений строений и степени изменений в окружающей среде.

Шкала MSK-64 подразделяет землетрясения по интенсивности их проявления на поверхности на 12 баллов (I-XII).

Для примера отметим, что при 5 баллах MSK просыпаются почти все люди, колеблются и частично расплескивается вода в сосудах, могут опрокинуться легкие предметы, разбиться посуда. Здания не повреждаются, а при 8 баллах, с трудом удастся удержаться на ногах. В грунте возникают трещины, на склонах осыпаются камни. На мелкоблочных зданиях - появляются трещины, в несущих (капитальных) стенах обваливается штукатурка, на крупноблочных зданиях появляются широкие трещины по периметру блоков, происходит смещение блоков, в блоках возникают трещины. В любых зданиях возникают повреждения, иногда происходит частичное разрушение перегородок.

В России, как и в других странах бывшего Советского Союза, употребляется еще одна характеристика величины землетрясения, эквивалентная магнитуде и называемая энергетическим классом.

Для пересчета магнитуд в значения энергетических классов K используется выражение:

$$K = 4 + 1,8M \quad (1)$$

В свою очередь энергетический класс связан с сейсмической энергией простым соотношением:

$$E = 10^K \quad (2)$$

Следовательно, магнитуду можно связать с сейсмической энергией следующим образом:

$$LgE = 4 + 1,8M \quad (3)$$

Для определения энергетического класса произошедшего землетрясения по расстоянию от сейсмодатчика до очага землетрясения и по показаниям и свойствам сейсмометра используется номограмма Раутиан.

На номограмме Раутиан по оси абсцисс откладывается расстояние от сейсмодатчика до очага землетрясения в километрах, а по оси ординат величина a равная (рисунок 1):

$$a = \frac{A_p + A_s}{V} \quad (4)$$

где: A_p и A_s соответственно максимальные амплитудные значения продольной и поперечной сейсмических волн в микронах.

V – коэффициент усиления (передачи) сейсмографа.

Например: при расстоянии от сейсмодатчика до очага землетрясения $l=30$ км, $a=3$ имеем энергетический класс K землетрясения равное 9.

Ставится задача получить математическую зависимость, описывающую номограмму Раутиан.

Из рисунка 1 видно, что, если l и a отложить по осям в логарифмическом масштабе, то между lgl и lga существует линейная зависимость. Обозначив $lgl=x$ и $lga=y$ можно записать:

$$y = kx + b \quad (5)$$

На рисунке 2 приведена номограмма Раутиан в линейной системе координат.

Так как все изолинии K параллельны то k (в выражении 5) для всех них является одинаковым. Для определения k воспользуемся изолинией $K=9$ которая пересекает ось ординат в точке 3,1, а ось абсцисс, смещенную по оси ординат на -2 в точке 2,94.

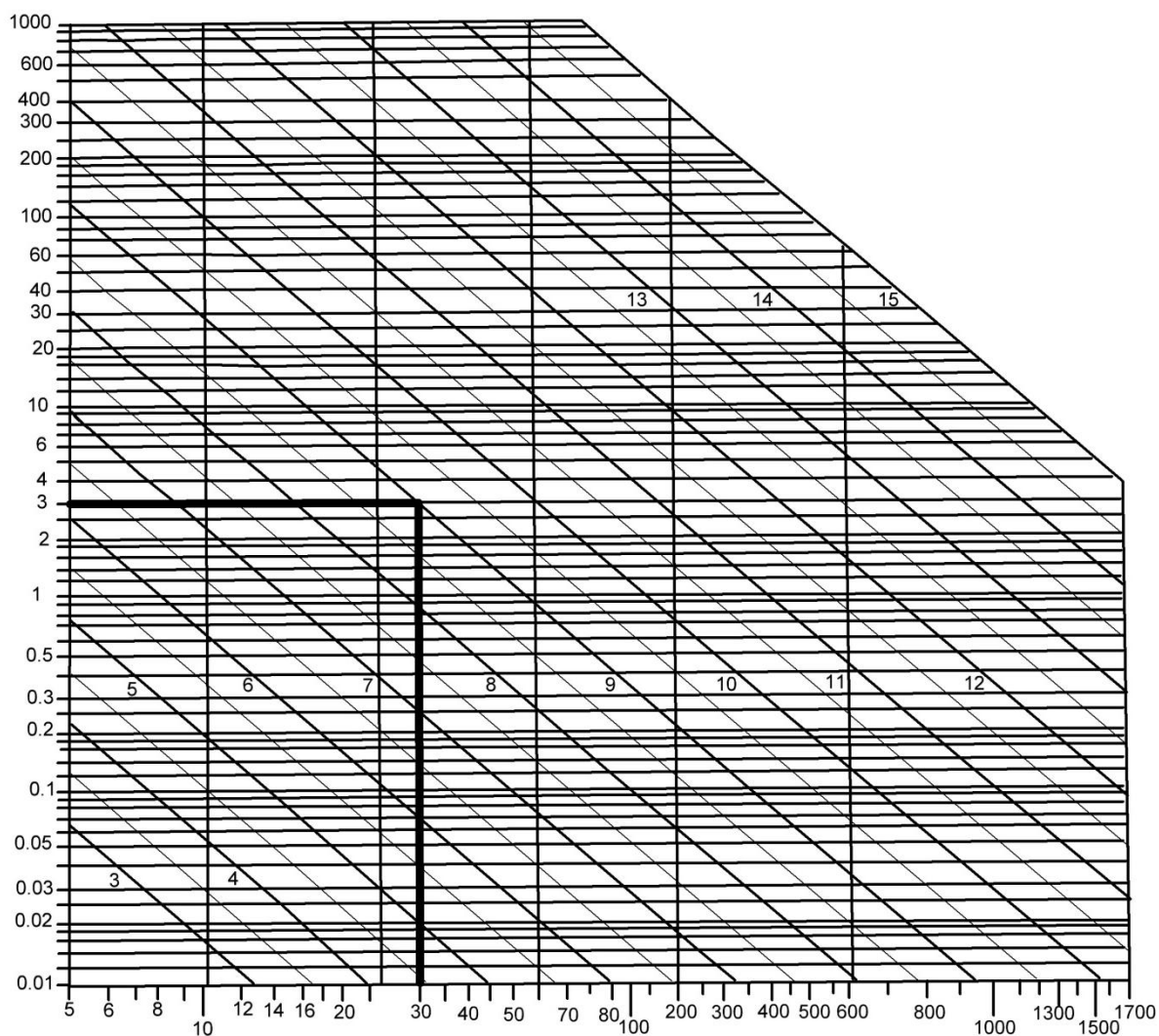


Рисунок 1 - Номограмма Раутиан для определения энергетического класса землетрясения

Тогда:

$$\hat{e} = (-2 - 3,1) / 2,94 = -1,734.$$

Так как между линиями энергетических классов и семейством уравнений (5) имеется взаимно однозначное соответствие, то установим эту связь.

Из рисунка 2 видно, что энергетический класс может быть определен по формуле:

$$K = 2,94 + \lambda b \quad (6)$$

где: λ - коэффициент пропорциональности между K и b .

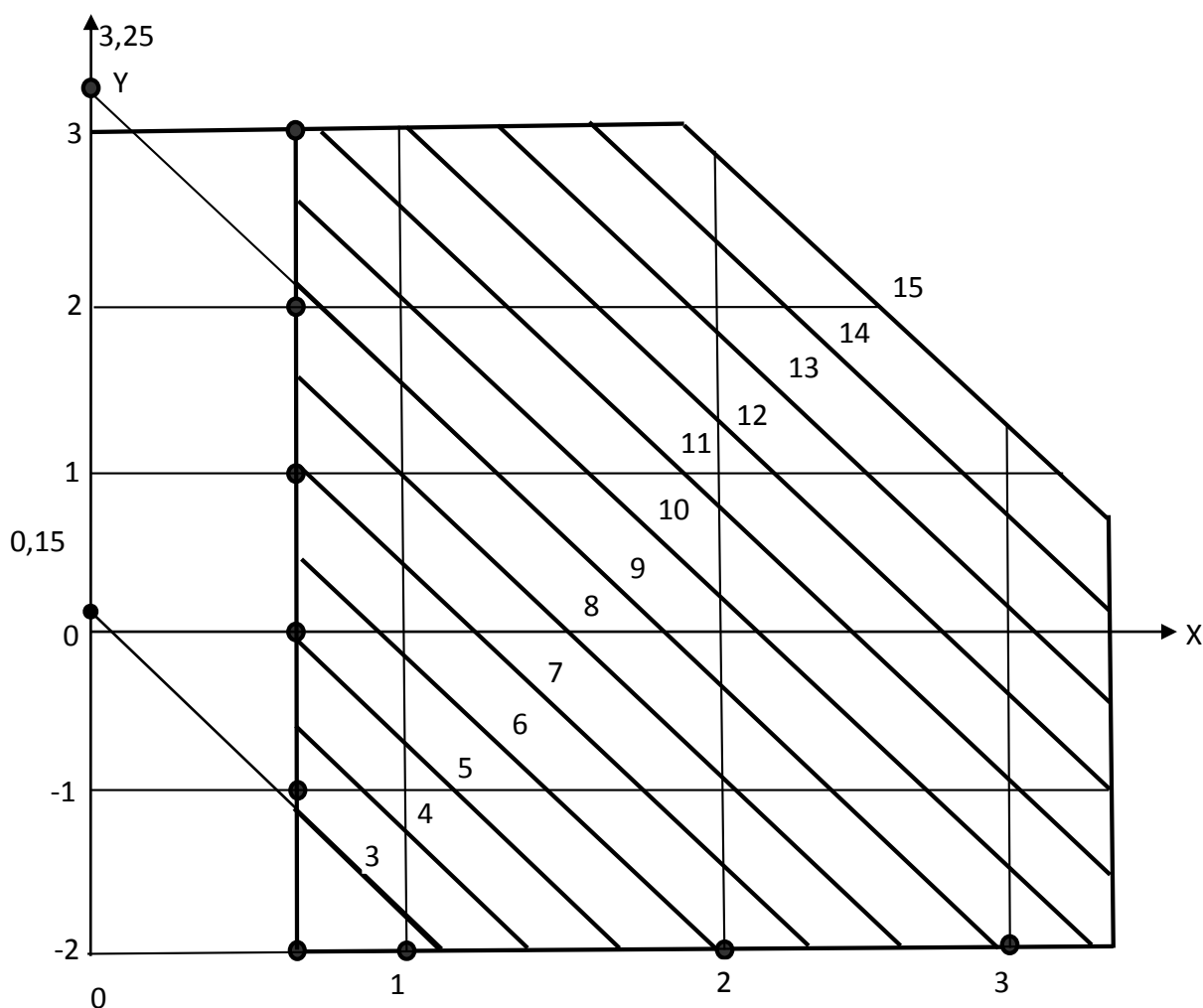


Рисунок 2 - Номограмма Раутиан в линейной системе координат

Для определения λ воспользуемся линиями энергетических классов 3 и 9. Имеем:

$$\lambda = \frac{6}{3,1} = 1,935 \quad (7)$$

Таким образом, уравнение (6) с учетом уравнения (5) и найденных значений k и λ может быть записано в виде:

$$K = 2,94 + 1,935(\lg a + 1,734 \lg l) \quad (8)$$

Для значений $a = 10$ и $l = 100$ имеем:

$$K = 2,94 + \lambda b = 2,94 + 1,935(1 + 1,734 * 2) = 11,58$$

Точность результатов расчета подтверждается данными номограммы Раутиан.

Для определения магнитуды землетрясения по величине l и a из выражений (1) и (8) имеем:

$$M = \frac{1,935(\lg a + 1,734 \lg l) - 1,06}{1,8} \quad (9)$$

По известной магнитуде может быть определена интенсивность землетрясения в баллах по шкале МСК по выражению [2]:

$$I = BM - \gamma \lg \sqrt{l^2 + h^2} + 3,1 \quad (10)$$

где: B и γ региональные коэффициенты, для условий Дагестана соответственно равны 1,5 и 3,6.

h - глубина залегания очага.

Вывод. Подключение сейсмографов к ЭВМ, позволит определить в реальном масштабе времени энергетические характеристики землетрясения по математическим зависимостям (8), (9), (10).

Библиографический список:

1. Асланов Г.К., Гаджиев М.М., Исмаилов Т.А., Магомедов Х.Д. О землетрясениях. (Прошлое, современность, прогноз). – Махачкала, ИПЦ ДГТУ, 2001. - 98 стр.
2. Быстрицкая Ю.В. Соотношение и сопоставление макросейсмических и инструментальных данных (дагестанские землетрясения). В сборнике «Сейсмичность и гидрогеогазохимия территории Дагестана. Вып. 2 (17).- Махачкала, 1978.

УДК 536.7

Бабаев А.Б., Дибирова Г.А., Саидахмедова М.Б.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ДВУМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ, ОПИСЫВАЕМЫХ ТРЕХВЕРШИННОЙ АНТИФЕРРОМАГНИТНОЙ МОДЕЛЬЮ ПОТТСА НА ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕШЕТКЕ

Babaev A.B., Dibirova G.A., Saidakhmedova M.B.

COMPUTER SIMULATION OF PHASE TRANSITIONS IN THE TWO-DIMENSIONAL STRUCTURES DESCRIBED THREE-VERTEX ANTIFERROMAGNETIC POTTS MODE ON A TRIANGULAR LATTICE

Методом Монте-Карло проведено компьютерное моделирование фазовых переходов в двумерных структурах, описываемых трехвершинной моделью Поттса на треугольной решетке с учетом антиферромагнитных обменных взаимодействий между ближайшими J_1 и вторыми соседями J_2 . Изучены фазовые переходы в этой модели для отношения обменных взаимодействий вторых и ближайших соседей $r=J_2/J_1$ в диапазоне значений $r=0\div 2.0$. На основе анализа энтропии, теплоемкости, и кумулянтов Биндера четвертого порядка показано, что в модели Поттса с величинами взаимодействий $J_1<0$ и $J_2<0$ в интервалах изменений величины $0\leq r<0.2$ и $1.0<r<2.0$ наблюдаются фазовые переходы первого рода. В то время как в интервале $0.2\leq r\leq 1.0$ фазовый переход отсутствует, и наблюдаются фрустрации.

Ключевые слова: фазовый переход, критические явления, фрустрации.

Using Monte-Carlo simulations, we investigated phase transitions and frustrations in the three-state Potts model on a triangular lattice with allowance for anti-ferromagnetic exchange interactions between nearest- neighbors J_1 and next- nearest- neighbors J_2 . The ratio of the next-nearest- neighbor and nearest- neighbor exchange constants $r=J_2/J_1$ is chosen within the $0\div 2$ range. Based on the analysis of the entropy, specific heat, system state density function, and fourth order Binder cumulants, the phase transitions in the Potts model with interactions $J_1<0$ and $J_2<0$ are shown to be found in value ranges of $0\leq r<0.2$ and $1.0<r\leq 2.0$. In an intermediate range $0.2\leq r\leq 1.0$ the phase transition fails and the frustrations are revealed.

Key words: phase transition, critical phenomena, frustrations.

Исследование фазовых переходов (ФП) и критических явлений (КЯ) в спиновых системах с конкурирующим обменным взаимодействием является одной из центральных в физике конденсированного состояния [1]. Это обусловлено тем, что конкуренция обменного взаимодействия может привести к фрустрации, т.е. такому пространственному расположению магнитных атомов в кристалле, при котором невозможно одновременное антиферромагнитное упорядочение всех взаимодействующих спинов [2].

В последнее десятилетие исследованию спиновых систем описываемых ферро- и антиферромагнитными (АФ) моделями Поттса на треугольной решетке с взаимодействиями ближайших соседей было посвящено значительное число работ [3-5] в которых были получены ответы на многие вопросы.

Учет взаимодействия вторых ближайших соседей может привести к возникновению фрустраций, что существенно усложняет решение этой модели. В данной работе нами методом Монте-Карло проведено компьютерное моделирование ФП в АФ трехвершинной модели Поттса и предпринята попытка определить поведение ряда термодинамических параметров этой модели при учете взаимодействия вторых ближайших соседей.

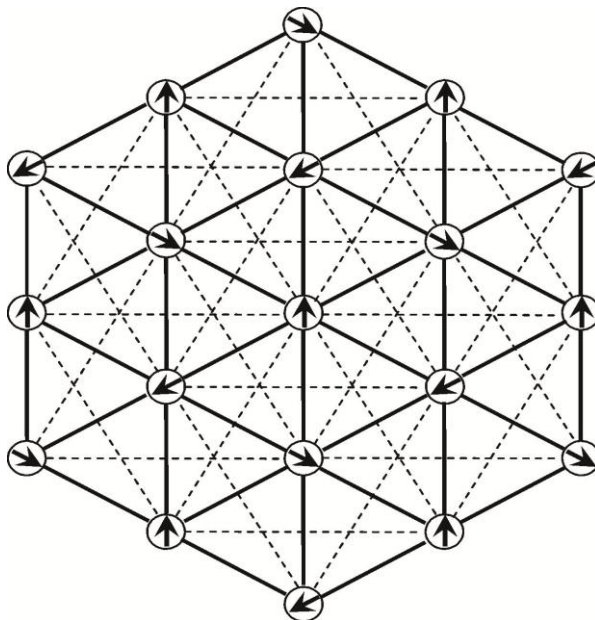


Рисунок 1 - Двумерная трехвершинная АФ модель Поттса с учетом вторых ближайших соседей (при $r < 0.2$) на треугольной решетке

Антиферромагнитная модель Поттса с числом состояний спина $q=3$ на треугольной решетке с учетом взаимодействия вторых ближайших соседей (см. рис.1) описывается следующим микроскопическим гамильтонианом [6]:

$$H = -\frac{J_1}{2} \sum_{i,j} \cos \theta_{i,j} - \frac{J_2}{2} \sum_{i,k} \cos \theta_{i,k}, \quad (1)$$

где первый член в формуле (1) учитывает обменное взаимодействие ближайших соседей с величиной $J_1 < 0$, а второй – вторых ближайших соседей с величиной $J_2 < 0$. $\theta_{i,j}$, $\theta_{i,k}$ – углы между взаимодействующими спинами $S_i - S_j$ и $S_i - S_k$ соответственно.

Расчеты проведены для систем с периодическими граничными условиями и с линейными размерами $L \times L = N$, $L = 20 \div 144$, где L – безразмерная величина в единицах межатомного расстояния. При этом соотношение обменного взаимодействия вторых и ближайших соседей $r = J_2/J_1 = 0 \div 2.0$.

Для анализа характера ФП и особенностей поведения термодинамических характеристик вблизи критической точки, в такого рода исследованиях, наиболее эффективным методом зарекомендовал себя метод кумулянтов Биндера четвертого порядка [7]:

$$V_L(T) = 1 - \frac{\langle E^4 \rangle_L}{3 \langle E^2 \rangle_L^2}, \quad (2)$$

$$U_L(T) = 1 - \frac{\langle m^4 \rangle_L}{3 \langle m^2 \rangle_L^2}, \quad (3)$$

где E - энергия и m - параметр порядка системы с линейными размерами L .

Методика определения критической температуры нами описана в работах [8-10]. Применение кумулянтов Биндера позволяет также хорошо определить род ФП в системе. ФП первого рода характеризуются следующими отличительными особенностями [11]: усредненная величина $V_{L,min}(T)$ при $T=T_N$ стремится к некоторому нетривиальному значению V^* согласно выражению

$$V_{L,min}(T) = V^* + bL^{-d} \quad (4)$$

при $L \rightarrow \infty$ и $T=T_N(L)$, где V^* отлично от $2/3$, что и продемонстрировано на рис.2 для АФ модели Поттса с $q=3$ при $r=0.1$ и $T_N=1.261$.

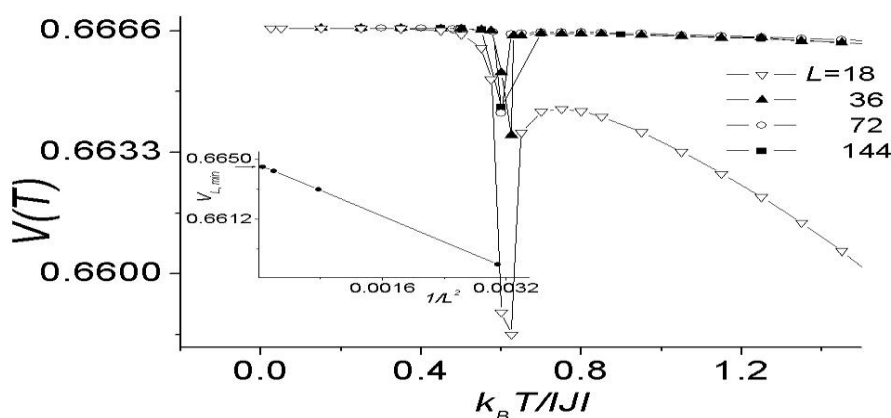


Рисунок 2 - Температурная зависимость кумулянтов Биндера $V_L(T)$ двумерной трехвершинной АФ модели Поттса при $r=0.1$

Аналогичное поведение наблюдалось и для величин $r=0, 0.167, 1.25, 1.30, 1.50$ и 2.00 .

Для наблюдения за температурным ходом поведения теплоемкости и восприимчивости использовались флуктуационные соотношения [12]:

$$C = (NK^2)(\langle U^2 \rangle - \langle U \rangle^2), \quad (5)$$

$$\chi = (NK)(\langle m^2 \rangle - \langle m \rangle^2), \quad (6)$$

где $K=|J|/k_B T$, $N=L^2$ -число магнитных узлов, U -внутренняя энергия, m -параметр порядка системы с линейными размерами L , угловые скобки означают термодинамическое усреднение.

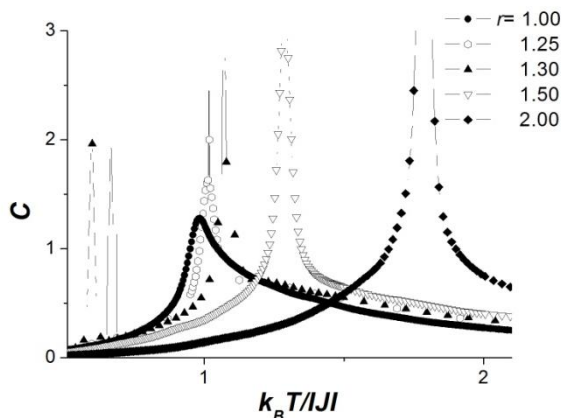


Рисунок 3 - Температурные зависимости теплоемкости в интервале изменений r , $1.0 < r < 2.0$

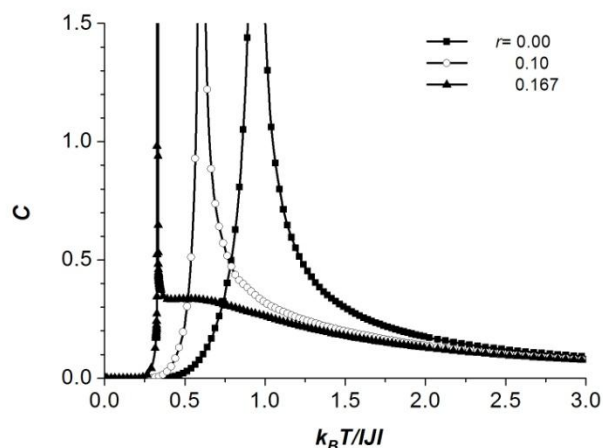


Рисунок 4 - Температурные зависимости теплоемкости в интервале изменений r , $0 \leq r \leq 0.167$

На рис.3 и 4 представлены характерные температурные зависимости теплоемкости для двумерной АФ модели Поттса при различных отношениях r обменных параметров, $r = \frac{J_2}{J_1}$. Как видно из рис.3, уменьшение значения r в интервале $1.0 \leq r \leq 2.0$ приводит к сдвигу максимумов в сторону более низких температур. При этом наблюдается и уменьшение абсолютных значений максимумов теплоемкости.

