

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	
<i>Математика</i>	
Л. Н. Раджабова. О некоторых случаях двумерного интегрального уравнения типа Вольтерра с особенностью и логарифмической особенностью в ядре.	7
Б. Махмаёров Ш.Ш. Самаров. Теплопроводность при несимметрических граничных условиях для тел неправильных форм.	14
Т.С.Орипов. Об одной системе уравнений в частных производных второго порядка с сингулярными коэффициентами.	17
<i>Физика</i>	
Дж. Б. Аминов, Б. Аминов, Х. Маджидов. Соотношение между теплофизическими и термодинамическими свойствами композиционных материалов на основе алюминия.	21
<i>Химия</i>	
А.Б.Бадалов, И.Р.Исмоилов, Ф.К.Ходжаев, Т.Д.Джураев. Системный анализ термических характеристик лантаноидов.	25
Р.А. Олимов, Дж.М. Обидов, З.М. Саломатшоева, М.Б. Каримов. Синтез 5-алкоксиметил-2(1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндоксифталевый ангидрид – 3'-ил) – 1,3-диоксолана на основе 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланов и малеинового ангидрида.	28
<i>Машиностроение и технология материалов</i>	
С.З.Зульфганов, Ф.М.Сафаров, Х.Д.Музафаров, Д.Х.Содиқов. Теоретический анализ взаимодействия основных рабочих органов валичного джина и их влияние на процесс дженирования.	31
Ш. С. Табаров, А. А. Сафаров. Основные показатели оценки коэффициента переноса краски флексографическим способом печати на невпитывающих материалах.	35
<i>Информатика и связь</i>	
Джалолов У.Х., Юнусов Н.И., Назаров А.Ш. Пиров Ф.С. Синтез нейросетевой системы управления электроприводом манипуляционного робота одного вида.	40
А. И. Акмалходжаев. Сравнительный анализ алгоритмов декодирования турбокодов на примере турбокода стандарта 3GPP LTE.	44
Ф.С.Пиров, С.О. Набиев, У.Х.Джалолов, Ш.Е. Холов. Автоматизированная система оценки качества сортировки насыпных материалов на основе классифик.	47
<i>Энергетика</i>	
А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров. Применние расчетных карт напряженности электрического поля вдоль воздушных линии электропередачи напряжением 500 кв для защиты линейного персонала при обслуживании данных линий в условиях Республики Таджикистан.	54
Ш.Т. Дадабаев, В.Н. Ларионов. Исследования применения энергоэффективных способов управления в электроприводах с вентиляторной нагрузкой.	59
Ю.А. Секретарев, Ш.М. Султонов, А.Д. Мехтиев. Применение оптимизационных методов для наивыгоднейшего распределения активной мощности между гидроэлектростанциями энергосистемы Таджикистана.	60
С.Расулов, Анушаи Мирзо. Экономические и энергетические особенности высокогорных районов Горно-бадахшанской автономной области.	64
<i>Химическая технология и металлургия</i>	
С.С.Раджабалиев, И.Н.Ганиев, И.Т.Амонов, А.Э. Бердиев. Кинетика окисления сплава Al+2.18%Fe, модифицированного свинцом и висмутом, в твердом состоянии.	69
Н.Б. Одинаева, Ф.Р. Сафарова, И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов. Анодное поведение сплава Zn+0.5% Al, легированного индием, в среде электролита NaCl.	73
Т.Д.Джураев, И.Р.Исмоилов, У.А.Джумаев, Э.Р.Газизова, И.Ш.Муслимов. Прогноз и расчет диаграмм состояния магния с щелочными металлами (ЩМ).	77
С.Д.Алиханова, И.Н.Ганиев, Р.Х.Саидов, З.Р.Обидов, Д.Г. Шарипов. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn55Al, легированного церием.	82
Дж. Н. Алиев. Твердость сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированного щелочноземельными металлами.	88
<i>Транспорт</i>	
А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, И. Ганиев, А.Ю. Бурцев, Ф.А. Гафаров. Способ и стенд для диагностирования турбокомпрессора ТКР-11.	92
М.Ю.Юнусов, Н.Б.Сахибов, А.Б. Сохибов. Сорбционные свойства топокского палыгорскита.	98
<i>Строительство и архитектура</i>	
Д.Н.Низомов, И.Каландарбеков, А.А.Ходжибоев. Численное моделирование скошенных пластин методом сосредоточенных деформаций.	103
Л.Ш.Шарпиов, И.С. Муминов. Безбалочное перекрытие для строительства многоэтажных зданий из монолитного железобетона.	107
<i>Экономика</i>	
Ф.Б.Махмадиев, Ш.Ф.Самиев, Х.Ш. Хабибов. Региональное развитие зернового кластера и его роль в обеспечении продовольственной безопасности страны.	111
З.М. Каримова. Экономико-экологические условия функционирования региональной экономики.	114
Ф.М. Мукалдасзода. Теоретические основы процесса формирования государственно-частного партнерства.	118
Ф.Р. Шаропов. Резервы повышения эффективности предприятий розничной торговли.	122