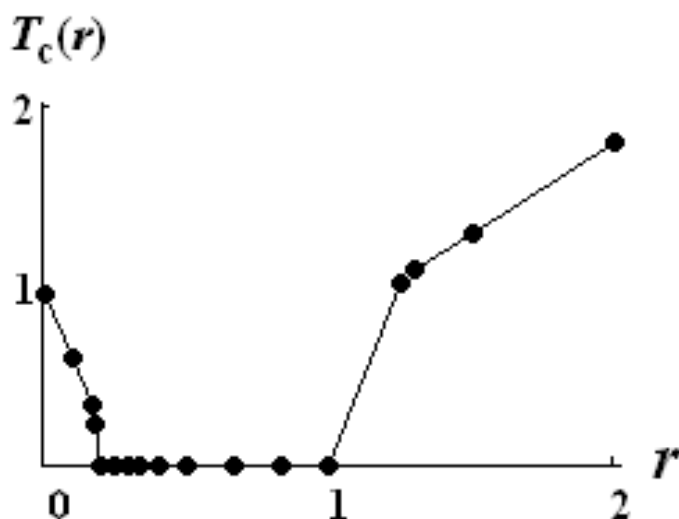


Рисунок 5 - Зависимость точки фазового перехода в 3-вершинной модели Поттса на треугольной решетке от параметра $r = J_2/J_1$

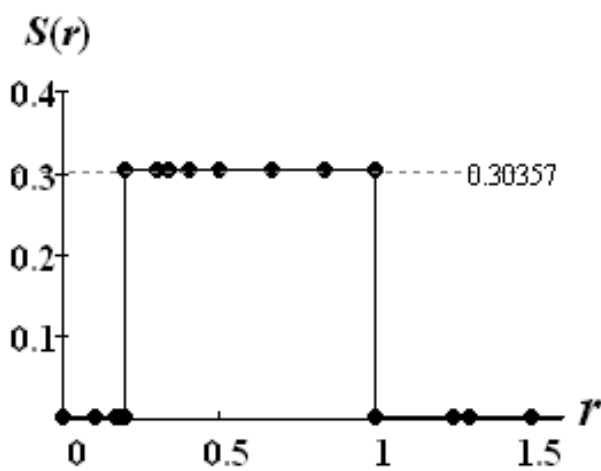


Рисунок 6 - Зависимость энтропии (при $T=0$) в 3-вершинной модели Поттса на треугольной решетке от параметра $r = J_2/J_1$.

Такое поведение температурных зависимостей теплоемкости в зависимости от r обусловлено тем, что с уменьшением взаимодействия вторых соседей

уменьшается вклад энергии взаимодействия по модулю, что ослабевает жесткость системы и, соответственно, понижает температуру фазового перехода. Уменьшение абсолютных значений максимумов теплоемкости происходит за счет конкуренции первых и вторых ближайших соседей.

Кроме того, из рисунка 3 видно, что при $r=1.0$ очевидной расходимости в критической области не наблюдается, что характерно для фрустрированных систем. И, наоборот, для систем с $r=1.25, 1.30, 1.50$ и 2.0 в критической области наблюдается явная расходимость. При $r=1.25$ и 1.3 наблюдается расщепление теплоемкости. Расщепление теплоемкости обычно характерно вблизи точки фрустрации. На рис. 4 такое поведение теплоемкости было обнаружено для значения $r=0.167$.

Основываясь на результатах данной работы и предыдущих исследований [13, 14], мы построили зависимость точки фазового перехода (рис.5) в 3-вершинной модели Поттса на треугольной решетке от параметра $r=J_2/J_1$.

Зависимость нуль-температурной энтропии от величины r приведена на рисунке 6. Как видно из рисунка 5 выделяются две фазы с соответствующими интервалами изменений величины r , $0 \leq r < 0.2$ и $1.0 < r \leq 2.0$ для которых имеется дальний порядок по ориентации спинов в каждой из подрешетках. Энтропия этих упорядоченных фаз как видно из рис. 6 равна нулю. В тоже время в интервале изменений величины $0.2 \leq r \leq 1.0$ энтропия отлична от нуля, что является характерным признаком отсутствия упорядочения в рассматриваемой магнитной системе.

Вывод. При рассмотренных нами соотношениях между ближайшими и вторыми соседями ($J_1 < 0$ и $J_2 < 0$) в двумерной антиферромагнитной модели Поттса с $q=3$ на треугольной решетке фрустрации наблюдаются не в одной точке величины r , а на линии - на отрезке $0.2 \leq r \leq 1$ (рис.5). В этом интервале изменения r в системе возникают фрустрации. В то время как при других значениях наблюдается фазовый переход, а фрустрация не существует. Работа поддержана грантом РФФИ №13-02-00220.

Библиографический список:

1. Diep H.T. Frustrated spin systems. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2004.
2. Гехт Р.С. Успехи физических наук. 1989. Т. 159. С. 261.
3. Murtazaev A.K., Babaev A.B. Phase Transitions in the Two-Dimensional Ferro- and Antiferromagnetic Potts Models on a Triangular Lattice // Journal of Experimental and Theoretical Physics. 2012. V. 142. P. 1189.
4. Муртазаев А.К., Бабаев А.Б., Атаева Г.Я. Фазовые переходы в двумерной ферромагнитной модели Поттса при $q=3$ на треугольной решетке // Физика низких температур. 2013. Т. 39. С. 194.
5. Муртазаев А.К., Бабаев А.Б. Фазовые переходы в двумерной антиферромагнитной модели Поттса на треугольной решетке // Известия РАН. Серия физическая. 2013. Т. 77. С. 1476.
6. Wu F.Y. The Potts model // Rev. Mod. Phys. 1982. Т. 54. С. 235.

7. Eichhorn K., Binder K.J. Monte Carlo investigation of the three-dimensional random-field three-state Potts model // Phys.: Condens. Matter. 1996. V. 8. P. 5209.
8. Murtazaev A.K., Babaev A.B. Critical properties of the three-dimensional Ising model with quenched disorder // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2009. V. 321. P. 2630.
9. Murtazaev A.K., Babaev A.B. Phase transitions and critical phenomena in a three-dimensional site-diluted Potts model // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2012. V. 324. P. 3870.
10. Муртазаев А.К., Бабаев А.Б. Трикритическая точка трехмерной модели Поттса ($q=4$) с замороженным немагнитным беспорядком // Письма ЖЭТФ. 2014. Т. 99. С. 618.
11. Loison D., Schotte K.D. First and second order transition in frustrated XY systems // The European Physical Journal B. 1998. V. 5. P. 735.
12. Peczac P., Ferrenberg A.M., Landau D.P. High-accuracy Monte Carlo study of the three-dimensional classical Heisenberg ferromagnet // Phys.Rev. B. 1991. V. 43. P. 6087.
13. Муртазаев А.К., Бабаев А.Б., Магомедов М.А., Касан-Оглу Ф.А., Прошкин А.И. Фрустрации и фазовые переходы в трехвершинной модели Поттса на треугольной решетке с взаимодействиями вторых ближайших соседей // Письма ЖЭТФ. 2014. Т. 100. С. 267.
14. Murtazaev A.K., Babaev A. B., Kassin-Ogly F.A. The investigation of phase transitions in two-dimensional 3-state antiferromagnetic Potts model on a triangular lattice with interaction of next nearest neighbors // Solid State Phenomena. 2014. V. 215. P. 52.

УДК 621.22

Курбанова З.А.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЧИСЛЕННЫЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА
СООРУЖЕНИЙ ВОДОСЛИВНОГО ФРОНТА ПЛОТИНЫ НА
ЗНАЧЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ**

Kurbanova Z.A.

**COMPUTER MODELING AND NUMERICAL EXPERIMENT TO STUDY
THE INFLUENCE OF COMPOSITION STRUCTURES
SPILLWAY FRONT OF A DAM ON THE VALUE OF THE SPECIFIC
EXPENSES**

Из-за отсутствия в нормативных документах методик и рекомендаций для определения удельных экономических расходов водосливных плотин, с уче-

том всех сопутствующих сооружений флютбета, в проектной практике используется упрощенный и приближенный метод вариантного проектирования. В результате исследований получены графические зависимости стоимости от удельных экономических расходов низконапорных водосливных плотин на не скальном основании при различном составе сооружений.

Ключевые слова: методика, удельный расход, плотина, нижний бьеф, водосливной фронт, зависимости.

Because of absence in normative documents of techniques and recommendations for definition of specific economic expenses of overflow dams, taking into account all accompanying constructions of a flutbett, in design practice the simplified and approximate method of alternative design is used. As a result of researches graphic dependences of cost on specific economic expenses of low pressure overflow dams on not rocky basis at various structure of constructions are received.

Key words: method, specific expenses, dam, low reach, drain front, dependences.

Известно, что существует зависимость между удельными расходами водосливной плотины и стоимостью сооружений водосливного фронта. При проектировании водосливных плотин удельные расходы подбирают таким образом, чтобы стоимость сооружений водосливного фронта была наименьшей ($CT_{\min}$). Удельные расходы, соответствующие $CT_{\min}$, называют экономическими $q_{\text{эк}}$.

Задача определения удельных расходов является гидравлично-экономической задачей, так как от правильности и точности назначения $q_{\text{эк}}$, а, следовательно, и размеров сооружений водосливного фронта, зависит стоимость всего гидроузла.

Вопрос определения удельных расходов водосливных плотин в настоящее время слабо изучен, что отражается на практическом отсутствии соответствующих точных методик и рекомендаций по определению $q_{\text{эк}}$. Имеются лишь упрощенные методы выбора значения $q_{\text{эк}}$, которые дают весьма приближенные значения удельных расходов. Наиболее распространенной методикой по определению $q_{\text{эк}}$, получившей признание во многих НИИ страны является методика, предложенная Р.Р. Чугаевым [1].

Она основана на зависимости суммарной стоимости единовременных затрат тела плотины и устройств нижнего бьефа (CT) от удельных расходов водосливных плотин (q).

$$CT = f(q) \quad (1)$$

Однако, сам автор указывает на то, что минимум кривой $CT = f(q)$ часто выражен слабо и значение CT в районе данного минимума с изменением q ,

«изменяется весьма мало» [1]. Кроме того, сам процесс расчета $q_{эк}$ достаточно трудоемкий, включает в себя большое количество итерационных расчетов и чаще всего при «ручном» счете не обеспечивается достаточная точность полученных результатов.

Учитывая данные обстоятельства, расчетные значения удельных расходов водосливных плотин назначают на основании данных практики и рекомендаций. Так в литературных источниках рекомендуется назначать $q_{эк} = 15 \div 25 \text{ м}^3/(\text{с.м})$ для низконапорных плотин и $25 \div 75 \text{ м}^3/(\text{с.м})$ - для средненапорных плотин [1]. Давая данные рекомендации, при этом не конкретизируется для каких рек по величине расчетного расхода (Q_p), каких напоров (Z), каких конкретно грунтов основания плотины (K) и т.д. справедливы данные рекомендации. Кроме того, на значения $q_{эк}$ влияют такие факторы, как характеристика грунта основания плотины, коэффициенты заложения верхового m_1 и низового m_2 откосов земляной плотины, примыкающей к водосливной.

Для выявления степени влияния различных факторов на величину удельного экономичного расхода были разработаны: методика, алгоритм и программа расчета на ЭВМ удельных экономичных расходов низконапорных водосливных плотин на нескальном основании с различными вариантами (по конструкции и материалам) сооружений водосливного фронта [2,3].

В основу данной методики положена классическая теория сопряжения бьефов с затопленным гидравлическим прыжком на водобое [2,3]. В качестве исходной модели взята водосливная плотина с водобойным колодцем и рисбермой. Перед плотиной предусмотрен бетонный понур. По обе стороны водосливной фронт ограничен стенами – устоями. За рисбермой учитывается яма размыва с концевым креплением и общее понижение дна нижнего бьефа за креплением русла.

Программа расчета состоит из следующих модулей – подпрограмм: гидравлический расчет водосливной плотины с водобойным колодцем; расчет рисбермы; расчет ямы размыва и концевого крепления; установление размеров водосливной плотины, водобоя, сборной рисбермы; отметок по высоте и т. д.; определение объемов работ по флютбету и стенам-устоям; определение объемов земляных работ в котлованах под флютбетом, под стенами-устоями и земляных работ по приращиваемой части земляной плотины, примыкающей к водосливной; определение объемов по обратному фильтру, креплению ямы размыва и концевому креплению; определение конкретной стоимости (в рублях) бетонных, земляных и каменных работ отдельно по каждому сооружению водосливного фронта и суммарной стоимости.

Расчетная модель водосливной плотины принята практического профиля с параметрами, наиболее часто встречающимися в практике проектирования и строительства. Ширина основания плотины принята равной $\kappa H_{нл}$, где κ – коэффициент, учитывающий вид грунта основания, принят как среднее значение между $\kappa=1,25$ – $2,5$ и $H_{нл}$ – высота бетонной водосливной плотины от основания до гребня водослива.

Минимальное значение удельных расходов на водосливе регулируемой части плотины принимается равной удельному расходу воды в реке в естественном состоянии, при прохождении паводка, соответствующего особому случаю, т.е.

$$q = VH_n \quad (2)$$

Боковые стены – устои в продольном направлении повторяют профиль земляной плотины до сопряжения со стеной водобойного колодца, верх которой на 1,5 м выше уровня нижнего бьефа (принято без расчета возможной высоты волн).

В данных исследованиях дается расчет стен-устоев трех типов: полумассивные F-образного вида, железобетонные, такого же вида, и ячеистые. Поперечный профиль стен-устоев принят таких размеров, при котором стены устойчивы при любом сочетании действующих на них нагрузок.

В программе отдельными блоками дается расчет водобойной плиты, водобойного колодца и водобойной стенки. Выбор типа гасителя энергии производится в зависимости от типа сопряжения струи потока. Ширина водобойного колодца равна ширине водосливной плотины. Толщина плотины водобоя определяется на основе ее гидравлического расчета, с учетом устойчивости ее на всплывание.

Рисберма рассчитывается двух типов: сборная рисберма, выполненная из бетонных плит и рисберма, выполненная из каменной наброски. Расчет сборной рисбермы с подбором толщины плит в ее начале и в конце, производится по формулам и зависимостям С.А. Кадомского, Д.И. Кумина и Н.А. Преображенского. Расчет рисбермы, выполненной из каменной наброски, заключается в определении диаметра камня наброски из условия устойчивости его на размыв. Ширина рисбермы в ее начале принимается равной ширине водобоя, в конце она расширяется в обе стороны на угол $\beta = 12^\circ$. Под рисбермой по всей длине предусмотрен обратный фильтр.

Нижний бьеф надлежит рассчитывать как систему, включающую вышеперечисленные устройства и учитывающую местный и общий размывы ее русла [4]. В данных исследованиях расчет глубины местного размыва производится с учетом гранулометрического состава грунтов, слагающих русло. В программе отдельным блоком дается подпрограмма расчета гранулометрического состава грунтов.

Данная методика гидравлического расчета удельных экономичных расходов и соответственно оптимальных параметров водосливной плотины включает следующие пункты расчета:

- гидравлический расчет однопролетной и многопролетной водосливной плотины, который заключается в определении количества и ширины водосливных отверстий, геометрических размеров плотины (высота плотины и ширина водосливного фронта плотины);

- расчет сопряжения бьефов за водосливной плотиной, который заключается в определении сопряженных глубин в нижнем бьефе и типа сопряжения бьефов;

- гидравлический расчет гасителей энергии (водобойной плиты, водобойной плиты с реактивными гасителями, водобойного колодца, водобойной стенки и комбинированного водобойного колодца). Выбор того или иного гасителя энергии производится из условия сопряжения бьефов из технико-экономических соображений;

- расчет рисбермы, который заключается в определении размеров плит крепления и общей длины рисбермы. При расчете рисбермы из каменной наброски определяется диаметр камня наброски, из условий устойчивости его на размыв.

Выбор типа крепления рисбермы (бетонные плиты, каменная наброска) выполняется из условия допустимых скоростей потока на рисберме;

- расчет концевое крепление, который заключается в определении глубины ямы размыва, диаметра камня ковша и высоты стенки зуба;

- расчет стен-устоев различных конструкций: полумассивных бетонных Г-образного типа, железобетонных и ячеистых. Расчет включает в себя определение геометрических размеров устоев заданной конструкции, их объемов и стоимости;

- определение объемов работ по плотине и сооружениям водосливного фронта;

- расчет стоимости плотины и сооружений водосливного фронта.

Программный комплекс *Fixed_weir* состоит из следующих модулей – подпрограмм: гидравлический расчет водосливной плотины с водобойным колодцем; расчет рисбермы; расчет ямы размыва и концевое крепление; установление размеров водосливной плотины, водобоя, сборной рисбермы; отметок по высоте и т. д.; определение объемов работ по флютбету и стенам-устоям; определение объемов земляных работ в котлованах под флютбетом, под стенами-устоями и земляных работ по приращиваемой части земляной плотины, примыкающей к водосливной; определение объемов по обратному фильтру, креплению ямы размыва и концевому креплению; определение конкретной стоимости в рублях бетонных, земляных и каменных работ отдельно по каждому сооружению водосливного фронта и суммарной стоимости.

Программный комплекс имеет модульную структуру, позволяющую включать и исключать из расчетов отдельные сооружения, входящие в водосливной фронт, а также выбирать различные типы и конструкции сооружений. Комплекс состоит из 31 основных и 6 вспомогательных процедур: подпрограмм, модулей и функций.

Входными данными комплекса являются: признаки счета; расчетный расход и ширина реки; размеры массивов уровней верхнего и нижнего бьефов, и удельных расходов; стоимости строительных материалов; гранулометрический состав русловых отложений, а также дополнительные данные для характеристики сооружений и русла реки.

Выходными данными являются: гидравлические параметры водослива и нижнего бьефа; геометрические размеры сооружений водосливного фронта; геометрические параметры стен-устоев; объемы бетонных и земляных работ; стоимость сооружений водосливного фронта; характеристики потока и русла в нижнем бьефе до и после размыва.

Как указывалось выше, разработанный программный комплекс имеет модульную структуру, что позволяет исключать из состава водосливного фронта и соответственно расчетов то или иное сооружение, менять его тип, конструкцию и производить расчеты $q_{эк}$ для различных вариантов исходных данных.

По плану проведения численных экспериментов были предусмотрены варианты расчетов, включающие следующий состав сооружений:

- однопролетная водосливная плотина, водобой, бетонная рисберма и приращиваемая часть земляной плотины;
- однопролетная плотина, водобой, бетонная рисберма, бетонные стены-устои и приращиваемая часть земляной плотины;
- многопролетная водосливная плотина, водобой, бетонная рисберма, бетонные стены-устои и приращиваемая часть земляной плотины;
- многопролетная водосливная плотина, водобой, рисберма, выполненная из каменной наброски, концевое крепление, бетонные стены-устои и приращиваемая часть земляной плотины.

Расчеты производились для следующих сочетаний исходных данных: расчетный сбросной расход Q_p принимался равным 100 и 1000 м³/с; геометрический перепад Z – 5 и 10 м; глубина воды в нижнем бьефе h_n принималась равной 3 и 5 м; коэффициент ширины основания $\kappa_{пл} = 1,5$; коэффициенты откосов земляной плотины $m_1 = 3$ и $m_2 = 2,5$.

Результаты анализа численных экспериментов оформлены в виде графиков (рис. 1) и в табличной форме (табл.1). На рисунке 1 показаны графики зависимости $CT = f(q)$ при различном составе сооружений водосливного фронта для следующих исходных данных: $Q_p = 100$ и 1000 м³/с, $Z = 5$ м, $h_n = 3$ м.

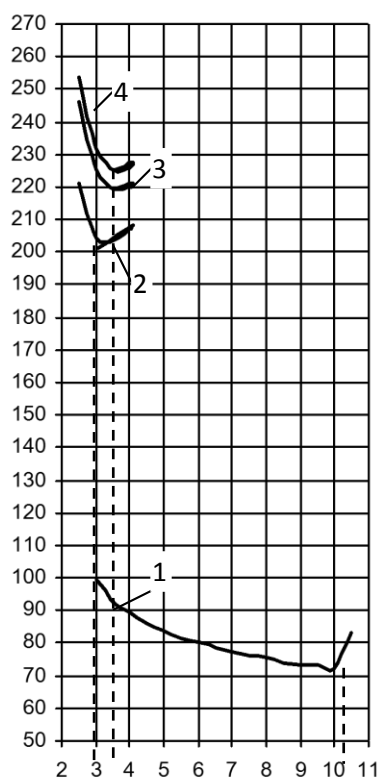
Анализ результатов численных экспериментов показал, что введение в расчеты различного состава сооружений и их конструкций, безусловно, приводит к изменению суммарной стоимости объекта, однако на значение удельных экономических расходов их влияние не однозначно. Влияние стен-устоев на величину $q_{эк}$ сказывается в большей мере при $Q_p \rightarrow 0$. Например, для расчетного варианта расхода $Q_p = 1000$ м³/с, $Z = 5$ м и $h_n = 3$ м при введении в расчеты стен-устоев, величина $q_{эк}$ уменьшается всего на 20 %. При этом стоимость объекта увеличивается на 22 %. Для расчетного варианта $Q_p = 100$ м³/с и аналогичных остальных значениях $q_{эк}$ уменьшается в 3 раза, стоимость объекта соответственно возрастает более чем в 3 раза (табл.1).

Таблица 1 - Расчетные значения $q_{эк}$ при различном составе сооружений водосливного фронта

Вариант расчета	$Q_p = 100 \text{ м}^3/\text{с}, h_n = 3 \text{ м}$				$Q_p = 1000 \text{ м}^3/\text{с}, h_n = 3 \text{ м}$			
	$Z = 5 \text{ м}$	%	$Z = 10 \text{ м}$	%	$Z = 5 \text{ м}$	%	$Z = 10 \text{ м}$	%
Плотина, водобой, бетонная рисберма	10,3	70	10,4	70	10,3	20	10,4	0
С учетом стен - устоев	3,1		3,0		8,3		10,4	
С учетом многопролетной плотины	3,5	12	3,0	0	9,6	4	10,2	0
С учетом концевое крепления	3,5	0	3,0	0	9,6	0	10,2	0
С учетом многопролетной плотины	3,5	0	3,0	0	9,6	0	10,2	0
С учетом концевое крепления	3,5	0	3,0	0	9,6	0	10,2	0

а)

СТ, т.руб

 $q, \text{ м}^2/\text{с}$

б)

СТ, т.руб

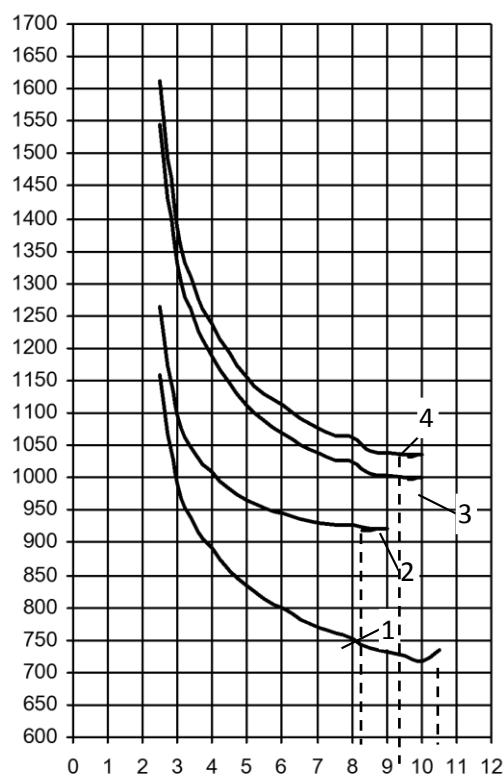
 $q, \text{ м}^2/\text{с}$

Рисунок 1 - Графики зависимости $СТ = f(q)$ при различном составе сооружений: а – для расчетного варианта $Q_p = 100 \text{ м}^3/\text{с}, Z = 5 \text{ м}$ и $h_n = 3 \text{ м}$; б – для расчетного варианта $Q_p = 1000 \text{ м}^3/\text{с}, Z = 5 \text{ м}$ и $h_n = 3 \text{ м}$

1 – однопролетная водосливная плотина, водобой, рисберма; 2 – однопролетная водосливная плотина, водобой, бетонная рисберма, бетонные стены-устои; 3 – многопролетная водосливная плотина, водобой, бетонные стены-устои, бетонная рисберма; 4 – многопролетная водосливная плотина, водобой, бетонные стены-устои, каменная рисберма и концевое крепление.

Замена в расчетной схеме однопролетной плотины на многопролетную, приводит к незначительному увеличению удельных экономических расходов, а введение в расчеты концевого крепления практически не влияет на значение $q_{эк}$. Это наглядно видно на рисунке 1.

Вывод. На основании результатов проведенного анализа можно сделать вывод, что на значение удельных экономических расходов наиболее существенное влияние оказывают только стены-устои.

Библиографический список:

1. Чугаев Р.Р. Гидротехнические сооружения. В 2 ч. Водосливные плотины. – М., 1985.
2. Курбанова З.А. Методика и программный комплекс для расчетов оптимальных параметров сооружений водосливного фронта низконапорных водосливных плотин /З.А. Курбанова, И.А-Г. Сулейманов, А.В. Магомедова // Вестник ДГТУ – 2010. – №17. – С. 52-60.
3. Курбанова З.А. Зависимость удельных расходов бетонных низконапорных водосливных плотин от различных факторов. // Вестник ДГТУ - 2012. – №25. – С. 79-85.
4. Курбанова З.А. Влияние удельных расходов водосливных плотин на не скальном основании на величину размывов русла в нижнем бьефе. // Вестник ДГТУ - 2013. – №29. – С. 65-70.

УДК 556.536:631.4

Магомедова М.Р.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АВТОРСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТА МИНЕРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

Magomedova M.R.

PRACTICAL APPLICATION OF AUTHOR'S MODEL TRANSPORT OF MINERAL PARTICLES

В данной статье даны результаты сопоставления математической модели движения наносов в руслах рек и каналов. Выполненный сопоставительный анализ существующих методов определения расхода наносов на

материале натурных и экспериментальных исследований свидетельствует о наличии значительных расхождений между ними, иногда даже в оценке порядка рассчитываемых величин.

Ключевые слова: транспорт наносов, взвешенные наносы, водохранилище, гранулометрический состав, скорость течения, расход наносов, турбулентный поток, средняя глубина.

In the paper are presented the results of comparison of the mathematical model of drift movement in the riverbeds and channels. Performed the comparative analysis of the existing methods of sediment discharge on the materials of full-scale and experimental studies, testify to the presence of significant divergence between them, sometimes even in the estimation of the calculable values.

Key words: drift transport, suspended drift, reservoir, granulometric composition, current speed, drift discharge, turbulent flow, average depth.

Несмотря на более чем вековую историю развития исследований транспорта наносов и большое число экспериментальных и натурных работ в этом направлении, проблему расчета расхода руслоформирующих наносов нельзя считать удовлетворительно решенной.

Существующие методы и формулы не обеспечивают, как полного учета всех факторов, так и удовлетворительного соответствия математических моделей реальному процессу движения разнотернистых наносов в естественных речных руслах [7].

На современном этапе развития гидравлики и инженерной гидрологии одним из оптимальных путей получения представлений о качественном и количественных закономерностях этого процесса является использование теории вероятностей, теории случайных процессов и методов многомерного статистического анализа.

С учетом стохастического характера турбулентности водных потоков и неоднородности гранулометрического состава русловых отложений, была разработана оригинальная математическая модель, основанная на представлении о срыве со дна и переносе частиц наносов крупномасштабными турбулентными возмущениями, амплитудные и частные характеристики которых определяют параметры траекторий движения наносов и их концентрацию в потоке. Характеристики турбулентных возмущений и осредненные параметры транспорта руслоформирующих наносов определяются с помощью методов теории вероятностей и теории выбросов случайных процессов [5].

С использованием теории вероятностей и теории выбросов случайных процессов, с учетом нормального закона распределения горизонтальной и вертикальной составляющих мгновенных скоростей течения и Релеевского закона распределения их максимумов, получена формула удельного расхода наносов в параметрической форме:

$$q_T = \rho_{отл} dV_{\Delta доп} \varphi(\bar{u}_\Delta / V_{\Delta доп}), \quad (1)$$

где $\rho_{отл}$ – плотность русловых отложений, кг/м³; d – диаметр частиц грунта, м; $\bar{u}_\Delta$ – осредненное значение продольной составляющей донной скорости, м/с; $V_{\Delta доп}$ – допускаемая неразмывающая скорость, м/с;

Одной из причин расхождения между экспериментальными и теоретическими данными является также условность в делении наносов на придонные (влекомые и полувзвешенные) и взвешенные, при отсутствии критериев этих видов движения, которые необходимы для обеспечения достоверности модели [1, 2, 3, 7].

На этой основе с использованием теории вероятностей и теории выбросов случайных процессов, с учетом нормального закона распределения горизонтальной и вертикальной составляющих мгновенных скоростей течения и Релеевского закона распределения их максимумов предложены критерии видов движения руслоформирующих наносов [6,8] (табл. 1).

Таблица 1 - Критерии видов движения руслоформирующих наносов

Влекомые	Полувзвешенные	Взвешенные
$u_{\Delta н} \leq \bar{u}_{\Delta м}; w > v_{\max}$	$v_{\max} \geq w > \bar{v}_m$	$\bar{v}_m \geq w$
$1.0 \leq u_{\Delta} / V_{\Delta н. доп} < 1.8 / \varphi$	$1.8 / \varphi \leq u_{\Delta} / V_{\Delta н. доп} < 4.3 / \varphi$	$4.3 / \varphi \leq \bar{u}_{\Delta} / V_{\Delta н. доп}$
$5.3 \geq w / \sigma_v > 3.0$	$3.0 \geq w / \sigma_v > 1.25$	$1.25 \geq w / \sigma_v$

Уточнены критерии видов движения по относительной донной скорости введением в них параметра турбулентности поведения твердых частиц в воде φ , гидравлической крупности частиц w , коэффициента перегрузки n_p , допускаемой неразмывающей скорости $V_{\Delta н. доп}$, что значительно расширило диапазон изменения размеров частиц наносов, для которых применены указанные критерии (табл. 2).

Таблица 2 - Критерии видов движения руслоформирующих наносов

Тип критерия	Критерии начала движения влекомых наносов, Kr1	Критерии перехода от влекомых к полувзвешенным наносам, Kr2	Критерии перехода от полувзвешенных к взвешенным наносам, Kr3
Вероятностные критерии	$Вер.(u(t) \geq u_{\Delta н}) = 0,001$ $u_{\Delta \max} > u_{\Delta н}$	$Вер.(v(t) \geq w) = 0,001$ $v_{\max} \geq w$	$Вер.(v(t) \geq w) = 0,1$ $\bar{v}_m \geq w$
Критерии по относительной гидравлической крупности	$w / \sigma_v \leq 5,3$	$w / \sigma_v \leq 3,0$	$w / \sigma_v \leq 1,25$
Критерии по относительной донной скорости	$\frac{\bar{u}_{\Delta}}{V_{\Delta н. доп}} \geq 0,71$	$\frac{\bar{u}_{\Delta}}{V_{\Delta н. доп}} \geq \frac{0,89\sqrt{n_p}}{\varphi}$	$\frac{\bar{u}_{\Delta}}{V_{\Delta н. доп}} \geq \frac{2,13\sqrt{n_p}}{\varphi}$

Так как в критериях перехода между видами движения наносов n_p и φ зависят от диаметра частиц d , то критерии перехода также являются функциями диаметра частиц. С учетом графиков зависимости $\varphi = f(d)$ и $n_p = f(d)$ (рис. 1), по критериям, приведенным в табл. 2, установлены зоны видов движения руслоформирующих наносов (рис. 2).

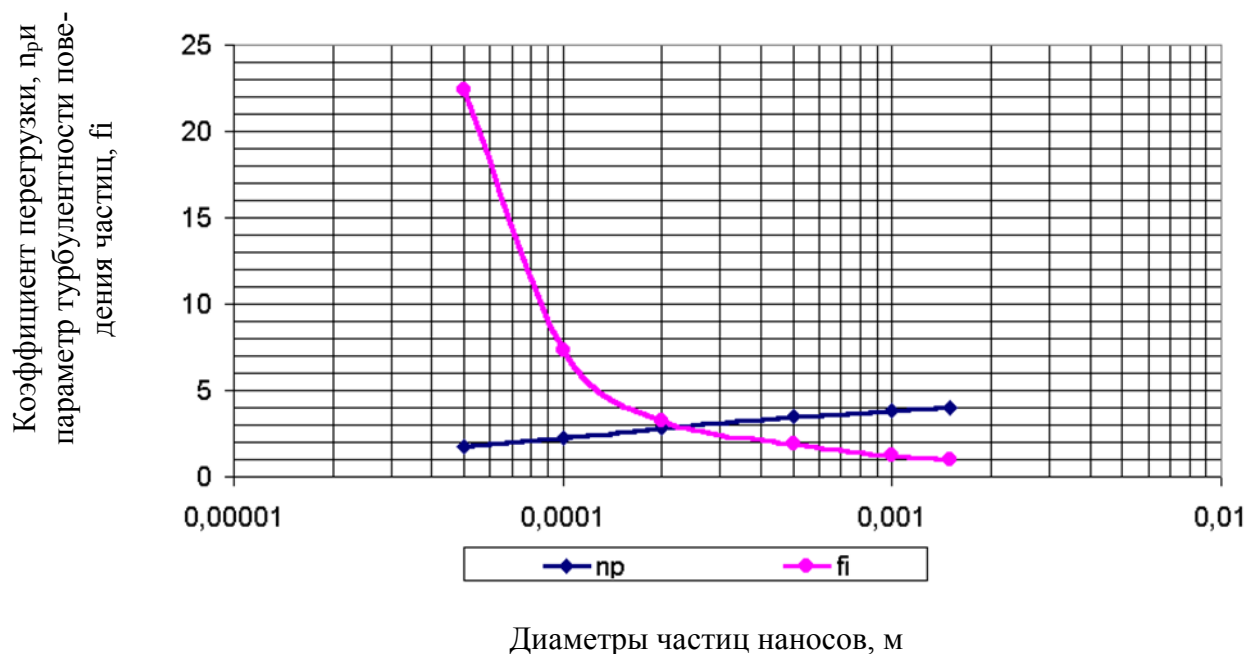


Рисунок 1 - Зависимость коэффициента перегрузки n_p и параметра турбулентности φ от диаметра частиц d

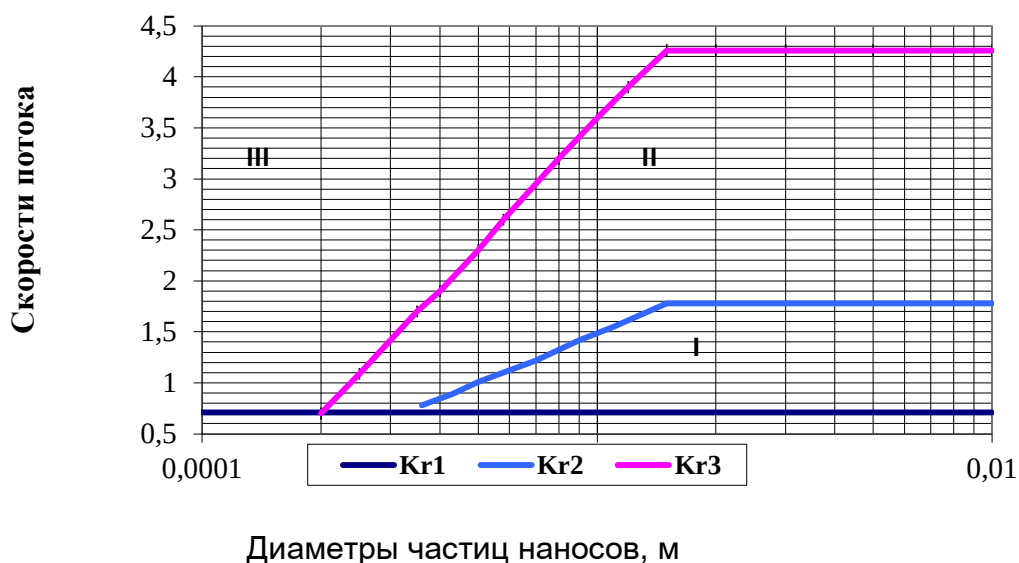


Рисунок 2 - Зоны видов движения руслоформирующих наносов:
 I – влекаемые наносы, II – полувзвешенные наносы,
 III – взвешенные наносы

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается практическим их использованием при исследованиях русла реки Гизельдон при реконструкции Гизельдонской ГЭС.

Для расчета распространения шлейфа мутности в реке Гизельдон необходимо было определить:

1. Объемы загрязняемой воды, протекающей в шлейфах взвеси с концентрацией выше заданной, — «проточные объёмы» (ПО).
2. Время существования шлейфов взвеси с концентрацией выше заданной.
3. Площади дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ.
4. Длительность воздействия на частицы грунта срывающих возмущений.
5. Длительность срыва частиц.
6. Частота срывающих возмущений.
7. Средняя скорость продольного переноса наносов.
8. Высота подъема наносов.
9. Длительность переноса наносов.
10. Дальность переноса.
11. Общий расход наносов.

Река Гизельдон расположена на территории Пригородного и Плагирского районов Республики Северная Осетия-Алания, берет начало от ледников северных склонов г. Мидаграбинхох Кавказского хребта и впадает в реку Ардон в 0,2 км от впадения Ардона в Терек.

Гизельдонское водохранилище образовано перекрытием русла р. Гизельдон плотиной и подъемом горизонта воды до отметки НПУ 1351,85 м.

Для характеристики стока воды использованы материалы наблюдений по гидрологическому посту р. Гизельдон – с. Даргавс, расположенный в 5 км выше плотины головного сооружения Гизельдонской ГЭС и в 8,5 км выше станционного сооружения Гизельдонской ГЭС.

Охватываемый диапазон изменения гидравлических характеристик потока, следующий: расход воды в р. Гизельдон $Q = 2,16 \dots 11,20 \text{ м}^3/\text{с}$, глубина потока $h = 0,3 \dots 2,5 \text{ м}$, ширина потока $b = 3,5 \text{ м}$, средняя скорость потока $V = 0,5 \dots 1 \text{ м/с}$, диаметр частиц наносов $d = 0,005 \dots 2 \text{ м}$, измеренный уклон на участке $i = 0,011 \dots 0,092$, коэффициент шероховатости $n = 0,042 \dots 0,096$.

В естественных условиях, вследствие неупорядоченного расположения, а также различия размеров и форм, частицы несвязного грунта испытывают различное силовое воздействие со стороны потока: более возвышающиеся над соседними частицы испытывают большее усилие, менее возвышающиеся – меньшее. В явлениях захвата зерен со дна для относительно крупных зерен устанавливается избирательное действие донных вихрей, состоящее в том, что крупные зерна наносов захватываются со дна и поднимаются движущимися у дна вихрями больших размеров, а меньшие по величине зерна захватываются вихрями соответственно меньших размеров.

В шероховатых руслах захват зерен со дна и подъем их осуществляется механизмом вихревых областей, образующихся в углублениях за выступами шероховатости дна. Для частиц, крупнее толщины прилипшего слоя, известную роль играет явление подсакивания зерен, движущихся по дну, при встрече с выступами шероховатости дна. При достаточно больших скоростях своего движения зерна при встрече с выступами шероховатости могут не останавливаться, а подсакивать при ударе. Между нижней гранью частицы и дном потока происходит движение жидкости за счет разности напоров между передней и тыловой гранями. Сдвиг одной из частиц на поверхности дна есть случайное событие, связанное со случайным мгновенным превышением сдвигающих сил над удерживающими. Важным фактором, способствующим образованию гряд, служит динамическое затенение одних частиц другими. В местах, где в результате действия турбулентных пульсаций подвижные частицы расположены более густо, они защищают друг друга от воздействия течения, замедляют свое движение и вызывают накопление новых частиц; там, где подвижные частицы разрежены, поверхность дна с большей легкостью поддается эрозии. Этот процесс приводит к образованию гряд с крутым низовым откосом и пологим верховым, с продольным профилем, близким к треугольному [3, 4].

В результаты проведенных исследований с использованием математической модели движения руслоформирующих наносов, получены следующие результаты, представленные в таблицах 1-4:

Таблица 1 - Объемы загрязняемой воды, протекающей в шлейфах взвеси с концентрацией выше заданной, — «проточные объёмы» (ПО), м³

	Концентрация взвеси в воде, кг/м ³					
Операция	≥0,1	≥0,05	≥0,02	≥0,01	≥0,005	≥0,001
Объем, W, м ³	20300	10150	4060	2030	1015	202,9

Таблица 2 - Расстояние от створа гидроузла до места выпадения осадков (заиление)

	Концентрация взвеси в воде, кг/м ³					
Операция	≥0,1	≥0,05	≥0,02	≥0,01	≥0,005	≥0,001
L, м	340	740	1850	3703,7	7407,4	37037

Таблица 3 - Время существования шлейфов взвеси с концентрацией выше заданной, час

	Концентрация взвеси в воде, кг/м ³					
Операция	≥0,1	≥0,05	≥0,02	≥0,01	≥0,005	≥0,001
Время, час	0,09	0,21	0,5	1,03	2,06	10,03

Таблица 4 - Площади дна (м^2), покрываемые слоем отложений взвешенных веществ

	Толщина слоя осадков, м				
Операция	$\geq 0,1$	$\geq 0,05$	$\geq 0,02$	$\geq 0,01$	$\geq 0,005$
S (м^2)	2380	5180	12950	25921	51849

Водохранилище подвержено быстрому заилению (6-7 лет). В связи со значительным заилением водохранилища промывку водохранилища от наносов планируется проводить в два этапа. На первом этапе расчистка осуществляется механическим способом с использованием экскаватора. На втором этапе применяется гидравлический способ с помощью земснаряда. Механическая расчистка осуществляется насухо при опорожненном водохранилище на площади 31,1 тыс. м^2 в объеме 211,2 тыс. м^3 грунта. Гидравлический способ расчистки водохранилища заключается в использовании земснаряда, который в виде пульпы по трубе, проложенной по водосбросному туннелю, сбросит 203 тыс. м^3 наносов в нижний бьеф. Для минимизации ущерба работы по расчистке производятся во время максимальных паводковых расходов воды в реке с июня по сентябрь. Площадь расчистки составляет 50,3 тыс. м^2 .

Для апробации разработанной математической модели транспорта руслоформирующих наносов были проведены численные эксперименты на алгоритмическом языке Fortran Power Station 4.0 с помощью программного комплекса Transport_Sediment, который обеспечивает: расчет расхода руслоформирующих наносов для различных массивов исходных данных, заранее введенных в текстовые файлы; расчет характеристик гранулометрического состава наносов; разделение в процессе расчета массивов данных по критериям на донные, придонные и взвешенные наносы, а также на грядовый и безгрядовый режимы движения; расчет допускаемой неразмывающей скорости потока; расчет характеристик транспорта руслоформирующих наносов.

Вывод. Учитывая большой диапазон изменения гидравлических характеристик потока и расходов наносов в анализируемых экспериментальных данных на основе результатов численных экспериментов можно сделать вывод, что разработанная математическая модель, основанная на вероятностном подходе с применением теории выбросов случайных процессов, в целом правильно отражает процесс транспорта наносов в открытых руслах.

Библиографический список:

1. Великанов М.А. Русловой процесс. М.: 1958. – 395 с.
2. Великанов М.А. Движение наносов. М.: МРФ СССР, 1948.
3. Гончаров В.Н. Движение наносов. – Л.: Гидрометеиздат, 1938.
4. Гришин Н.Н. Механика придонных наносов. М.: Наука, 1982. – 160 с.
5. Магомедова М.Р. Математическое моделирование движения придонных наносов в открытых руслах: монография. – Махачкала: Алеф, ИП Овчинников М.А., 2014. – 135 с.

6. Магомедова А.В., Гусейнова М.Р., Насибова Н.В. Разработка программного комплекса для расчета транспорта руслоформирующих наносов в речных руслах с использованием ГИС-технологий //Вестник Дагестанского государственного технического университета – 2009. – №15. – С.147-157.
7. Магомедова А.В., Магомедова М.Р. О факторах, обуславливающих процесс транспорта руслоформирующих наносов //Вестник Дагестанского государственного технического университета – 2013. – №29. – С.58-64.
8. Магомедова А.В. Эрозионные процессы в руслах рек и каналов. – М.: ВЗПИ, 1990. – 203 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 624.012.35.048.073.82

Акаев А.И., Магомедов М.Г., Ханмагомедов М.А.

ПРИНЦИПЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Akaev A.I., Magomedov M.G., Hanmagomedov M.A.

PRINCIPLES OF OPTIMAL PLANNING OF EXPERIMENTALLY THEORETICAL RESEARCHES OF BUILDING CONSTRUCTIONS

В статье обобщены основные принципы оптимальной организации исследований строительных конструкций, работающих в составе несущих систем сооружений, с учетом необходимости сопоставления теоретических и экспериментальных результатов на адекватной основе. Предложена методика взаимного сближения расчетных схем и условий проведения эксперимента с соблюдением главного принципа – приемлемого для практики соответствия схем теоретического и экспериментального исследования фактическим условиям работы конструкций в сооружении.

Ключевые слова: оптимальное планирование экспериментально-теоретических исследований, расчетная схема, напряженно-деформированное состояние конструкций, аппроксимация конструкций и условий работы, метод конечных элементов, коррекция расчетных схем и схем проведения эксперимента, многопроемная несущая стена каркасно-панельного здания, внешне статически неопределимая балка-стенка.

Basic principles of optimal organization of researches of building constructions working in composition the bearing systems of building are generalized in the article, taking into account the necessity of comparison of theoretical and experimental results on adequate basis. Methodology of mutual rapprochement of calculation charts and terms of realization of experiment offers with the observance of main principle - acceptable to practice accordance of charts of theoretical and experimental research to the actual terms of work of constructions in building.

Key words: optimum planning of experimental and theoretical researches, the settlement scheme, the intense deformed condition of designs, approximation of designs and working conditions, method of final elements, correction of settlement schemes and schemes of carrying out experiment, with multiple openings bearing wall of the frame and panel building, externally statically indefinable beam-wall.

Как правило, проведение экспериментальных исследований вызывается

необходимостью подтверждения тех или иных предположений теоретического характера. Следует, однако, дифференцировать цели экспериментальных исследований в зависимости от того, какого рода теоретические результаты они призваны проверять.

В ряде случаев эксперимент может быть проведен для проверки результатов исследования, несколько абстрагированного от реальных условий работы строительных конструкций. Примером может служить классический анализ устойчивости стержня с абсолютно защемленными концами при осевом сжатии. Понятно, что для такого отвлеченного исследования совершенно необходимо, чтобы эксперимент был целиком подчинен условиям принятой расчетной схемы.

Гораздо чаще встречается другая разновидность экспериментальных исследований, когда они проводятся с целью проверки результатов теоретического анализа работы реальных (натурных) конструкций, функционирующих в составе несущих систем зданий и сооружений. В таком случае нельзя столь категорично, как в исследованиях первого рода, подчинять схему эксперимента расчетной схеме. Объясняется это рассмотренными ниже обстоятельствами.

При расчете реальных конструкций и сооружений составляют идеализированную расчетную схему, в которой принимаются различные упрощения, удобные для проведения анализа, но искажающие в какой-то мере истинный характер работы конструкций: принятие определенной формы нагружения (например, задание характера эпюры распределенной нагрузки), задание податливостей (или жесткостей) различных связей, предположение полного защемления или, наоборот, идеального шарнирного соединения и т.п.

Условия, принятые в расчетной схеме, иногда оказываются настолько жесткими, что удовлетворить им в эксперименте в полной мере в силу многих причин не представляется возможным. К таким причинам можно отнести: отсутствие соответствующего оборудования, невозможность получения требуемой прочности материала конструкции, различного рода технологические и конструктивные трудности, чрезмерные финансовые затраты.

Значительные сложности часто возникают и в случае, обратном рассмотренному, когда теоретическое исследование проводится с целью аналитического обоснования результатов эксперимента. В таком случае исследователь-теоретик обязан точно смоделировать в расчетной схеме условия проведения эксперимента. Если эксперимент поставлен произвольно, без учета необходимости последующего сопоставления его результатов с теоретическими исследованиями, то может оказаться, что принятые экспериментатором условия проведения испытаний невозможно в полной мере воспроизвести в расчете.

Таким образом, приведенные положения показывают, что отсутствие прямой и обратной связи при проведении экспериментальных и теоретических исследований реальных конструкций может вызвать (и часто вызывает) серьезные трудности, не позволяющие сопоставлять результаты этих исследований на адекватной основе. Это, в свою очередь, резко снижает ценность и

уровень достоверности полученной научной информации.

Возможный выход из этого положения предлагает изложенная ниже методика оптимального планирования экспериментально-теоретических исследований реальных конструкций, работающих в составе сооружений.

Принципиальные положения этой методики заключаются в следующем:

1. Теоретический анализ всегда должен предшествовать проведению эксперимента. Принятая первоначально расчетная схема должна, как можно полно, отражать действительные условия работы исследуемой конструкции. Наиболее гибким и универсальным средством исследования напряженно-деформированного состояния и прочности реальных (натурных) элементов и конструкций зданий и сооружений, позволяющим весьма точно аппроксимировать их конфигурацию, условия нагружения и прочие условия работы, являются в настоящее время различные модификации метода конечных элементов [1].

2. Следует провести тщательный анализ имеющихся возможностей для обеспечения соответствия условий эксперимента выбранной расчетной схеме, затем составить план-схему проведения эксперимента с максимально возможным приближением его условий ко всем существенным особенностям теоретической модели.

3. Выполнить сравнение расчетной схемы и плана проведения эксперимента. В случае необходимости откорректировать принятую ранее расчетную схему для обеспечения более полного соответствия ее схеме проведения испытаний, руководствуясь при этом главной целью - получить объективную информацию о поведении конструкции под воздействием нагрузок.

4. После максимального взаимного сближения расчетной схемы и схемы проведения эксперимента необходимо проверить степень соответствия откорректированной программы исследований реальной работе конструкции в составе сооружения. Если окажется, что в результате корректировки расчетная схема перестала отражать в необходимой мере истинные условия работы реальной конструкции, необходимо вновь изыскивать дополнительные возможности для большего приближения условий эксперимента к первоначально принятой расчетной схеме. Затем процесс коррекции повторяется до получения удовлетворительного результата.

Таким образом, идея методики сводится к тому, что, аппроксимировав вначале возможно точно исследуемую конструкцию и условия ее работы, необходимо затем изыскать средства для приближения к принятой расчетной схеме условий эксперимента. Однако это процесс обоюдный, поскольку, при невозможности точного экспериментального моделирования расчетной схемы, она, в свою очередь, корректируется с целью приближения к условиям проведения эксперимента, не выходя при этом за рамки первоначально определенной цели исследования. Критерием приемлемости окончательных схем исследования является их близкое соответствие истинным условиям работы натурных конструкций в составе сооружений.

В качестве достаточно удачного примера использования изложенных

выше принципов планирования экспериментально-теоретических исследований конструкций можно рассмотреть результаты исследования панельных балок-стенок [2], проведенных на экспериментальной базе ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. В рассматриваемом случае, согласно договору с заказчиком, необходимо было исследовать поведение панельных внешне статически неопределимых балок-стенок, работающих в составе несущей стены трехэтажного каркасно-панельного здания школы [3].

Первоначально предполагалось несущие панели второго и вышележащих этажей опереть на ригели рам первого этажа. Вся нагрузка от несущих панелей в этом случае должна восприниматься ригелями, а панели могут быть бетонными с конструктивной арматурой (рис. 1).

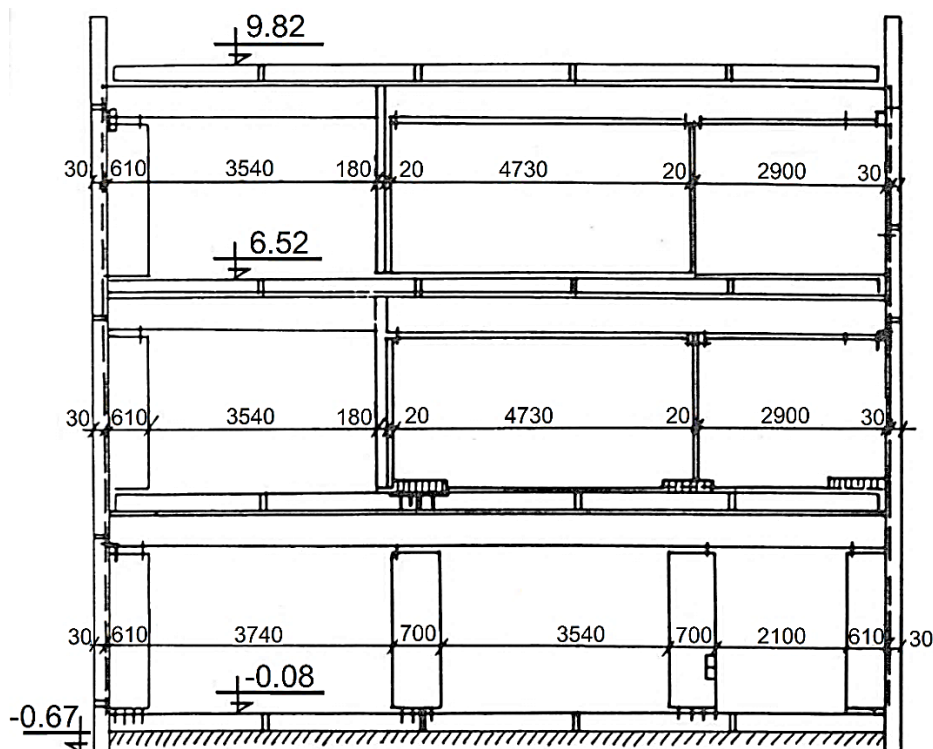


Рисунок 1 - Реальная схема поперечной несущей стены типового каркасно-панельного здания серии 75

Проведенный предварительный расчет показал, что вследствие наличия большой перерезывающей силы указанные ригели, имеющие сплошной контакт с панелями, должны иметь очень большую по масштабам сооружения высоту (около 100 см). Это обстоятельство исключало возможность необходимого архитектурно-планировочного решения помещений первого этажа школы.

В связи с указанными затруднениями был рассчитан новый вариант внутренней несущей стены, в котором панель второго этажа опиралась непосредственно на стойки рамы, без контакта с ригелем. При этом учитывалось перераспределение усилий между панелями, работающими в качестве балок-стенок, и опорными рамами.

Результаты повторных расчетов показали возможность резкого снижения

высоты ригелей (до 50 см), что позволило преодолеть планировочные трудности. Новое инженерное решение потребовало полноценного научного обоснования с проведением экспериментально-теоретических исследований. При этом следовало обеспечить адекватность расчетной схемы и схемы эксперимента.

Наиболее близкой к реальным условиям была бы аппроксимация всей стены в виде трехъярусной модели (рис. 2).

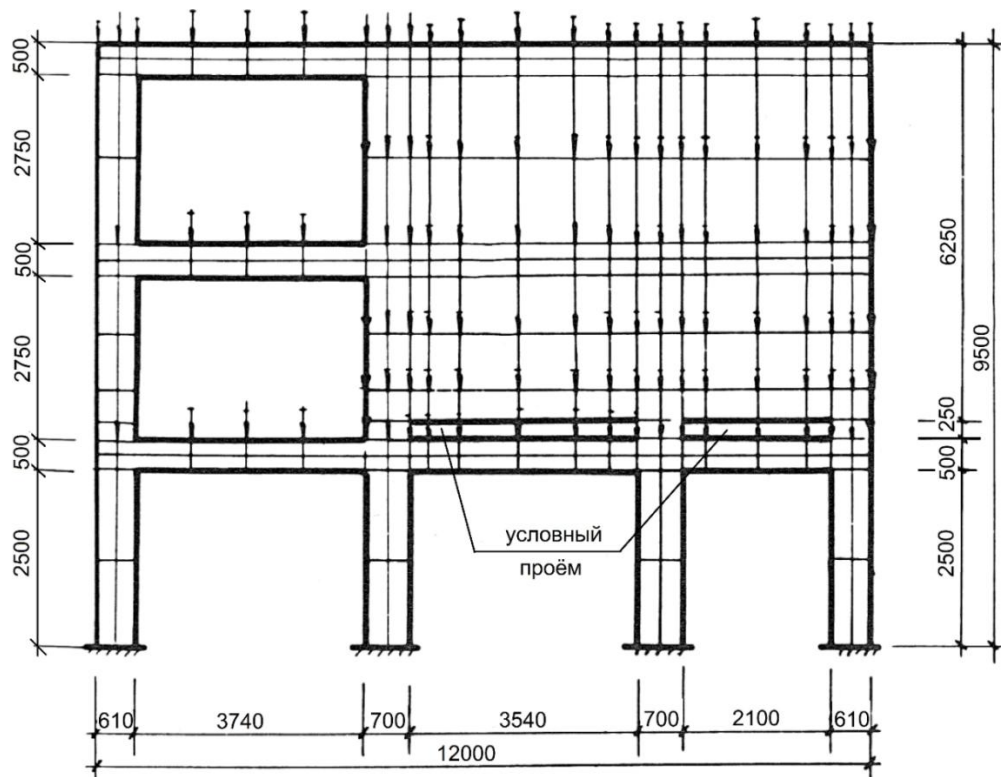


Рисунок 2 - Расчетная схема поперечной несущей стены

Однако анализ показал, что имеющиеся технические возможности не позволят смоделировать аналогичную схему для проведения эксперимента. Принятие упрощенной расчетной схемы балки-стенки, вычлененной из плоской многопролетной системы и имеющей равномерную эпюру давления по своей верхней грани, также потребовало бы при проведении эксперимента использование сложной системы шарнирных нагружающих устройств, создающих равномерное давление на верхнюю грань.

Ввиду отсутствия возможности их изготовления, было решено испытать вычлененную балку-стенку, выполненную в масштабе 1:1, в имеющемся прессе ЦДМ-1200, (максимальное усилие гидроцилиндра 12000 кН). При этом имитация вертикальной распределенной нагрузки на верхнюю грань балки-стенки в уровне перекрытия второго этажа осуществляется при проведении эксперимента с помощью подвижной траверсы прессы, имеющей сплошной контакт с верхней гранью панели. Так как характер эпюры давления на верхнюю грань балки-стенки при испытании ее в прессе не известен

заранее, было решено рассчитать балку-стенку методом конечных элементов совместно с траверсой пресса (рис. 3). Одновременно с этим в расчетной схеме было учтено также влияние опорных рам, которые в эксперименте предполагалось имитировать металлической затяжкой и опорными бетонными призмами.

Конечным этапом планирования является, как было отмечено выше, проверка соответствия окончательной расчетной схемы реальным условиям работы панельной балки-стенки в здании. Проверке в этом смысле была подвергнута эпюра нагружения панели. Как показал расчет по описанной выше расчетной схеме, указанная эпюра несколько отличалась от равномерной, однако это отличие не было существенным. Таким образом, расчетная конечно-элементная модель «балка-стенка-траверса-опорные устройства» (рис. 3) была признана оптимальной, как в смысле реальной возможности ее экспериментального моделирования, так и в смысле достаточного соответствия истинным условиям нагружения и закрепления балки-стенки в реальном здании. Это позволило обеспечить корректное сравнение результатов исследований и получить вполне адекватную картину напряженно-деформированного состояния конструкции для использования научной информации в практических целях.

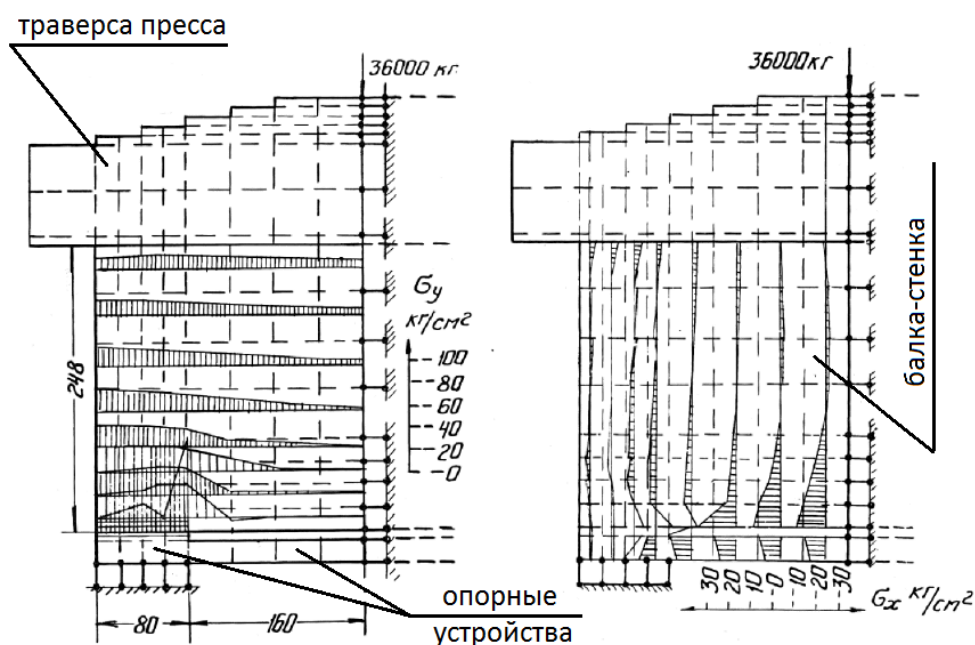


Рисунок 3 - Картина распределения нормальных напряжений σ_x , σ_y во внешне статически неопределимой балке-стенке

Вывод:

Для рационального планирования экспериментально-теоретических исследований строительных конструкций с обеспечением адекватной основы для их сопоставления рекомендуется использовать изложенную выше методику взаимного сближения расчетной схемы и схемы проведения экспери-

мента. Критерием приемлемости указанных схем является их близкое соответствие друг другу и реальным условиям работы конструкции в составе сооружения. В рассмотренном конкретном случае данная методика позволила разработать и успешно внедрить в практику строительства новое инженерное решение несущих систем для типовых проектов жилых и общественных зданий с гибким первым этажом серии 75.

Библиографический список:

1. Магомедов М.Г., Пайзулаев М.М. Использование метода конечных элементов для теоретического моделирования поведения плоских бетонных систем // «Научное обозрение», 2015, №1. – С.77-80.
2. Магомедов М.Г. Напряженное состояние и прочность балок-стенки в каркасно-панельных зданиях. Канд. дисс. – М.: 1972. – 161 с.
3. Магомедов М.Г., Кашеев Г.В. Напряженное и деформированное состояние многопроеменной несущей стены каркасно-панельного здания // Облегченные прогрессивные строительные конструкции. Труды ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко. – М.1972 – Вып. 25. – С.100-108.

УДК 624.011

Калиева М.Х., Мананов Р.М., Устарханов О.М.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕЕФАНЕРНЫХ АРМИРОВАННЫХ БАЛОК

Kalieva M.H., Manapov R.M., Ustarkhanov O.M.

EXPERIMENTAL STUDIES CLEANINIG REINFORCED BEAMS

Цель исследования заключалась в определении эффективности армирования клеефанерных балок металлической и пластиковой арматурой. Были проведены теоретические и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния клеефанерных балок. Результаты исследований приведены в статье в виде графических зависимостей.

Ключевые слова: *армированная клеефанерная балка, экспериментальные исследования, стальная и стеклопластиковая арматура, напряжения, деформации, прогибы, графические зависимости.*

The purpose of the study was to determine the effectiveness of reinforcement cleaninig beams of metal and plastic fittings. Were conducted theoretical and experimental investigations of stress-strain state cleaninig beams. In the article, in the form of graphic dependences of the research results.

Key words: *reinforced beam cleanera, experimental research, steel and fiber-glass reinforcement, stress, deformation, deflections, graphical dependences.*

Армированные балки имеют существенно большую несущую способность и жесткость, чем неармированные такого же сечения. Их целесообразно применять в покрытиях, где требуются балки минимальной строительной высоты или с целью экономии досок 1-ой категории качества, и в верхних поясах ферм [4].

Арматуру в балках можно ставить в сжатой и растянутой зонах (симметричное армирование) или только в растянутой зоне (несимметричное армирование) (рис.1). В качестве арматуры применяют стальные стержни периодического профиля или стеклопластиковые стержни САС.

Расчетные сопротивления арматуры принимают по нормативно-справочной литературе. Расчет армированных деревянных конструкций производят по приведенным геометрическим характеристикам [1]. При склеивании дощатых поясов с фанерными стенками и для вклеивания арматуры используют эпоксидный клей [2].

Цель исследования состояла в определении эффективности армирования клеефанерных балок металлической и пластиковой арматурой.

Для этого были проведены теоретические исследования напряженно-деформированного состояния клеефанерных балок. А для проверки правильности полученных теоретических данных нами были проведены экспериментальные исследования.

Нами были подготовлены следующие серии экспериментальных образцов:

1. Неармированные клеефанерные балки, с длиной $L = 120$ см и размерами поперечного сечения $h = 14$ см, $h_n = 4$ см; $b_n = 7,5$ см; $t_f = 0,8$ см;
2. Клеефанерные балки, армированные симметричной арматурой (рис.1) тех же размеров со стальной и стеклопластиковой арматурой;
3. Клеефанерные балки, армированные несимметричной арматурой (рис.1) тех же размеров со стальной и стеклопластиковой арматурой.

Экспериментальные исследования начинаются с планирования эксперимента, где учитывается технология изготовления испытываемых образцов, их размеры, их количества [3].

Также сроки подготовки образца и выполнения испытаний, их последовательность и правильность выполнения. Далее необходимо подготовить экспериментальную установку.

Для проведения испытаний необходимо определённое количество образцов одной серии, это позволяет получить более точные данные НДС и причины потери несущей способности образцов.

Расчет показал, что выборка должна состоять не менее, чем из 5 образцов для каждой серии испытания.



Рисунок 1 - Балки с симметричным и несимметричным армированием

Для проверки эффективности представленных балок были изготовлены 5 серий образцов и проведены следующие испытания:

1. Изгиб клефанерной неармированной и армированной балки с шарнирным опиранием, под действием распределенной нагрузки (рис. 2).
2. Изгиб клефанерной неармированной и армированной балки с жестким опиранием, под действием распределенной нагрузки (рис. 2.).

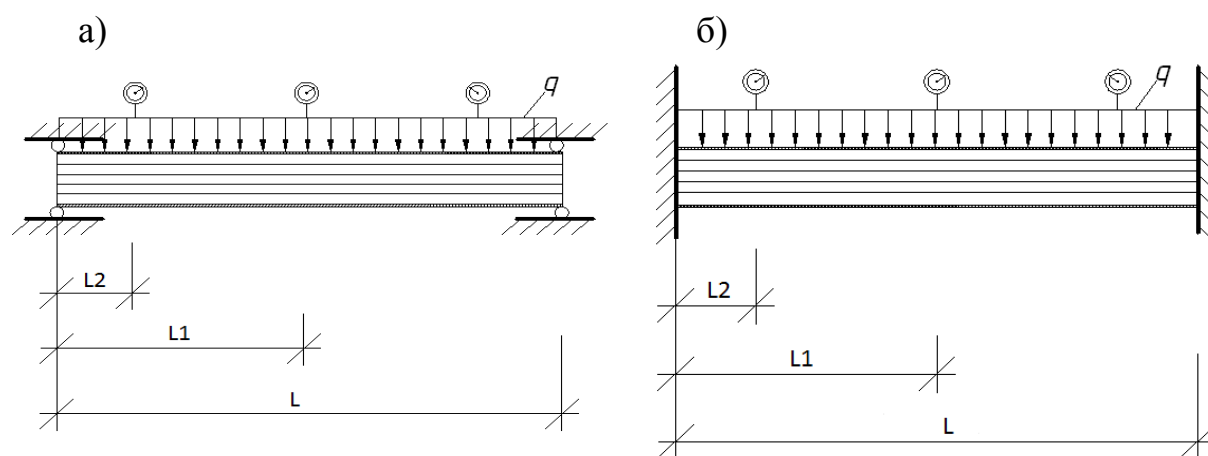


Рисунок 2 - Схемы нагружения образцов

- а - изгиб балочного элемента с шарнирным опиранием;
б - изгиб балочного элемента с жестким опиранием

Для создания экспериментальных образцов использовалась древесина сосны 1 сорта, эпоксидный клей марки ЭД-20, стальные стержни периодического профиля диаметром $\varnothing 8\text{мм}$, стеклопластиковые стержни периодического профиля диаметром $\varnothing 6\text{мм}$.

Надежную совместную работу арматуры и дерева обеспечивает композит с наполнителями марок ЭД – 20. Эпоксидный клей необходимо смешивать с отвердителем в пропорции 1/10, для придания определённой вязкости и скорости твердения. Заливку клея в пазы производят с помощью шприца. Клей необходимо заливать таким образом, чтобы исключить пузыри воздуха внутри клеевого шва. Затем в паз, заполненный клеем, вставляется арматура,

и фиксируется с помощью специальных фиксаторов таким образом, чтобы ось арматуры совпадала с осью паза. Армированные таким образом балки оставляют на сутки, для набора клеем необходимой прочности.

Таким образом, было подготовлено 5 серий образцов:

Серия №1 – неармированная клеефанерная балка коробчатого сечения.

Серия №2 – клеефанерная балка коробчатого сечения, с несимметричным армированием стальными стержнями, диаметром $\varnothing 8$ мм.

Серия №3 – клеефанерная балка коробчатого сечения, с несимметричным армированием стеклопластиковыми стержнями, диаметром $\varnothing 8$ мм.

Серия №4 – клеефанерная балка коробчатого сечения, с симметричным армированием стальными стержнями, диаметром $\varnothing 8$ мм.

Серия №5 – клеефанерная балка коробчатого сечения, с симметричным армированием стеклопластиковыми стержнями, диаметром $\varnothing 8$ мм.

Для измерений напряжений и деформаций в дощато-клееной армированной балке также использовался измерительный комплекс, показанный на рисунке 3.

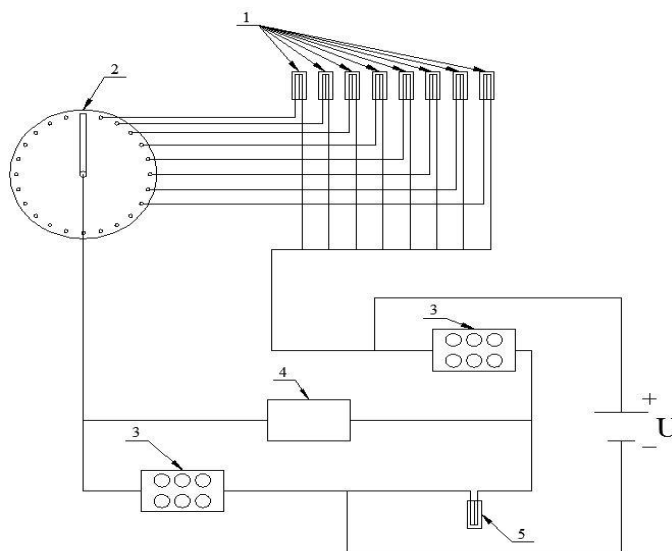


Рисунок 3 - Схема соединения измерительного комплекса

1-измерительные тензорезисторы; 2-барабанный переключатель; 3-магазины сопротивлений; 4-тензостанция; 5-компенсационный тензорезистор

Для определения напряжений и деформаций применялись тензорезисторы с базой 50 мм, которые приклеивались к опытному образцу с помощью клея БФ-2. Тензорезисторы были наклеены на поверхности испытываемого образца в 3-х точках. Для того чтобы определить напряжения и деформации при помощи тензорезисторов необходимо определить коэффициент тензочувствительности. Коэффициент тензочувствительности определяется при помощи градуированного устройства УСТ1 ВТ-12 и тензометрической станции ZET 017-T8 (рис.4).



Рисунок 4 - Тензостанция ZET 017-T8

Для экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния балок была изготовлена и собрана специальная установка (рис.5, 6) [5]. С помощью данной установки балка загружалась равномерно-распределённой нагрузкой. Нагрузка создавалась при помощи подачи воздуха под давлением в камеру, которая располагалась между металлической плитой и клефанерной балкой (рис.5.). Подача воздуха осуществлялась с помощью компрессора и регулировалась воздушным краном вручную. Измерялась образцовым манометром типа ОБМ-1.

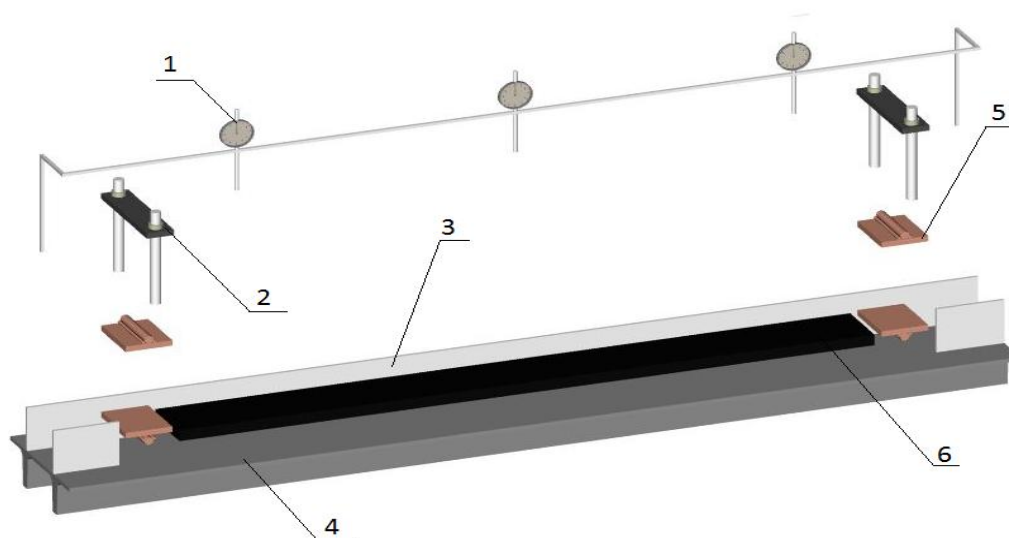


Рисунок 5 - Экспериментальная установка

1 - датчик часового типа; 2 - крепёжный элемент фиксирующий балку;
3 - металлический лист закрывающий балку с обеих сторон;
4 - металлический лист, на котором располагались остальные элементы;
5 - шарнир; 6 - камера для создания равномерно-распределённой нагрузки.

Для определения прогибов в балках использовались датчики часового типа. По длине балки были установлены 3 датчика. Два из которых, находились по краям на расстоянии $12/L-15/L$, а третий – по середине. Поместив

балку в экспериментальную установку, закрепив датчики часового типа, подключив подачу воздуха, подключив тензодатчики к мосту Уитстона мы можем приступить к проведению экспериментов. Были произведены испытания балок при шарнирном и жестком опирании.

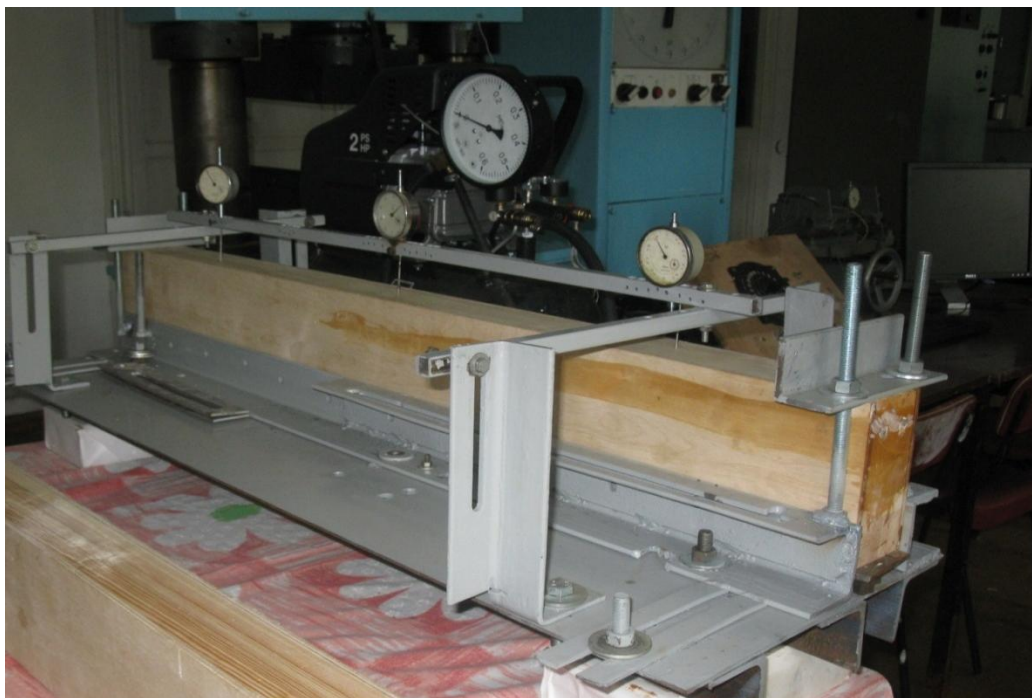


Рисунок 6 - Установка для испытания балок

Полученные результаты экспериментальных исследований после статистической обработки приведены в виде графических зависимостей на рис.7,8.

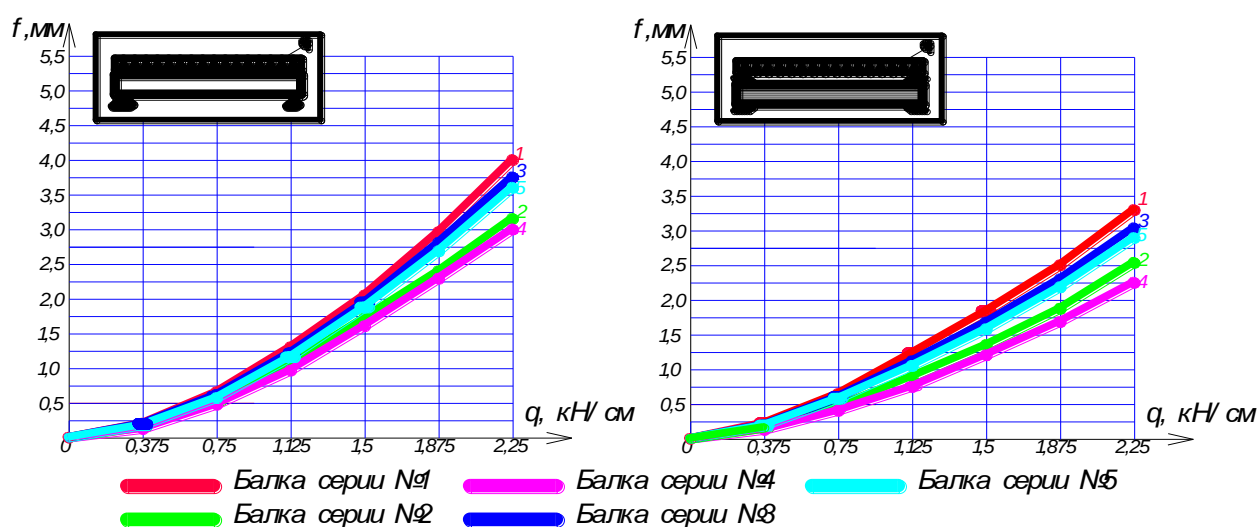


Рисунок 7 – Зависимость прогибов от нагрузки при шарнирном и жестком опирании

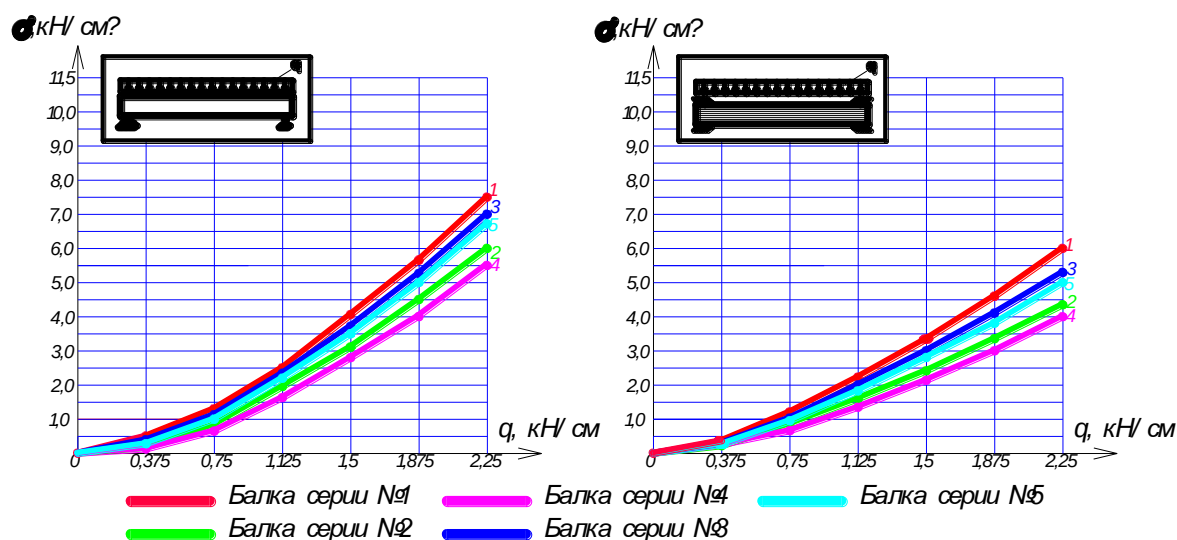


Рисунок 8 – Зависимость напряжений от нагрузки при шарнирном и жестком опирании

Вывод.

Сравнительный анализ результатов показал, что при эксперименте прогибы и напряжения в среднем в неармированной балке больше на:

- 25% чем в симметрично армированной металлическими стержнями;
- 20% чем в несимметрично армированной металлическими стержнями;
- 12% чем в симметрично армированной стеклопластиковыми стержнями;
- 5-8% чем в несимметрично армированной стеклопластиковыми стержнями.

Прогибы в балках симметрично армированной металлическими стержнями меньше на 13% чем в балках симметрично армированной стеклопластиковыми стержнями, а прогибы в балках несимметрично армированной металлическими стержнями меньше на 12-15%, чем в балках несимметрично армированной стеклопластиковыми стержнями.

Что касается эффективности различного вида армирования, то с учетом расходов на изготовление этих конструкций и по стоимости материалов можно сделать вывод, что более экономичной является клефанерная балка с несимметричной арматурой. Стоимость этой балки на 7÷10% меньше, чем стоимость балки с симметричной арматурой.

В результате анализа всех полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Армирование клефанерных балок стеклопластиковой арматурой позволяет увеличить несущую способность неармированной балки на 12-15%.
2. Разница в напряженно-деформированном состоянии симметрично и несимметрично армированных балках (металлической и стеклопласти-

ковой арматурой) незначительна, что говорит о целесообразности применения несимметричного армирования, с учетом стоимости балки.

3. Для получения сопоставимых значений напряжений и прогибов в балках армированных металлической и стеклопластиковой арматурой необходимо увеличить площадь поперечного сечения стеклопластиковой арматуры в среднем на 13%.

Библиографический список:

1. Гринь, И. М. Проектирование и расчет деревянных конструкций: справочник / И. М. Гринь. – Липецк : Интеграл, 2006.
2. Ковальчук, Л. М. Производство деревянных клееных конструкций/Л. М. Ковальчук. – М. : Стройматериалы, 2005.
3. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций. – М.: Стройиздат, 1976.
4. Щуко, В. Ю. Оптимальное проектирование армированных деревянных конструкций / В. Ю. Щуко, С. Л. Молотовщиков, С. И. Рощина // Расчет и оптимальное проектирование строительных конструкций : материалы междунар. симп. - Владимир : ВлГУ, 1996. - С. 26 - 29.
5. Устарханов О.М., Вишталов Р.И., Калиева М.Х. Экспериментальные исследования влияния способа заземления наклонной арматуры на несущую способность армированной дощатоклееной балки. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2013. - №2(171). – С.62-64.

УДК. 627. 816

Рагимова А.С.

СТРОИТЕЛЬСТВО ВОДОХРАНИЛИЩ НА МАЛОЙ РЕЧНОЙ СЕТИ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Ragimova A.S.

THE CONSTRUCTION OF RESERVOIRS ON LITTLE RIVER CHAIN OF MOUNTAINOUS DAGHESTAN

В данной статье дается научный прогноз возведения потенциально возможного количества водохранилищ и плотин на малой речной сети горной части Дагестана при каскадном методе их строительства.

Ключевые слова: *малые и мельчайшие реки гор, водохранилища и плотины малой речной сети горного Дагестана, водоснабжение, орошение горно-террасовых земель, высотные диапазоны гор, параметры малых рек.*

This article represent a scientific forecast of the potentially possible quantity of reservoirs and dams of the small river network of mountainous part of Daghestan the cascade method of construction.

Key words: *small and smallest mountain rivers, reservoirs and dams of the small river network of mountainous part of Daghestan, water supply, irrigation of mountain-terraced lands, altitude ranges of mountains, the parameters of the small rivers.*

Большая часть населенных горных регионов страны проживает в зоне влияния малых и мельчайших рек, имеющих постоянный сток. Население пользуется этим стоком с незапамятных времен, в основном для целей водоснабжения (из чистых ручьев и родников) и частично для орошения горно-террасовых земель. Причем, для этих целей используются ближайшие для населенных пунктов реки и родники, а не вся сеть малых рек региона.

В настоящее время, для целей малой, мини и микро ГЭС, разведки, создания зон рекреации малые и мельчайшие реки практически не используются (или мало используются) и нерационально используются для орошения горно-долинных земель, питьевого и технического водоснабжения. «Нерациональность» связана, прежде всего, с отсутствием подпорных сооружений и водохранилищ на сети малых рек, в результате чего, 70-75% стока этих рек в период весенних и дождевых паводков проносится «транзитом» мимо всех вышеуказанных целей.

Неприглядную картину в нерациональном использовании стока малых и мельчайших рек можно проследить на примере Республики Дагестан (аналогичная ситуация и в других горных регионах страны), где в горной части Республики находится более 1000 населенных пунктов (без хуторов) и проживает более 1 млн. человек из 2 млн. всего населения. Практически во всех вышеуказанных населенных пунктах в домах отсутствует вода (холодная и горячая) в том понятии, как это принято в городах и поселках городского типа, включая и райцентры. В населенные пункты вода подается обычно в несколько точек (чаще из родников) и очень редко во дворы. В дома вода подается как очень редкое исключение.

С ростом количества населения (густонаселенность горных районов Дагестана одна из самых высоких из аналогичных регионов России), с расширением населенных пунктов, воды из родников катастрофически не хватает даже для питьевых нужд, не говоря уже о душевых, ваннах, технической воде и т.д. Это огромная социально-бытовая проблема горных сельских населенных пунктов не только для Дагестана, но и для всего Северо-Кавказского федерального округа!

Другая проблема – орошаемое земледелие в горной части территории Дагестана. С очень древних времен в Дагестане развито горно-долинное и террасовое земледелие, которое достигло очень высокого уровня еще в раннесредневековый период. Однако в течение 20 века в горных районах Дагестана было заброшено более 100 тыс. га горно-террасовых полей (в связи с

расширением сельскохозяйственных угодий на равнине, переселением горцев на Прикаспийскую низменность и т. д.). В настоящее время, в горных районах Дагестана орошаются только 15,8 тыс. га земель.

В конце 1980-х, в начале 1990-х годов у населения многих районов Дагестана возродился интерес к восстановлению и использованию горно-долинного и горно-террасового земледелия. В 1991 году были приняты комплексные программы развития мелиорации земель Дагестана, охватывающие почти все горные районы Республики, рассчитанные на восстановление около 20 тыс. га сельскохозяйственных земель в горах и строительство новых. Медленные темпы восстановления и введения новых земель в сельхозоборот связаны с финансово-экономическими трудностями в стране. Для орошения восстанавливаемых земель, во многих случаях в указанных выше программах, предусматривается насосная подача воды из больших водохранилищ и больших рек с подъемом воды на 500м и более по высоте и на десятки километров по протяженности.

Однако опыт строительства некоторых из этих систем (Салтынская, в Гунибском районе, с забором воды из Гергебильского водохранилища; подъем воды на Левашинское плато с забором воды из р. Казикумухское Койсу) экономически не оправдали себя из-за дороговизны насосных станций, труб, стоимости электроэнергии, большой трудоемкости работ и т.д.

Только по двум из вышеуказанных целей (водоснабжение и орошение), возникает вопрос, из каких источников брать воду в горных условиях? Альтернативы в основном две: первая - из больших рек или водохранилищ на них, расположенных в глубоких долинах или ущельях, с насосным подъемом воды до мест назначения; вторая - использовать сток малых и мельчайших рек в уровненом отношении, расположенных выше населенных пунктов и орошаемых площадей с подачей воды самотеком (в основном).

Рассмотрение варианта «использование воды больших рек и крупных водохранилищ» показал, что забор воды из крупных рек и водохранилищ, для целей водоснабжения и орошения, требует больших единовременных затрат на строительство дорогих водозаборов с обязательными отстойниками (при заборе из рек), металлических труб, насосных установок, трудоемких работ по прокладке напорных водоводов и т.д., а также больших финансовых затрат в эксплуатации, особенно за оплату электроэнергии, потребляемую насосами. Этот путь решения задачи представляется нецелесообразным. При этом, данное направление, практически не затрагивает интересы других отраслей водного хозяйства как, рекреация, рыбозаповедение, малые, мини- и микро ГЭС.

Использование малых и мельчайших рек. Большая часть населения горной части Дагестана проживает в диапазоне высот 700-2000 метров (над уровнем моря). Известно [1], что наибольшая густота сети малых и мельчайших рек Дагестана находится в диапазоне высот от 1500-2500 м, т.е. находится на уровне или несколько выше основной зоны обитания населения и ее деятельности. Следовательно, в большинстве своем, транспортирование воды от малых и мельчайших рек к населенным пунктам и в зону хозяйственной дея-

тельности можно осуществлять самотеком, без вышеупомянутых проблем с насосными станциями, электроэнергией для них и т.д.

При этом с целью избегания потерь большей части стока малых и мельчайших рек (в период паводков и дождей), на них необходимо строить подпорные сооружения для создания водохранилищ. Это повысит обеспеченность водой нужды водоснабжения и орошения, кроме того, водохранилища и самотечность подачи воды можно использовать для целей малых, мини-и - микро ГЭС, рыбозаведения, рекреации, т.е., сток малых рек можно использовать более рационально и комплексно.

При всей привлекательности использования стока малых и мельчайших рек для указанных выше целей многие вопросы в этой области остаются открытыми, а именно: о возможном количестве водохранилищ (и соответственно плотин), которые можно создать на малых и мельчайших реках; о параметрах этих водохранилищ; об уровне расположении этих водохранилищ и т.д.? Ответы на эти вопросы позволяют определить количественную базу, лежащую в основе использования стока малых и мельчайших рек.

Прежде чем ответить на данные вопросы необходимо иметь информацию о «малых» и «мельчайших» реках, их количестве, параметрах и т.д.

По существующим классификациям [2,3,4] к малым относят реки длиной от 100 до 250 км, площадью водосбора 2000-8000 км², со среднегодовыми расходами от 8 до 50 м³/с. Данные классификации трудно применимы для рек горных регионов, где реки длиной менее 100 км в целом по России составляют 99%, а по горным регионам 99,9%. В некоторых исследованиях по малым горным рекам [1] к «малым» отнесены реки длиной менее 100 км, а реки длиной менее 10 км названы «мельчайшими» и они составляют 96-97% от общей длины всех рек в горных условиях.

В данной статье за «малые» приняты реки с минимальными параметрами, упомянутыми в выше перечисленных классификациях, а в частности реки длиной 100 км и со среднегодовыми расходами менее 8 м³/с.

В Дагестане всего насчитывается 6255 рек [1] с суммарной протяженностью 18346,5 км. Все реки относятся к бассейну Каспийского моря, но непосредственно в море впадает 21 река. Самыми большими речными системами являются бассейны реки Сулак (в центральной части Дагестана) и Самур (в южной части Дагестана). Наибольшее количество и наибольшая суммарная длина наблюдается у мельчайших рек длиной менее 10 км (равное соответственно 96,2% и 66,3%), всего лишь 7 рек из 6255 можно отнести к большим.

Аналогичная ситуация наблюдается и в других горных регионах Северного Кавказа - Чечне и Ингушетии, Северной Осетии-Алании, Кабардино-Балкарии, где суммарная протяженность рек длиной менее 25 км составляет около 80% от общей длины всех рек, а наибольшую протяженность из всех категорий составляют реки длиной менее 10 км.

Учитывая количество малых и мельчайших рек в горных регионах, нельзя игнорировать возможность их использования в народнохозяйственных целях. Для установления теоретически возможного количества водохранилищ,

которые можно создать на всех малых и мельчайших реках Дагестана (при каскадном методе их строительства) необходимо знать общую длину и уклоны малых рек в отдельности по бассейнам основных рек и в разных зонах по высоте гор. Это связано с тем, что в одном горном регионе в бассейнах разных рек могут быть разные уклоны на одних и тех же высотных зонах. Причем, учет уклонов необходим для определения потенциально возможного количества водохранилищ на малых реках, с учетом их возможной высоты, т.к. на одном и том же участке длины реки, при разных уклонах, можно создать разное количество водохранилищ.

Учитывая все это, в данных исследованиях, малые и мельчайшие реки горной части Дагестана рассматривались в рамках трех основных регионов:

1. Бассейн реки Сулак.
2. Бассейн реки Самур.
3. Самостоятельные реки горно-предгорной зоны (самостоятельно впадающие в Каспийское море).

Кроме того, в рамках своих бассейнов эти реки разделялись по высоте расположения их русел, проводя следующую градацию: высокогорная зона – более 2500 м; первая горная зона - 2500-2000 м; вторая горная зона - 2000-1200 м; первая предгорная зона – 1200-700 м и вторая предгорная зона - менее 700 м. В результате анализа были получены данные о малых и мельчайших реках, а именно, их длина и уклоны в бассейнах различных рек в зависимости от среднегодовых расходов и высотного положения. Причем, суммарная длина малых рек по всем бассейнам включала лишь те участки, на которых среднегодовые расходы составляли менее 8 м³/с. Задаваясь средними глубинами у створа, с учетом среднегодовых расходов малых рек в данных створах, в различных зонах по высоте было установлено теоретически возможное количество водохранилищ на малых и мельчайших реках по всем бассейнам в отдельности. В таблицах 1-3 представлены данные о возможном количестве водохранилищ на малых реках со среднегодовыми расходами 2-8 м³/с в бассейнах основных горных рек Дагестана.

Таблица 1 - Возможное количество водохранилищ на малых реках бассейна р. Сулак со среднегодовыми расходами $Q=2-8 \text{ м}^3/\text{с}$

Зоны по высоте, м	Общая длина рек, м	Средние уклоны рек, i	H1, м	Средняя длина водохранилищ, м	Количество водохранилищ
>2500	160000	0,126	50	397	403
2500-2000	181000	0,089	40	449	403
2000-1200	443000	0,041	20	489	906
1200-700	26000	0,053	30	566	46
<700	-	-	-	-	-
Итого:	810000	-	-	-	1758

Таблица 2 - Возможное количество водохранилищ на малых реках бассейна р. Самур со среднегодовыми расходами $Q=2-8\text{м}^3/\text{с}$

Зоны по высоте, м	Общая длина рек, м	Средние уклоны рек, i	H1, м	Средняя длина водохранилищ, м	Количество водохранилищ
>2500	73000	0,103	40	388	188
2500-2000	87000	0,057	30	526	165
2000-1200	197000	0,031	20	645	305
1200-700	52000	0,022	20	909	57
<700	55000	0,014	10	714	77
Итого:	46400	-	-	-	792

Таблица 3 - Возможное количество водохранилищ на малых реках в бассейне самостоятельных рек, со среднегодовыми расходами $Q=2-8\text{м}^3/\text{с}$

Зоны по высоте, м	Общая длина рек, м	Средние уклоны рек, i	H1, м	Средняя длина водохранилищ, м	Количество водохранилищ
>2500	-	-	-	-	-
2500-2000	35000	0,083	40	482	73
2000-1200	85000	0,075	30	400	213
1200-700	154000	0,035	20	571	270
<700	318000	0,017	10	588	541
Итого:	592000	-	-	-	1097

Аналогичные данные получены и для малых рек со среднегодовыми расходами от 2 до $0,4\text{ м}^3/\text{с}$, от $0,4$ до $0,2\text{ м}^3/\text{с}$ и менее $0,2\text{ м}^3/\text{с}$. Причем, глубина воды у створа подбиралась с учетом среднегодовых расходов с целью получения объемов водохранилищ не менее суточного или недельного регулирования.

Итоговые сведения о теоретически возможном количестве водохранилищ на малых реках горной части Дагестана сведены в сводную таблицу, в которой дается суммарное количество водохранилищ в каждой высотной зоне и при каждой принятой средней глубине у створа. Наибольшее количество водохранилищ наблюдается при глубине у створа 20м в высотном диапазоне гор от 2000-2500 м – 76427. Общее количество водохранилищ составляет 143429.

Подавляющее большинство водохранилищ из возможного будет располагаться в зоне проживания основной части горного населения республики - ниже 2500 м и выше этого уровня. Это указывает на то, что воду из этих водохранилищ водопотребителям и водопользователям можно подавать без устройства насосных станций.

Однако в реальной практике такое количество водохранилищ по разным причинам построить будет невозможно из-за затопления транспортных арте-

рий в горах, традиционно используемых сельскохозяйственных земель, обжитых населенных пунктов, сохранения скотопрогонов и т.д.

Отсутствие каких-либо критериев по вычленению из теоретически возможного количества водохранилищ реально возможных (необходимых для народнохозяйственной деятельности), реально возможное количество водохранилищ в данных исследованиях приняли по аналогии как соотношение между теоретическим и техническим гидроэнергопотенциалом малых рек Северного Кавказа (например, по Северному Кавказу технический потенциал составляет примерно 1/3 от теоретического).

В таблице 4 представлено реально возможное количество водохранилищ в каждой высотной зоне и при каждой принятой средней глубине у створа. Данные таблицы 4 получены путем деления теоретически возможного количества водохранилищ на три. В отдельности рассматриваемые зоны по высоте 2000-1200 м и 1200-700 в таблице 4 объединены в одну зону.

Таблица 4 - Реально возможное количество водохранилищ с определенной глубиной у створа в высотном диапазоне

Зоны по высоте, м	H ₁ =50м	H ₁ =40м	H ₁ =30м	H ₁ =20м	H ₁ =10м	Всего
>2500	134	568	9385	-	-	10087(21,1%)
2500-2000	-	159	1618	25476	-	27253(57%)
2000-700	-	-	86	1215	9169	10470(21,9)
Итого:	134	727	11089	26691	9196	47811(100%)
	0,3%	1,5%	23,2%	55,8%	19,2%	100%

Вывод. В целом, на территории горной части Дагестана, реально может быть построено порядка 50 тыс. водохранилищ. При этом подавляющее большинство водохранилищ будет иметь средние глубины у створа от 10 до 30м - 98,2% и только 1,8 % - будут иметь глубины у створа 40 и 50 м.

Это достаточно большая база, во-первых, для создания водохранилищ по всем возможным целевым назначениям, во-вторых - это достаточная база для организации научных исследований в области плотин малых категорий, которые обеспечат подпор воды для водохранилищ.

Библиографический список:

1. Муслимов В. Х. Гидроэнергетические ресурсы Дагестанской АССР. Махачкала, Дагкнигоиздат, 1972, 211с.
2. ГОСТ 1917973. Гидрология суши. Термины и определения. М., Издательство стандартов.1973.
3. Гидроэнергетические ресурсы под редакцией Вознесенского, М., Наука.1968. с 598.
4. Малая гидроэнергетика под редакцией Л.П. Михайлова. М., Энергоатомиздат., 1989. с 180

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 349.414:351.778.533

Акмаров П.Б., Князева О.П., Суетина Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Akmarov P.B., Knyazeva O.P., Suetina N.A.

ORGANIZATIONAL-ECONOMIC FACTORS EFFECTIVE APPLICATION OF THE GROUNDS RESOURCES

В статье приводится характеристика земельных ресурсов России в сравнении с другими странами мира. Показаны проблемы эффективного использования земли. Предложены организационные механизмы развития контроля, направленные на повышение эффективности использования земельных ресурсов.

Ключевые слова: *земельные ресурсы, эффективность использования земель, земельный контроль, организация контроля.*

In article the characteristic of ground resources of Russia in comparison with other countries of the world is resulted problems of an effective application of the farmland are shown. Organizational mechanisms of development of the control, directed on increase of efficiency of use of ground resources are offered.

Key words: *ground resources, efficiency of use of the farmland, ground control, organization of the control.*

Земля является основой богатства и развития любого государства, а эффективность ее использования служит базой для определения уровня технологического развития страны. Поэтому рациональное использование земельных ресурсов имеет большое значение для развития национальной экономики, с ним тесно связаны объемы производства сельскохозяйственной продукции и продовольственная проблема.

По размерам земельных ресурсов Российская Федерация является одним из наиболее обеспеченных государств в мире, однако, по эффективности использования земель Россия далеко отстает от развитых государств. Это отставание имеет как объективные, так и субъективные причины.

Сведения о размере и структуре земельных ресурсов России в сравнении с основными странами мира представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1- Размер и структура земельных ресурсов России и основных стран мира

Страна	Всего земель, млн. га	С.-х. угодья		в т.ч. пашня	
		млн. га	в % от общей площади земель	млн. га	в % от общей площади земли
Россия	1707,5	220,3	12,9	124,4	7,3
Великобритания	24,0	17,3	72,0	6,4	26,0
Германия	35,0	17,1	49,0	11,8	34,0
Австрия	8,3	3,3	40,0	1,4	17,0
Италия	30,0	15,0	50,0	8,3	28,0
Франция	55,0	29,7	54,0	18,3	33,0
Швейцария	4,0	1,6	40,0	0,4	11,0
Швеция	45,0	4,1	9,0	2,8	7,0
Канада	922,0	73,8	8,0	45,6	5,0
США	916,0	421,4	46,0	117,0	19,0

Россия занимает первое место в мире по площади земельных ресурсов (1707,5 млн. га). Несмотря на это, на долю сельскохозяйственных угодий приходится лишь 12,9% земель, а на долю пашни – 7,3%, в то время как в большинстве европейских стран этот процент гораздо выше. Например, в Великобритании удельный вес сельхозугодий составляет 72%, в Италии, Франции, Германии и США около 50%, только в Швеции и Канаде он меньше, чем в России – 9% и 8% соответственно. Данная ситуация характерна и для пашни. Это объясняется тем, что для России характерно преобладание земель не-сельскохозяйственного назначения.

Если же рассматривать данные в физическом выражении, то по площади сельскохозяйственных угодий Россия уступает лишь США (в России 220,3 млн. га, в США – 421,4 млн. га), а по площади пашни занимает первое место в мире (124,4 млн. га).

Анализируя причины низкой эффективности землепользования первоочередное внимание следует обратить на проблемы с определением правового статуса и экономического механизма контроля и использования земельных ресурсов. Несмотря на значительный (более 20 лет) период проведения экономических реформ в нашей стране эти проблемы окончательно еще не решены, что препятствует становлению рынка земли, развитию аграрного производства и эффективного использования производственного потенциала страны в целом.

В соответствии с Земельным кодексом земли в Российской Федерации подлежат охране, а их использование должно осуществляться в соответствии с правовым режимом земель.

В России сейчас сложилась система контроля за соблюдением земельного законодательства, которая включает в себя [2]:

государственный земельный контроль, осуществляемый специально уполномоченным органом – федеральным агентством кадастра объектов недвижимости (Роснедвижимость) и его территориальными органами, во взаимодействии с федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор), Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) и их территориальными органами;

муниципальный земельный контроль, осуществляемый органами местного самоуправления;

общественный земельный контроль, осуществляемый органами территориального общественного самоуправления, другими общественными организациями (объединениями), гражданами;

производственный земельный контроль, осуществляемый собственником земельного участка, землепользователем, землевладельцем.

Органы государственного земельного контроля и государственные инспекторы по использованию и охране земель имеют право выносить решения о совершении земельного правонарушения, давать обязательные к исполнению предписания по вопросам соблюдения законодательства, предписания об устранении выявленных нарушений и привлекать правонарушителей к административной ответственности, ответственность за которые предусмотрена статьями Кодекса РФ об административных правонарушениях. Наиболее распространенными нарушениями являются:

1) Самовольное занятие земельного участка или использование земельного участка без оформленных в установленном порядке правоустанавливающих документов на землю, а в случае необходимости без документов, разрешающих осуществление хозяйственной деятельности;

2) Невыполнение обязанностей по приведению земель в состояние, пригодное для использования по целевому назначению;

3) Использование земель не по целевому назначению, неиспользование земельного участка, предназначенного для сельскохозяйственного производства либо жилищного или иного строительства, в указанных целях в течение срока, установленного федеральным законом;

4) Невыполнение в установленный срок законного предписания (постановления, представления, решения) органа (должностного лица), осуществляющего государственный надзор (контроль), об устранении нарушений законодательства;

Анализ нормативных документов, регулирующих проведение государственного, муниципального, производственного и общественного земельного контроля позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, земельный контроль направлен главным образом на контроль за рациональным использованием земель, их охрану, соблюдение земельного законодательства, правового режима использования земельных участков. При этом контроль за другими сторонами использования земельных

участков, например экономическая эффективность их использования, полнота поступления доходов и эффективность реализации принципа платности землепользования, соблюдения требований и положений договоров по использованию земельных участков и др. в рамках земельного контроля не предполагается. Данный вывод подтверждается также и перечнем правонарушений, за которые землепользователь может привлекаться к административной ответственности.

Во-вторых, в оценке эффективности использования государственных и муниципальных земель, важное значение имеет объем поступлений доходов от их использования, а также поступления от уплаты частными собственниками земельных участков земельного налога. Как показано на примере Удмуртской Республики (таблица 2), объемы этих доходов довольно существенны и имеют тенденцию к увеличению [3]. Так, только за 2 последних года объемы поступлений в консолидированный бюджет Удмуртии от использования земельных участков возросли почти на 22%, причем основную долю в них составляет арендная плата. Это говорит о том, что спрос на землю достаточно высок и с развитием производства, а соответственно доходов населения и предприятий этот спрос будет расти. В то же время, контроль за поступлением указанных доходов в рамках земельного законодательства сегодня не может быть осуществлен.

Контроль за эффективным использованием государственных и муниципальных земель, а также единый подход в данном вопросе диктуется также необходимостью реализации на территории субъекта РФ единой государственной политики в области земельных отношений, что возлагается на высший орган исполнительной власти субъекта РФ и в настоящее время, в связи с реализацией политики укрепления вертикали власти в РФ приобретает важное значение.

Таблица 2- Объем доходов бюджета от использования государственных и муниципальных земель в Удмуртской Республике

Наименование	2011 год	2012 год	2013 год
Доходы консолидированного бюджета, в т.ч.			
Арендная плата за государственные и муниципальные земли, тыс. руб.	317 935,9	422 527,8	508 654,7
из них в бюджет Удмуртской Республики	162 473,8	190 834,8	210 590,9
в местный бюджет	155 462,1	231 693,0	298 063,8
в бюджет РФ	10 204,0	15 171,8	25 214,46
Земельный налог за государственные и муниципальные земли (местный бюджет), тыс. руб.	279 548,5	272 453,8	205 052,0
Итого доходов бюджета за использование государственных и муниципальных земель, тыс. руб.	607 688,4	710 153,4	738 921,2

Организация комплексного контроля за эффективным использованием государственных и муниципальных земель возможна с применением всех видов земельного контроля, а также с реализацией дополнительных функций контроля, в таких сферах как контроль за поступлением в бюджет средств от использования государственных и муниципальных земель, соблюдения землепользователями условий и положений договоров об их использовании, оценка эффективности использования земельных участков в части наилучшего и наиболее эффективного использования и др.

Организация земельного контроля на территории субъекта РФ на практике имеет существенные недостатки, в частности недостаточный информационный обмен между распорядительными органами с органами земельного контроля и между собой, недостаточно развитый (особенно в сельской местности) муниципальный земельный контроль, практически полное отсутствие организованного производственного и общественного земельного контроля, отсутствие единой политики и системы организации земельного контроля.

В целях развития контроля за эффективным использованием государственных и муниципальных земель, а также развития земельного контроля на территории субъекта РФ нами предлагается следующая система организации контроля за эффективным использованием государственных и муниципальных земель и земельного контроля (рисунок 1).



Рисунок 1 - Организация контроля за эффективным использованием государственных и муниципальных земель и земельного контроля

Основные элементы организации единой системы контроля за эффективным использованием государственных и муниципальных земель и земельного контроля выглядят следующим образом:

1. Выработка концепции контроля за эффективностью использования государственных и муниципальных земель и земельного контроля с подготовкой соответствующих нормативных актов.

2. Создание в распорядительных органах комиссий по контролю за эффективным использованием земельных участков, находящихся в собственности соответствующего публично-правового образования.

Таким комиссиям могут быть даны полномочия по привлечению экспертов и специалистов для анализа информации, получения консультаций, проведения экспертиз, проведению проверок использования земельных участков, передаче материалов и результатов проведения проверок в органы государственного земельного контроля для привлечения землепользователей к административной ответственности, выносить предложения землепользователям по устранению выявленных нарушений, выносить предложения и рекомендации руководителям органов публично-правовых образований, являющихся учредителями организаций-землепользователей, допустивших нарушения, о наказании руководителей таких организаций-землепользователей, обращаться в суд по защите имущественных интересов публично-правовых образований с исками о взыскании с землепользователей убытков, упущенной выгоды и др.

3. Организация в распорядительных органах оценки и анализа эффективности использования государственных и муниципальных земельных участков в рамках созданных комиссий.

4. Организация на территории субъекта РФ производственного земельного контроля путем принятия нормативного акта, предусматривающего обязательную организацию производственного контроля в крупных организациях, в пользовании которых находятся значительные земельные ресурсы (предприятия-сетевладельцы, крупные промышленные предприятия и др.) с обязательным предоставлением материалов об осуществлении производственного земельного контроля в распорядительные органы (в отношении государственных и муниципальных земельных участков) и в органы государственного земельного контроля (в отношении всех земельных участков, в т. ч. находящихся в частной собственности). Крупные землепользователи могут определяться как специально утверждаемым списком, так и путем утверждения параметров землепользования по количеству и размеру земельных участков.

Вывод. Для решения этих задач необходимо разработать и утвердить специальные формы статистической отчетности, а также разработать соответствующие показатели эффективности управления государственными и муниципальными землями.

Предложенные рекомендации позволят не только упорядочить контроль за использованием земель, но и создадут основу для повышения их эффективности.

Библиографический список:

1. Россия и страны мира. 2012.: Стат.сб. // М.: Росстат. 2006. С. 143-147.
2. Акмаров П.Б., Зорин Д.М. Экономические и нормативно-правовые аспекты организации контроля за эффективным использованием земельных ресурсов. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И.Вавилова, №5, 2008, С.60-63.
3. Удмуртия в цифрах. : Стат.сб. // Удмуртия, 2014. С. 45-48.

УДК: 339.13.017

Давудов Д.К., Исмаилова Ш.Т.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОДАЖИ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ЦЕН НА НЕФТЬ

Davudov D.K., Ismailova Sh.T.

OUTLOOK SALES OF SHALE OIL UNDER LOW OIL PRICES

В статье рассмотрены перспективы развития рынка сланцевой нефти в условиях низких мировых цен на нефть. В результате анализа авторами раскрыто понятие сланцевой нефти, проанализировано состояние рынка сланцевой нефти, сделан прогноз развития сланцевой промышленности. В ходе исследования было доказано, что несмотря на снижение количества скважин и инвестиций в разработку сланцевых месторождений, будет наблюдаться увеличение добычи сланцевой нефти за счет научно-технического прогресса.

Ключевые слова: *сланцевая нефть, цены на нефть, перспективы сланцевой нефти.*

In article prospects of development of the market of slate oil in the conditions of the low world prices for oil are considered. As a result of the analysis authors opened concept of slate oil, the condition of the market of slate oil is analysed, the forecast of development of the slate industry is made. During research it was proved that despite decrease in quantity of wells and investments into development of slate fields, the increase in production of slate oil due to scientific and technical progress will be observed.

Key words: *shale oil, oil prices, prospects of shale oil.*

Бурное развитие нефтяной промышленности за счет разработки месторождений сланцевой нефти привлекает внимание субъектов и экспертов мирового нефтяного рынка к проблеме разработки нетрадиционных источников

углеводородов. К таким, без сомнения, можно отнести, в первую очередь, сланцевый газ и сланцевую нефть.

Термин «сланцевая нефть» состоит из двух составляющих:

- легкие нефти низкопроницаемых пород, добываемые методами мультистадийного разрыва (tightoil);
- легкие углеводородные фракции, получаемые посредством термического воздействия на твердые сланцевые породы с высоким содержанием керогена (shaleoil).

Керогены – полимерные органические материалы, которые расположены в таких породах, как нефтеносные сланцы, и являются одной из форм нетрадиционной нефти. Согласно теории появления органических нефтяных материалов, остатки растений и морских организмов под воздействием высоких давлений и температур преобразуются в первую очередь в кероген, затем в битум и, наконец, в нефть и газ [1].

Развитие сланцевых технологий позволило США достигнуть невероятных объемов добычи нефти (10003 тыс. баррелей в сутки), что сопоставимо с объемом добычи крупнейших игроков нефтяного рынка: Российской Федерации (10778 тыс. бар./сут.) и Саудовской Аравии (11525 тыс бар./сут.) [2]. Несмотря на то, что по добычи сырой нефти США отстает от России и Саудовской Аравии, однако опережает их по добыче жидких углеводородов (сырая нефть и газоконденсатные жидкости), добывая практически 12 млн. бар./сут. Согласно оценки CitiGroup, в этом году данное значение должно составить 15 млн. бар./сут., что позволит США поставлять за рубеж порядка 5 млн. бар./сут., в случае отмены запрета на экспорт американской нефти.

Катализатором развития технологий по добыче и разработки сланцевых месторождений углеводородов в США послужили высокие цены на нефть. Сами технологии добычи сланцевой нефти отличаются высокой капиталоемкостью и наукоемкостью, поэтому даже крупные мировые добывающие компании пытаются объединить свои усилия и разделить риски для разработки сланцевых месторождений.

Согласно оценкам аналитикам из BritishPetroleum, добыча нефти в США за счет сланцевых месторождений нефти выросла на 32,1% за 5 лет (2008-2013) и на 13,5% по сравнению с предшествующим годом, тем самым показав лучшую динамику прироста добычи [2]. Данные показатели позволили снизить импорт нефти в США. В частности, за 2010-2013 гг снизились поставки нефти из Нигерии – на 76,4%, из Ирака – на 17,3%, из Венесуэлы – на 33,5%, из Мексики – на 26,1%

Снижение мировых цен на нефть не может не влиять на разработку сланцевых месторождений. Необходимо отметить, что в середине июня 2014 года нефть марки Brent стоила \$114,3 за баррель, а в настоящее время стоимость баррель нефти колеблется в пределах \$55-68. Нынешняя цена отнюдь не способствует развитию сланцевых технологий, делая экономически нерентабельной разработку значительной части мировых месторождений сланцевой нефти [3].

Наибольшее развитие технологии по добычи сланцевой нефти получили в США и, как следствие, - американские нефтяные компании обладают передовыми технологиями, позволяющими снижать себестоимость нефти. В настоящее время себестоимость барреля сланцевой нефти в США колеблется по различным оценкам от \$43 на месторождении Игл-Форд в Южном Техасе до \$75 на месторождении Южный Вольфкэмп в Западном Техасе (рис.1) [4].

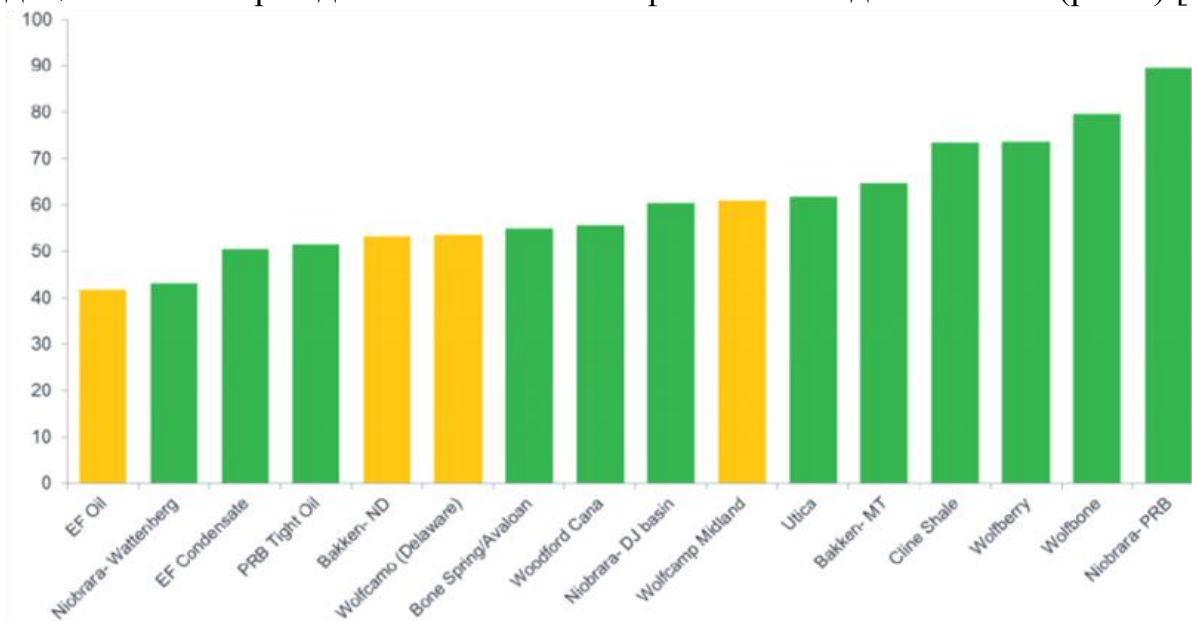


Рисунок 1 - Средняя безубыточная цена нефти марки WTI для различных месторождений сланцевой нефти США

Необходимо отметить, что рассматривалась себестоимость только лишь на крупнейших месторождениях и на основе исследований, проводимыми крупными банками. Так, себестоимость барреля сланцевой нефти на известнейшем месторождении Баккен составила от \$29 [5]. Это при том, что ведущие аналитики оценивают себестоимость сланцевой нефти на том же месторождении от \$60 за баррель.

Естественно, что в условиях низких цен на нефть будущее добычи сланцевой нефти стоит под ударом. В настоящее время лишь немногие месторождения являются рентабельными. Это ведет к снижению динамики роста добычи сланцевой нефти. Так, согласно оценке Управления энергетической информации (EIA), в апреле 2015 года из-за низких цен на нефть рост добычи на месторождениях сланцевой нефти в США практически прекратился. Данные были получены путем мониторинга производительности семи основных нефтедобывающих регионах США – Баккене, Игл-Форде, Тейнесвилле, Марселлуссе, Ниобраре, Пермиане и Утике, на долю которых приходится 95% роста нефтедобычи в предыдущие годы. На трех месторождениях (Баккен, Игл-Форд и Ниобарра) в ежемесячном выражении чистая добыча нефти и вовсе снизилась [6].

Если ОПЕК надеется сохранить подобие своего ценового диктата, самое время резко нарастить добычу, обрушить цены, обанкротить мелких американских конкурентов и в долгосрочной перспективе отвоевать долю на рынке.

Рост глобальной добычи на 1 млн. баррелей в сутки может понизить мировые цены на 10%, на 2 млн. — на 20%. Если ОПЕК откажется снижать квоты на добычу в свете американской угрозы, компании из Штатов рискуют собственноручно разрушить свой бизнес.

Большая часть американских сланцевых месторождений останется эффективной до тех пор, пока цена нефти не упадет ниже отметки в \$80 за баррель. Аналитики MorganStanley назвали другую цифру — \$64 за баррель. Но это без учета затрат на покупку участка. Согласно оценке RystadEnergy и MorganStanleyCommodityResearch уровень рентабельности в среднем составляет \$65 за баррель нефти марки Brent (рис. 2).

Согласно мнению аналитиков, общемировое снижение цен на нефть обусловлено желанием нефтяного картеля ОПЕК заставить работать ниже уровня рентабельности нефтяные компании, специализирующиеся на сланцевой нефти [7].

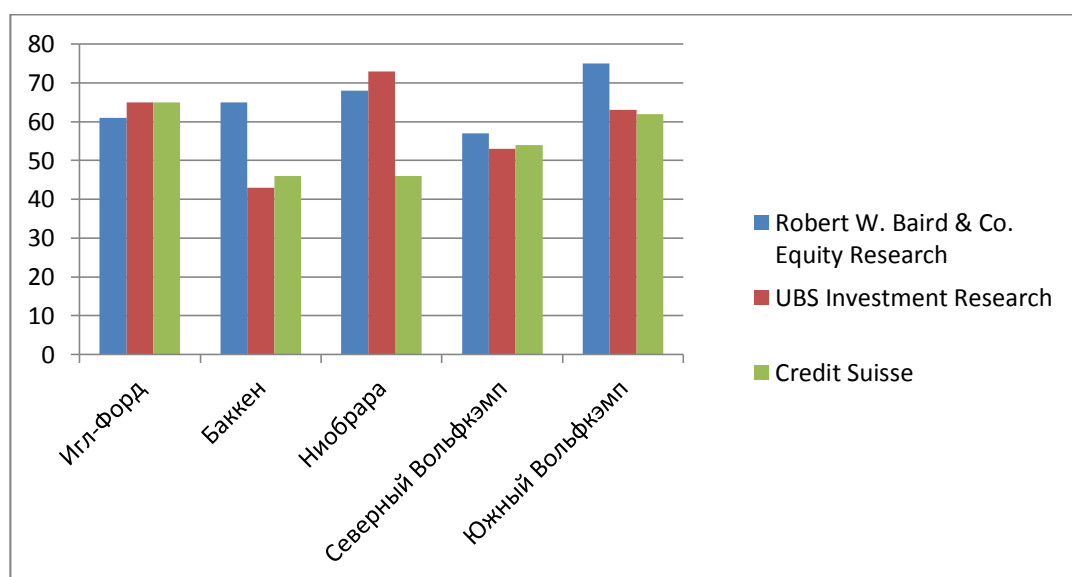


Рисунок 2 - Оценка стоимости барреля нефти для разработки безубыточных проектов

Это было выражено в решении нефтяного картеля сохранить существующие объемы добычи, не смотря на снижение мировых цен на нефть почти в 2 раза. На наш взгляд, принятие данного решения обусловлено двумя основополагающими мотивами:

- желанием поддержать свой бюджет, основным источником которого являются доходы от продажи нефти;
- желанием негативно повлиять на нефтяную промышленность США, основу которой в настоящий момент составляют компании, добывающие сланцевую нефть.

Результаты, полученные в ходе исследования, говорят о том, что несмотря на понижение мировых цен на нефть, ситуация на рынке сланцевых месторождений нефти осложнилась, но не стала критической (рис. 3).

Так, в настоящее время уже есть прецедент банкротства нефтяной компании, специализирующейся на добыче сланцевой нефти (WBNEnergy), многие аналитики отмечают, что это единичный случай и что будущее сланцевой энергетики будет обеспечено за счет выживания наиболее экономически эффективных технологий и месторождений сланцевой нефти.

Данная эффективность уже была доказана в том, что, несмотря на незначительное увеличение добывающих нефтяных скважин на месторождениях сланцевой нефти США (в 2013г. –1370, в январе 2014 г. -1403, в декабре 2014 г. - 1530), производительность выросла за 2014 год на 34%.

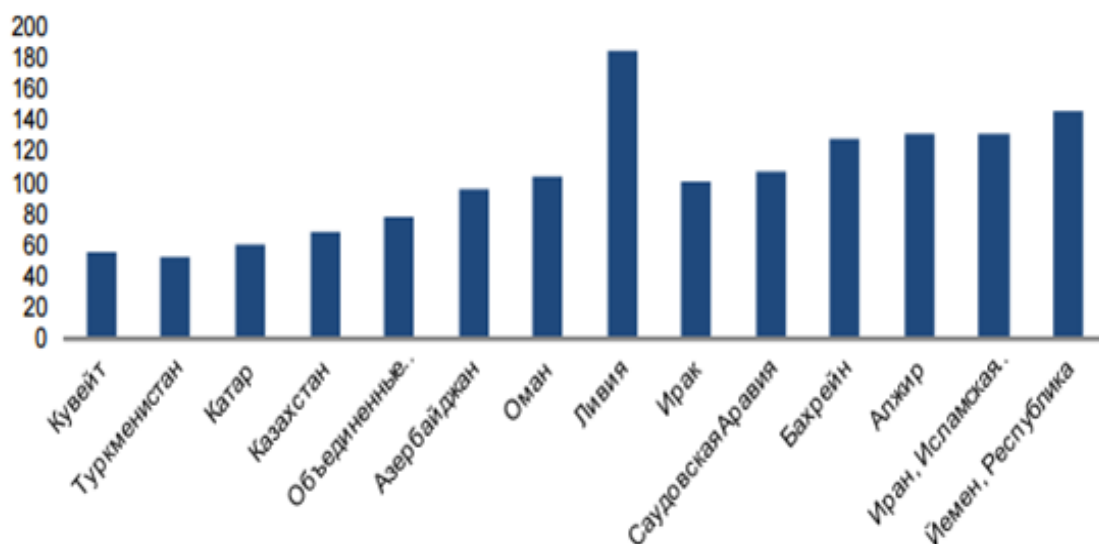


Рисунок 3 - Цены на нефть, обеспечивающие сбалансированность бюджета на 2015 г.

Это говорит о том, что даже при сокращении в 2015 г. количества нефтяных скважин на 20% (1250), при такой производительности они будут давать эффект, сравнимый с 1675 работающими скважинами производительностью 2014 г. Это значит, что даже при снижении капиталовложений в разработку нефтяных месторождений при сохранении объема инвестиций в разработку технологий может получен существенный эффект, не только не снижая объемы добычи, но и увеличивая их.

Однако следует отметить негативное влияние низких мировых цен на нефть на нефтяные компании, занимающиеся разработкой сланцевых месторождений нефти. Так, ConocoPhillips заявила о сокращении инвестиций на 20%, отказавшись от разработки новых месторождений (PermianBasinв Западном Техасе, Niobarav Колорадо, Montneui Duvernaув западной Канаде), желая сосредоточиться на действующих месторождениях (Bakkenв Северной Дакоте и EagleFordв Техасе). Согласно данным Drillinginfo, количество лицензий на бурение, выданных в ноябре 2014г. на 34% меньше, чем в октябре 2014 г. Данное снижение можно было бы считать сильной рецессией, если бы количество выданных лицензий на бурение в ноябре 2013 г. не было бы ниже этого показателя в ноябре 2014 г. на 13%.

Вывод. За последние 20 лет себестоимость добычи сланцевых углеводородов снизилась в несколько раз. С момента начала разработки сланцевых месторождений нефти большинство экспертов говорило о том, что у сланцевой нефти нет будущего и она неконкурентоспособна. В сланцевую революцию не верил никто. Однако 7 апреля 2014 года японская компания Јарех начала добычу сланцевой нефти на севере острова Хонсю (Япония). Запасы нефти на данном месторождении оцениваются в 100 миллионов баррелей [8]. На территории Российской Федерации было найдено крупнейшее в мире месторождение сланцевой нефти – Баженовская свита. Общий запас сланцевой нефти по данным «РИТЕК» составляет от 0,8 до 2,1 триллиона тонн.

Разработку данного месторождения ведут компании ОАО «Роснефть», ОАО «Сургутнефтегаз» и ПАО «Лукойл». Все это позволяет говорить, что у сланцевой нефти определенно есть будущее даже в условиях низких мировых цен на нефть.

Библиографический список:

1. Батлер Р.М. Горизонтальные скважины для добычи нефти, газа и битумов, Ижевск, Институт компьютерных исследований, 2010 – 536с.
2. Тетельмин В.В., Язев А.В. Нефтегазовое дело, Интеллект, 2014, -800 с.
3. Исследования себестоимости сланцевой нефти UBSInvestmentResearch
4. Исследования себестоимости сланцевой нефти CreditSuisse
5. <https://www.dmr.nd.gov/oilgas/presentations/FullHouseAppropriations010815.pdf>
6. <http://top.rbc.ru/economics/10/03/2015/54fed18a9a7947851df29142>
7. Исследования себестоимости сланцевой нефти RobertW. Baird&Co. Equity Research
8. <http://lenta.ru/news/2014/04/07/shale/>

ББК 65.290-21.73

УДК 69.0

Левицкий Т.Ю., Зинченко Н.В.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА КОНКУРЕНТНОМ РЫНКЕ

Levitsky T.Y., Zinchenko N.V.

STRATEGIC POSITIONING OF BUILDING PRODUCTS IN A COMPETITIVE MARKET

Обосновано, что эффективная деятельность строительного предприятия на современном конкурентном рынке осуществляется на основе применения принципов стратегического позиционирования. Предложены методические подходы к обеспечению устойчивого рыночного позиционирования строительной продукции. Доказано, что повышение конкурентных преимуществ строительной продукции во многом определяется правильным выбором стратегии формирования и использования ресурсного потенциала строительного предприятия.

Ключевые слова: *строительная продукция, стратегическое позиционирование, конкурентные преимущества, конкурентоспособность.*

It is proved that the effective operation of a construction company in today's competitive market is based on the application of the principles of strategic positioning. The methodical approach to the sustainable market positioning of construction products. It is proved that the increase of competitive advantages of construction products is largely determined by the correct choice of strategy of formation and use of the resource potential of construction enterprises.

Key words: *building products, strategic positioning, competitive advantages, competitiveness.*

В настоящее время строительному комплексу РФ отводится значительная роль в преодолении кризисных явлений в экономике. Целью организационно-экономических преобразований строительного комплекса является максимальное повышение его эффективности и конкурентоспособности, реализуемых на государственном уровне – на основе необходимой для функционирования строительных предприятий нормативно-правовой базы; на отраслевом уровне – на основе повышения качества, снижения сроков и стоимости строительства, а также организационно-технологического реформирования его материально-технической базы. Одним из главных направлений эффективного развития строительного комплекса является повышение конкурентоспособности строительной продукции.

Конкурентоспособность строительной продукции определяется ее обобщенной характеристикой, которая позволяет выявить преимущества совокупности ее свойств перед аналогичными объектами конкурента.

В общем смысле конкурентоспособность представляет собой относительную оценку преимуществ строительных предприятий, которая позволяет им с большей эффективностью удовлетворять потребности заказчиков. В условиях возросшей неопределенности конкурентной среды значительно усложняются проблемы, от решения которых зависит степень устойчивости конкурентных преимуществ предприятий строительного комплекса.

Эффективная деятельность строительного предприятия на современном конкурентном рынке осуществляется на основе применения принципов стратегического позиционирования, предполагающих нацеленность на достижение конечного практического результата производственной деятельности путем реализации стратегии и тактики активного приспособления к потребностям и спросу потенциальных покупателей с одновременным и целенаправленным воздействием на них. Это дает возможность ориентировать всю деятельность строительного предприятия на долговременный результат.

Повышение устойчивости конкурентных преимуществ строительного предприятия обеспечивается путем создания осязаемых отличительных особенностей продукции для конкретного сегмента рынка [2].

Степень устойчивости конкурентных преимуществ строительной продукции определяется выбором технологического процесса на основе баланса между потребностями заказчиков и возможностями строительного предприятия. Именно поэтому строительное предприятие должно осуществлять свою деятельность на основе анализа потребностей заказчиков, позволяющего оценить позиционирование строительной продукции на целевом сегменте рынка. Позиционирование строительной продукции на целевом сегменте рынка – это процесс обеспечения данной продукции и строительного предприятия наибольших покупательских предпочтений [3].

В общем смысле стратегическое позиционирование определяет восприятие предприятия, фирмы, компании покупателями и партнерами в сравнении с конкурентами и рынком, что отражает сущность бизнес-стратегии предприятия [1]. От выбранной стратегической позиции зависят стратегические инициативы и коммуникативные программы.

Стратегическая позиция должна отвечать следующим требованиям:

- должна быть действительно стратегической, отражая долгосрочные перспективы предприятия по завоеванию рыночного преимущества над конкурентами, изменяться только в случае внесения корректив в стратегию;
- позиция должна соответствовать стратегии бизнеса;
- определяться относительно конкурентов и рынка;
- должна быть логичной и, или эмоционально релевантной для покупателей и близкой к рынку.

Стратегическая позиция строительного предприятия – аналог индивидуальности производимой продукции и самого предприятия. Для создания

устойчивых конкурентных преимуществ необходимо решение вопроса о выборе правильной стратегической позиции. Как показывает практика, этот процесс параллелен анализу факторов, определяющих позицию строительной продукции на рынке, к которым относятся: цена, качество, имидж, эстетичность, надежность и другие.

В таблице 1. сгруппированы основные факторы, способствующие созданию конкурентных преимуществ строительных предприятий.

Таблица 1 - Факторы, способствующие созданию конкурентных преимуществ строительной продукции

Улучшение свойств строительной продукции	Улучшение методов продвижения и продаж	Оптимизация выбора сегмента рынка
Повышение надежности	Усиление имиджевой рекламы	Стратегическое позиционирование
Повышение долговечности	Оптимизация цены и качества	Охват части смежного сегмента рынка
Снижение материальных затрат	Увеличение скидок и льгот	Позиционирование на основе потребительских преимуществ продукции
Современный дизайн	Введение различных форм продаж	Получение дополнительных лицензий

Процесс рыночного позиционирования можно представить как переход от оценки рыночных возможностей строительного предприятия к анализу позиции его продукции на рынке, а затем к выявлению и занятию рыночной ниши. Анализ рыночной позиции позволяет разработать рыночную стратегию предприятия – стратегию удержания, стратегию освоения, стратегию проникновения. Сущность стратегии удержания сводится к удержанию завоеванной ранее рыночной позиции. Стратегия освоения применима для укрепления и расширения рыночной позиции своей продукции. Стратегия проникновения используется при занятии выгодной рыночной позиции (ниши).

При создании устойчивых конкурентных преимуществ возможны следующие тактические приемы рыночного позиционирования строительного предприятия [3]:

1. Позиционирование на основе потребительских преимуществ товара (например, более комфортное жилье, престижные, экологически безопасные районы застройки);

2. Позиционирование путем расширения круга потенциальных покупателей данного вида строительной продукции (например, предоставление жилья с оплатой в рассрочку);

3. Позиционирование за счет повышения престижности товара (например, использование в строительстве жилья прогрессивных архитектурных решений, элитное жилье);

4. Позиционирование, основанное на учете слабых и сильных сторон конкурентов.

Для успешного позиционирования строительного предприятия необходима благоприятная внешняя среда, которая формируется на основе взаимоотношений с другими участниками рыночного сегмента.

Строительные предприятия, осуществляющие успешное позиционирование на рынке, по нашему мнению, должны руководствоваться следующими правилами: постоянный поиск отличительных свойств товара; сочетание научно-технических достижений с экономической выгодой для предприятия и его заказчиков; сохранение лидирующего положения на рынке; своевременный уход с неперспективного рынка; возможность завоевания новой рыночной ниши; поиск компромисса с ведущими конкурентами на рынке по разделу сфер влияния и установлению контроля над определенным сегментом рынка.

В практическом плане прочность рыночного положения строительного предприятия может рассматриваться как сравнительная прибыльность хозяйствования, характеризующая финансовые возможности удержания рыночных позиций. Для оценки рыночных позиций и их усиления строительному предприятию необходимо детализировать внутреннюю структуру совокупного потребительского эффекта и совокупных затрат, определить величину каждого их элемента и целенаправленно, выбрав определенную стратегию маркетинга, влиять на них в направлении повышения устойчивости своего присутствия на рынке.

В качестве одного из организационно-экономических путей повышения устойчивости конкурентных преимуществ строительной продукции могут быть предложены методические подходы по сегментации рынка с четким определением рыночной ниши, т.е. отбор целевых рынков, который проводится в целях сосредоточения усилий на удовлетворении потребностей только отобранных групп заказчиков. Отбор целевых рынков включает: изучение спроса; сегментирование рынка; отбор целевых сегментов и позиционирование продукции на рынке.

Однако для строительного предприятия мало простого понимания потребности в отдельно взятой продукции, необходимо знать еще и платежеспособный спрос, то есть спрос, обеспеченный денежными средствами заказчиков.

Для изучения текущего уровня спроса необходимо рассмотреть общие направления формирования потенциальных заказчиков. Разброс потребностей между различными классами заказчиков будет довольно большой. Анализ имеющихся тенденций в изменении спроса должен базироваться на изучении динамики колебаний в разрезе отдельных заказчиков.

Сегментирование по группам заказчиков и потребителей строительной продукции довольно сложный и трудоемкий процесс. Существует множество критериев сегментации строительного рынка, позволяющих разбить его на большое количество довольно узких сегментов. Поэтому выбор критерия, или, как принято говорить, сегментационной переменной, встает в разряд важнейших задач на этапе отбора целевых рынков. Однако следует иметь в виду, что сегментационные переменные создают основу только лишь первичной сегментации. Для окончательной сегментации необходимо использовать следующие сегментационные переменные: оборот; особенности производства; оборотные средства; текущие обязательства; основные средства; долгосрочная и краткосрочная задолженность; прибыльность; отношения с конкурентами.

Изучение перспектив развития строительных предприятий и влияющих на них факторов является совершенно необходимым этапом на пути построения конкурентных преимуществ.

Для того чтобы выявить их, необходимо провести анализ конкурентной рыночной ситуации, который определит ключевые факторы успеха, сильные и слабые стороны самого опасного конкурента, выявленного по данным факторам. Исходя из полученной информации, предприятие может определить конкурентные преимущества, в отношении которого оно имеет наилучшие позиции, а также принять решение о достижении преимущества в конкретной области и попытаться нейтрализовать очевидных соперников. Например, во внимание принимаются такие факторы конкурента, как ширина ассортимента и качество материалов, транспортное обеспечение доставки строительных материалов на склады предприятия, связи с поставщиками, качество строительства, удобство расположения объекта. На каналы продвижения строительной продукции влияют месторасположение покупателей и способы приобретения.

Не менее важное значение для создания устойчивых конкурентных преимуществ строительной продукции имеет использование ресурсного потенциала строительного предприятия. При прочих равных условиях, чем шире выбор ресурсов и чем более прогрессивными они являются, тем потенциально легче занять выгодную позицию на рынке, успешно конкурируя по качеству, цене и другим параметрам строительной продукции.

Процесс мобилизации ресурсов начинается с того, что механизм использования ресурсного потенциала строительного предприятия приводится в соответствие с осуществляемой стратегией для того, чтобы высшее руководство должно было привести характер и направленность деятельности функциональных подразделений в соответствии с задачами реализации конкурентной стратегии. Основным инструментом, используемым для распределения ресурсов, является составление и исполнение бюджета, который может касаться не только денежных средств, но и запасов, капитальных средств, и т.д.

Важнейшим условием эффективного использования ресурсов и соответственно эффективного осуществления конкурентной стратегии является их правильное распределение во времени. Для этого руководство строительного

предприятия должно установить стратегические ориентиры использования ресурсов, которые фиксируют то, на какие цели могут осуществляться затраты. Далее на стадии выполнения должна быть проанализирована потребность в ресурсах для решения отдельных задач и выполнения функций, определены приоритеты в распределении ресурсов таким образом, чтобы финансирование в наибольшей мере способствовало осуществлению конкурентной стратегии.

Для того чтобы объективно оценить рыночные перспективы строительной продукции рекомендуем использовать те же критерии оценки, что и потребитель. С учетом данного положения необходимо постоянное уточнение перечня параметров, отвечающих требованиям стандартов и норм и существенных с точки зрения потребителя.

Практика оценки рыночных позиций продукции основывается на сравнительном анализе ее совокупных характеристик, сопоставлении с аналогами по степени удовлетворения конкретных потребностей и по стоимостным характеристикам. Потребителя, прежде всего, интересует эффективность эксплуатации объекта, понимаемая как отношение совокупного полезного эффекта к совокупным затратам на приобретение, эксплуатацию, ремонт, техническое обслуживание.

В целях обеспечения покупателю преимуществ по основным параметрам продукции строительное предприятие должно нести определенные расходы. Поэтому для строительного предприятия в практическом плане устойчивость конкурентных преимуществ может рассматриваться как сравнительная прибыльность хозяйствования, характеризующая, в конечном счете, финансовые возможности удержания рыночных позиций.

Рост конкурентных преимуществ, при котором деятельность и окружение становятся более сложными и цели перемещаются от выживания к достижения стратегических целей и задач на конкурентном рынке, представленных в таблице 2. Главный критерий выбора стратегии — адаптация возможностей строительных предприятий к конкретным условиям рынка. В этом смысле базовые стратегические задачи являются принципиальной общеэкономической основой, на которой строятся практические действия руководства строительного предприятия.

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить, что выбор стратегии, в наибольшей степени соответствующей особенностям строительного предприятия и тенденциям развития на конкурентном рынке, включает ряд процедур: оценку преимуществ стратегии и ее рисков; анализ соответствия рыночных условий, требуемых для реализации стратегии, реальной ситуации на рынке; анализ соответствия особенностей организации производства и управления на предприятии предъявляемым требованиям.

Анализ возможности использования стратегий рыночного позиционирования для формирования конкурентных преимуществ строительной продукции, позволяют сделать ряд обобщений:

1. Наиболее важной причиной, определяющей необходимость сосредоточения деятельности строительного предприятия на различных стратегиях

формирования устойчивых конкурентных преимуществ в рамках единого строительного комплекса, является ограниченность производственных ресурсов и мощностей. Действительно, производственная сегментация, например, создание отдельных структур, работающих в рамках различных стратегий, не может продолжаться бесконечно, как этого требует рынок, из-за высокой капиталоемкости организации новых производств.

2. Практика доказывает, что относительно большое количество строительных предприятий осуществляет одновременное следование нескольким базовым стратегиям.

3. Одним из перспективных направлений поиска новых форм организации производства является процесс диверсификации. Диверсификация является одной из форм обеспечения устойчивости строительных предприятий при сильной изменчивости организационно-экономической среды. Диверсификация подразумевает разработку и согласование стратегий формирования устойчивых конкурентных преимуществ для производственных подразделений и предприятия в целом.

Таблица 2 - Стратегические задачи повышения конкурентоспособности строительной продукции

Стратегические задачи усиления рыночных позиций	Снижение издержек, гибкая ценовая политика	Повышение качества продукции	Обеспечение отличительных преимуществ строительной продукции
Рациональное использование ресурсного потенциала	+	+	+
Обновление оборудования		+	+
Освоение новых технологий строительства объектов		+	+
Развитие методов проектного финансирования	+		
Повышение квалификации персонала	+	+	+
Использование сырья и комплектующих мирового качества		+	+
Совершенствование методов управления производством	+	+	+

В зависимости от степени связанных с этой стратегией рисков различают следующие типы диверсификационных проектов:

а) горизонтальная диверсификация — расширение существующей производственной программы за счет изделий, которые еще связаны с ней в ма-

териальном отношении, т.е. они, к примеру, используют то же самое сырье и близкие технологии, применяют имеющиеся системы распространения или родственные сегменты рынка;

б) вертикальная диверсификация — углубление программы как за счет сбыта уже существующей продукции, так и в направлении источника сырья и средств производства;

Учет перечисленных требований позволяет более полно использовать преимущества одновременной реализации стратегий формирования устойчивых конкурентных преимуществ в различных диверсифицированных сферах строительного бизнеса.

Вывод. Для обеспечения устойчивых конкурентных преимуществ строительной продукции должны выполняться следующие требования: существенное повышение надежности функционирования строительных предприятий и строгое соблюдение договорных обязательств; повышение качества строительной продукции и степени ее готовности к эксплуатации; изменение характера сооружаемых объектов, более полная их адаптация к изменяющимся условиям производства; обеспечение безубыточной работы; усиление адаптации строительных предприятий и организаций. К изменениям в потребительских предприятиях потенциальных заказчиков.

Библиографический список:

1. Михальски Т., Кристоф Р. Конкурентные преимущества глобальных компаний как результат прямых инвестиций// Проблемы теории и практики управления, 2002г., №2.
2. Эсетова А.М., Левицкий Т.Ю. Инновационный потенциал как определяющий фактор роста конкурентных преимуществ строительной продукции//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014.- №.34. – С. 120-128.
3. Эсетова А.М., Магомедов Х. М.-М. Целевая ориентация маркетинга на эффективное использование рыночного потенциала строительного предприятия //Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – Махачкала : ДГТУ, 2006. – Т. I. – № 8 – С. 173-177.

УДК 614.2 / ББК 51.1

Тайгибова Т.Т.

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕСУРСОВ УЧРЕЖДЕНИЙ

Taigibova T.T.

STRATEGIC APPROACH TO EFFECTIVE USE OF RESOURCES AGENCIES

В данной статье рассматриваются основные проблемы эффективного использования ресурсов учреждений здравоохранения в рамках реализации стратегий развития. Анализируются способы и методы повышения эффективности использования ресурсов учреждений здравоохранения. Исследованы способы эффективного расходования финансовых ресурсов. Предложены стратегии эффективного использования ресурсов учреждений здравоохранения.

Ключевые слова: ресурсы, стратегии, анализ, повышение эффективности, оценка.

This article discusses the main problems of effective utilization of health facilities as part of strategies. Analyzes the ways and methods to improve the efficiency of resource use of health facilities. Explore ways of effective utilization of financial resources. Proposed strategies for effective utilization of health facilities .

Key words: resources, policies, analyzes, increase in efficiency, appraisal.

Рынок медицинских услуг в последние годы имеет устойчивую тенденцию к росту, что связано с непрерывным научно-техническим прогрессом в области медицины.

В настоящее время использование ресурсов учреждений здравоохранения, т.е. совокупности сложившихся в учреждении потенциальных возможностей, а также альтернативных возможностей и их источников, применение которых научно обосновано и перспективно, характеризуется недостаточной степенью эффективности, что непосредственным образом отражается на качестве оказываемых медицинских услуг [1].

Для эффективного использования ресурсов разрабатываются мероприятия, направленные на сокращение расходов, на содержание основных фондов; планируется работа общественных комиссий по рациональной эксплуатации основных и оборотных средств. Кроме того, в учреждениях здравоохранения и в его структурных подразделениях создаются управления использованием ресурсов.

Управление использованием ресурсов выполняет различные функции, связанные со сбором информации по объемам потребления и стоимости медицинских услуг на всех этапах их оказания, сравнение цифр по объемам медицинской помощи с контрольными цифрами, контролем за соблюдением клинических стандартов, осуществлением постоянного мониторинга показателей объемов и стоимости медицинских услуг.

Эффективность использования ресурсов проявляется в повышении качества оказываемых населению медицинских услуг; в повышении или уменьшении ресурсной потребности без соответствующих изменений в стоимости и объеме медицинских услуг, оказываемой населению; уменьшение риска (врачебные ошибки) пациентов и персонала, т.е. в оказании более качественной медицинской услуги [2].

Оценка эффективности использования ресурсов учреждений здравоохранения основана на следующих методах:

- перспективный анализ, т.е. рассматриваются случаи лечения до госпитализации или до обращения больного в учреждение здравоохранения. На этом этапе акцент делается на обеспечение полной готовности больного для стационарного лечения;

- текущий анализ, т.е. дается оценка хода лечебно-диагностического процесса на его активной стадии. Ежедневно рассматривается каждый случай стационарного лечения на предмет рациональности выбранного курса лечения в соответствии с клиническим стандартом;

- ретроспективный анализ - используют после окончания лечения. Дается оценка по результатам лечения в увязке с оценкой эффективности использования ресурсов.

Для повышения эффективности использования кадровых ресурсов разрабатываются мероприятия, определяющие четкое соответствие уровня профессиональной подготовки объему и сложности выполняемой работы; эффективности использования материальных ресурсов - меры, направленные на сокращение сроков доставки и хранения ресурсов, исключаящие преждевременное списание; интеллектуальных ресурсов - ориентация на то, что любое внедрение новых технологий и результатов научного исследования должно давать сокращение ресурсных затрат.

Для эффективного расходования финансовых ресурсов необходимо, прежде всего, создать условия по рациональному и целевому использованию денежных средств. При осуществлении финансового контроля необходимо осуществлять проверку в части соблюдения установленного нормативно-правовыми актами порядка финансирования, а также экономической обоснованности распределения и использования финансовых средств.

Одним из существенных разделов повышения эффективности управления ресурсами учреждений здравоохранения являются разработка и реализация мероприятий по улучшению лечебно-диагностического процесса за счет увеличения коэффициентов использования медицинского оборудования,

внедрения новых методов диагностики и лечения, а также повышение квалификации медицинского персонала [3].

На основе ресурсного потенциала можно построить модель управления эффективностью медицинских услуг на основе ресурсного подхода в целях углубления методического инструментария изучения взаимосвязи эффективности медицинских услуг и применения интеграционного подхода к оценке ресурсного потенциала (рис.1).



Рисунок 1 - Модель управления эффективностью медицинских услуг на основе ресурсного подхода

В модели управления эффективностью медицинских услуг на основе ресурсного подхода можно выделить такие элементы, как управляющая, управляемая подсистемы, а также прямая и обратная связь. Все эти элементы связаны между собой и подвергаются влиянию факторов внешней среды учреждения, имеют различные модификации, но в целом являются достаточно унифицированными для любого учреждения. Для повышения эффективности использования разрабатываются также мероприятия, направленные на сокращение расходов, связанных с содержанием основных фондов (бережливая эксплуатация помещений и оборудования).

Немаловажную роль имеет финансовый контроль финансово-хозяйственной деятельности учреждений здравоохранения. Финансовый контроль осуществляется органами налоговой службы Российской Федерации, целью которого является выявление сокрытых от налогообложения доходов, а также в случае получения ими доходов, помимо бюджетных средств обязательного медицинского страхования (предоставление медицинских услуг за личный счет граждан).

Финансовый контроль является важной составляющей мероприятий, направленных на повышение эффективности использования ресурсов в учреждениях здравоохранения.

Разработка и реализация мероприятий по улучшению лечебно-диагностического процесса является одним из существенных способов повышения эффективности использования ресурсов учреждений здравоохранения, который включает в себя:

- меры, направленные на улучшение диагностики (увеличение коэффициентов использования оборудования, внедрение новых методов диагностики);
- меры, направленные на улучшение лечения: (обучение медицинского персонала новым методам лечения и внедрение новых методов лечения).

Доступные ресурсы для здравоохранения всегда будут оставаться ограниченными. Это применимо ко всем уровням системы здравоохранения: федеральному, региональному и муниципальному, а также и ко всем странам.

Деятельность системы здравоохранения реализуется через ряд стратегий, в том числе в области сдерживания спроса и предложения на медицинские услуги. Данные стратегии включает в себя приоритеты, цели, задачи, технологии, ресурсное обеспечение, систему индикаторов, характеризующих результаты деятельности (рис.2) [4].

Реализация стратегий оказания лечебно-профилактической помощи населению нацелена на адаптацию системы здравоохранения к новым экономическим условиям, повышение качества и эффективности оказываемых медицинских услуг.

В итоге формируется система здравоохранения, характеризующаяся наличием управляющей структуры (субъектов управления) и управляемой структуры (объектов управления), а также связей и взаимоотношений между элементами системы. Оценка эффективности стратегии определяется по си-

стеме индикаторов, в которые включаются уровень удовлетворенности населения медицинской помощью, показатели здоровья населения, а также медицинской и экономической эффективности.



Рисунок 2 - Стратегии эффективного использования ресурсов учреждений здравоохранения

С позиции соотношения спроса и предложения на медицинские услуги можно выделить следующие стратегии ресурсосбережения в здравоохранении.

Стратегия сдерживания спроса населения на медицинские услуги включает в себя:

- соучастие населения в расходах на охрану здоровья (в этой части необходимо принять меры смягчения последствий соучастия в расходах для малообеспеченных слоев населения);
- вакцинопрофилактику;
- здоровый образ жизни;
- здоровое питание, водопотребление и пр.;
- экологическую безопасность, эффективное природопользование.

Все эти мероприятия уменьшают нагрузку на систему здравоохранения и, следовательно, снижают объем потребляемых ресурсов.

При анализе сдерживания спроса населения на медицинские услуги следует помнить, что здравоохранение является лишь частью в системе охраны здоровья населения.

Более перспективной является стратегия сдерживания предложения медицинских услуг. Данная стратегия включает в себя:

- анализ материально-технической базы здравоохранения и оценка эффективности использования ресурсов отрасли;
- выбор приоритетов развития здравоохранения;
- развитие механизма стратегического планирования системы здравоохранения, включая ее структуру, ресурсное и технологическое обеспечение, внедрение методов экономического анализа в оценку деятельности системы здравоохранения, ее отраслей и субъектов хозяйствования;
- установление предельных уровней расходов на здравоохранение путем составления фиксированных бюджетов, смет и установления тарифов на медицинские услуги;
- изменение подходов к организации и оплате труда медицинских работников, как механизма формирования стимулов у лечебно-профилактических учреждений к проведению реструктуризации и эффективному использованию ресурсов;
- структурную перестройку здравоохранения.

Оценка ресурсов здравоохранения позволяет определить состояние материально-технической базы отрасли, провести анализ эффективности ее использования, рассчитать средства, необходимые для воспроизводства активной и пассивной частей основных производственных фондов [5].

Перспективной стратегией структурной перестройки здравоохранения может быть стратегия умеренной реструктуризации здравоохранения.

Данная стратегия является основой принятой Правительством программы государственных гарантий обеспечения граждан РФ медицинской помощью. Программа утверждает принцип увязки государственных обязательств с ожидаемыми размерами финансовых средств бюджетов здравоохранения разного уровня и системы обязательного медицинского страхования.

Программа предусматривает основным направлением реструктуризации здравоохранения уменьшение почти на 20% объема стационарной помощи за счет развития стационарзамещающих видов помощи. Очевидно, что за счет некоторого сокращения коечного фонда и его реструктуризации добиться существенной экономии средств, а также обеспечения финансовой сбалансированности программы государственных гарантий невозможно.

Это обусловлено двумя факторами:

1. Дефицитом финансовых средств на реализацию территориальных программ.
2. Сокращение и реструктуризация коечного фонда дает незначительную экономию финансовых средств в связи с тем, что в структуре затрат на стационарную помощь преобладают фиксированные расходы, которые не зависят от объемов медицинской помощи (коммунальные затраты, оплата труда).

Стратегия глубокой реструктуризации здравоохранения является более радикальным вариантом реструктуризации здравоохранения. Стратегия свя-

зана с выводом из системы общественного здравоохранения части финансово необеспеченных или просто излишних мощностей больниц.

Совершенно очевидно, что стратегия глубокой реструктуризации может быть реализована и в условиях крупных городов. Здесь за счет развитой сети медицинских учреждений имеется возможность осуществить перегруппировку видов и объемов медицинской помощи между отдельными стационарами, оказывающими как специализированную, так и квалифицированную медицинскую помощь, и где эта помощь зачастую дублируется.

К числу стратегий, которые имеют ограниченные возможности для реализации и могут привести к снижению затрат на здравоохранение, следует также отнести: исключение из программы государственных гарантий некоторых видов медицинской помощи и перевод их на платную основу; ограничение числа получателей медицинской помощи по программе государственных гарантий; развитие добровольного медицинского страхования, а также сферы платных медицинских услуг [5].

Однако реализация данных стратегий ограничивается непопулярностью предлагаемых мер для населения, его низкой платежеспособностью, несовершенством правовой и нормативной базы, дефицитом ресурсной базы, инертностью мышления медицинских работников и пр.

Таким образом, формирование системы управления ресурсами представляет комплекс взаимосвязанных процессов планирования, организации, контроля, характеризующихся совокупностью организационно-экономических взаимодействий, решающих вопросы рационального ресурсного обеспечения учреждений в соответствии с приоритетами и задачами эффективного развития системы здравоохранения.

Стратегии развития здравоохранения на ближайшие годы основываются на формировании сбалансированного механизма соотношения спроса населения на медицинские услуги и предложения качественных услуг со стороны системы здравоохранения.

Библиографический список:

1. Лисицын Ю.П. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник. – 2-е изд. - М.: ГЭОТАР – Медиа, 2011. – 512 с.
2. Малахова Н.Г. Маркетинг в здравоохранении: учеб. пособие / Н.Г. Малахова. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 229 с.
3. Засимова Л.С. Внедрение новых технологий в медицинских организациях: учеб. пособие. – Москва: Высшая школа экономики, 2013. – 137 с.
4. Вялков А.И. Управление и экономика здравоохранения: учеб. Пособие / Под ред. А.И. Вялкова. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2009. – 453 с.
5. Попова Г.В. Методические основы оценки и оптимизации ресурсного обеспечения учреждений здравоохранения на основе модели бюджетирования // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2010. - № 3. - С. 7-13.

РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Алибеков Али Казибекевич – кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, землеустройства и кадастров, факультета нефти, газа и природообустройства ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: ali.dgtu@rambler.ru

Акаев Абдулжафар Имамусейнович – старший преподаватель кафедры сопротивления материалов, теоретической и строительной механики, архитектурно-строительного факультета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет».

E-mail: aabduldzhafar@mail.ru

Акмаров Петр Борисович - кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической кибернетики и информационных технологий, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ижевск

E-mail: akmarov@izhgsha.ru

Алимерденов Вадим Шамсутдинович - ассистент кафедры управления и информатики в технических системах, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: yadim080487@yandex.ru

Асланов Гайдарбек Кадырбекович – доктор технических наук, профессор кафедры управления и информатики в технических системах, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uits@dstu.ru

Асланов Тагирбек Гайдарбекович - заместитель директора по инновационной деятельности ФГБОУ ВПО «Российская правовая академия Министерства юстиции Российской Федерации »Северо-Кавказский (г. Махачкала) филиал.

E-mail: skfrpa@yandex.ru

Ахмедова Лейла Мурадовна – магистр ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: leilashka85@mail.ru

Бабаев Альберт Бабаевич - ведущий научный сотрудник Института физики им. Х.И. Амирханова Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала.

E-mail: b_albert78@mail.ru

Вагабов Нурулла Магомедович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры основ конструирования машин и материаловедения, филиала ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Каспийск.

E-mail: vagamov01@inbox.ru

Гаджиев Хаджимурат Магомедович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций, факультета радиотехники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: gadjiev.xad@mail.ru

Герейханов Ризван Кудратович – аспирант, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: gereyhanov@gmail.com

Гусейнов Расул Вагидович - доктор технических наук, профессор кафедры технических комплексов и САПР, филиала ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Каспийск.

E-mail: ragus05@mail.ru

Давудов Давуд Курамагомедович – студент ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dkdavudov@mail.ru

Дибирова Гулишат Абдулхамидовна – студентка ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала.

E-mail: b_albert78@mail.ru

Евдулов Денис Викторович - кандидат технических наук, старший преподаватель 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

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

Зинченко Наталья Владимировна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (Краснодарский филиал), г. Краснодар.

E-mail: zin4encko.natasha@yandex.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

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

Калиева Мадина Халитовна – ассистент кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений, архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: anidama@mail.ru

Кишов Расул Магомедович – старший преподаватель кафедры теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: kishovrasul@gmail.com

Князева Ольга Петровна - кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и аудита, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ижевск.

E-mail: izgsha_ur@mail.ru

Курбанов Али Зульпукарович – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и методика обучения» ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет». Заслуженный учитель РД. Почетный работник высшего профессионального образования, г. Махачкала.

E-mail: limat05@mail.ru

Курбанова Зухра Адамовна – кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, землеустройства и кадастров, факультета нефти, газа и природообустройства, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: adamovna05@mail.ru

Левицкий Тимур Юрьевич – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: levitskytimur@mail.ru

Магомедов Арсен Муталимович — аспирант, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: arsen180790@gmail.com

Магомедова Марина Алиевна – кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры «Технология и методика обучения» ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала.

E-mail: limat05@mail.ru

Магомедова Милада Руслановна – кандидат технических наук, декан факультета нефти, газа и природообустройства, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: n-guseynova@mail.ru

Магомедов Магомед Гаджиевич – кандидат технических наук, доцент, декан строительного факультета ГАОУ ВПО «Дагестанский государственный институт народного хозяйства», г. Махачкала.

E-mail: sf@dginh.ru

Магомедова Патимат Арсланалиевна – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgtu.pgs@mail.ru

Мананов Рашид Магомедович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: dgtu.pgs@mail.ru

Мусаибов Балуглан Маилович – аспирант и ассистент кафедры основ конструирования машин и материаловедения филиала ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Каспийск.

E-mail: arab19861@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

Рашидханов Арип Таймасханович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: karlson_boy@mail.ru

Саидахмедова Марида Багаутдиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала.

E-mail: msaidakhmedova@mail.ru

Суетина Наталья Александровна - аспирант кафедры экономической кибернетики и информационных технологий, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ижевск.

E-mail: izgsha_ur@mail.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

Тагиров Халипа Юсупович – аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: uits@dstu.ru

Тайгибова Таиса Тайгибдибировна – соискатель ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: t.t.taigibova@yandex.ru

Устаев Ислам Юнусович – старший преподаватель кафедры экономической теории, факультета финансов и аудита ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: mals87@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

Ханмагомедов Магомед Айтберович – заместитель директора ГАУ РД «Государственная экспертиза проектов», государственный эксперт по разделу проектной документации «Конструктивные и объемно-планировочные решения».

E-mail: xagi_art@mail.ru

Челушкин Дмитрий Алексеевич - аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: chelushkindima1975@mail.ru

Челушкина Татьяна Алексеевна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теоретической и общей электротехники, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: tatyana.cheluschkina@yandex.ru

Шкурко Артем Сергеевич – аспирант, заведующий лабораторией кафедры радиотехники и телекоммуникаций, факультета радиоэлектроники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

E-mail: artdag1989@gmail.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 полутоновых (в градациях серого) рисунков. Журнал изготавливается по технологии офсетной печати. В редакцию журнала необходимо представить:

- распечатку рукописи (2 экз.). Распечатка должна представлять собой твердую копию файла статьи;
- электронную копию, допустима передача по электронной почте;
- элементы заглавия на английском языке (1 экз.);
- экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати (1 экз.);
- справку об авторах и ее электронную копию (1 экз.);
- рекомендацию кафедры (отдела) к опубликованию (следует указать предполагаемую рубрику) (1 экз.);
- две рецензии от докторов наук. Подписи рецензентов должны быть заверены по месту их работы;
- сопроводительное письмо (1 экз.) для сторонних авторов.

Правила оформления текста

Текст подготавливается в текстовом редакторе MicrosoftWord. Статья должна предусматривать разделы: «Введение», «Постановка задачи», «Методы испытаний», «Результаты эксперимента и их обсуждение», «Выводы» или «Заключение». Объем статьи не должен превышать 6-7 страниц машинописного текста, 5 рисунков или фотографий.

Формулы подготавливаются во встроенном редакторе формул MicrosoftWord или в редакторе MathType.

Шрифтовое начертание обозначений в формулах, в таблицах и в основном тексте должно быть полностью идентичным.

Ссылки на формулы и таблицы даются в круглых скобках, ссылки на использованные источники (литературу) - в квадратных прямых.

Формат бумаги А4. Параметры страницы: поля - левое 3 см, верхнее и нижнее 2 см, правое 1,5 см; колонтитулы отсутствуют.

Элементы заглавия публикуемого материала

- УДК/ББК
- Перечень авторов (разделяется запятыми, инициалы после фамилий).
- Название статьи.
- Аннотация - 3-7 строк, характеризующих содержание статьи.
- Ключевые слова - 3-10 слов и словосочетаний, отражающих содержание статьи, разделенных запятыми.

Каждый элемент заглавия приводится, начиная с новой строки, выравнивание проводится по левому краю.

Основной текст

Шрифт TimesNewRoman 14pt, выравнивание по ширине, первая строка с отступом 1 см, межстрочный интервал - 1.

Список литературы

Строка с текстом «**Библиографический список:**».

Собственно библиографический список: каждая ссылка с номером в отдельном абзаце выполняется по ГОСТ 7.1-2003. Библиографическое описание документа. Введ. 01.07.2004. М.: Изд-во стандартов, 2004.

Не должен превышать 10 наименований; приводятся только источники, на которые есть ссылки в тексте (ссылки на неопубликованные работы не допускаются).

Ссылки на материалы, размещенные на электронных носителях, следует давать 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 37**
2 - 2015

Вестник Дагестанского государственного технического университета.
Технические науки. Махачкала, 2015. – Том 37 (2). – 148 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 20.06.2015г. Сдано в печать 20.06.2015г.

Формат 60*84 1/8. Гарнитура «Times». Бумага офсетная

Тираж 500. Усл. п.л. 18.5 Уч. изд.л. 18.5

Заказ № 0119

Отпечатано в ИПЦ ФГБОУ ВО «ДГТУ»

367015, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70.