<b>Д. К. Хусейнова, К. Б. Хусейнов.</b> Ключевые компоненты международных стандартов внутреннего надзора в деятельности зарубежных банков.	125
<i>Экология</i>	
<b>А. Шарифов, Х.Ш.Гулахмадов, З.Хушвактов, Ф.Б.Хамроев.</b> Базовый кадастр выбросов – основа для разработки плана действия устойчивого энергетического развития регионов.	131
<i>Социально-гуманитарные науки</i>	
<b>М.Х. Рахимов, З. А. Авганова.</b> Гражданское общество: теория и методология.	136
<b>А. Мамадазимов.</b> Расцвет шелкового пути во времена Танской империи и государства Саманидов.	140
<i>Современные проблемы образования</i>	
<b>К.Т. Бурханов.</b> Обучение теории множества в вузе.	145
<b>З.С. Бурхонов.</b> Некоторые проблемы управления инновационными процессами в сфере среднего профессионального образования Республики Таджикистан.	149

<b>МУНДАРИЧА</b>	
<i>Математика</i>	
Л.Н. Раҷабова. Оид ба баъзе ҳолатҳои муодилаи дученакаи намуди Волтер бо махсусият ва махсусияти логарифми дар ядро	7
Б. Маҳмаёров, Ш.Ш. Самаров. Гармигузаронӣ барои ҷисмҳои шаклашон нодуруст ҳангоми шартҳои сарҳадии ғайрисимметрии	14
Т.С. Орипов. Оид ба як системаи муодилаҳо дар ҳосилаи хусусии тартиби дуоми коэффитсиенти сингулярӣ	17
<i>Физика</i>	
Қ. Б.Аминов, Б.Аминов, Ҳ.Мачидов. Вобастаги байни ҳосиятҳои гармофизики ва термодинамики маводҳои композитсионӣ дар асоси алюминий	21
<i>Химия</i>	
А.Б. Бадалов, И.Р. Исмоилов, Ф.К. Ходжаев, Т.Д. Дҷураев. Таҳлили систематикӣ тасвири термикӣ лантаноидҳо	25
Р.А. Олимов, Дж.М. Обидов, З.М. Саломатшоева, М.Б. Каримов. Тавлифи 5-алкоксиметил-2 (1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндоксифталевый ангидрид-3'-ил) -1,3-диоксолан дар асоси 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланҳо ва ангидриди малеинат	28
<i>Мошинасозӣ ва технологияи маводҳо</i>	
С. З. Зулфанов, Ф.М. Сафаров, Х.Д. Музафаров, Д.Х. Содиков. Таҳлили назариявии узвҳои асосии кории наҳҷудокунакҳои устувонагӣ ва таъсири онҳо ба раванди наҳҷудокунӣ	31
Ш.С. Табаров, А.А. Сафаров. Нишондодҳои асосии баҳодихии зарии гузаронидани ранг бо усули чопи флексографӣ дар масолеҳи намнокаш	35
<i>Информатика ва алоқа</i>	
У.Х. Чалолов, Н.И. Юнусов, А.Ш. Назаров, Ф.С. Пиров. Синтези системаи нейрошабакавии идораи электроҳаркатовари роботи манипулятсионӣ як навъ.	40
А. И. Акмалходжаев. Таҳлили муқоисавии алгоритмҳои аз рамз баровардани турборамзҳо дар мисоли турборамзи стандарти 3GPP LTE.	44
Ф.С. Пиров, С.О. Набиев, У.Х. Чалолов, Ш.Ё. Холов. Системаи автоматонишудаи баҳодихии сифати ба навъҳо ҷудокунии масолеҳи рехташаванда (санг, шағал, рег ва кум) дар асоси таснифот.	47
<i>Энергетика</i>	
А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров. Истифодабарии харитаи ҳисоби шадидияти майдони электрикӣ дар саросари хиҷ-и шиддаташ 500 кв барои ҷимояи як қатор коргарон, ҳангоми хизматрасонии хати интиқол дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон.	54
Ш.Т. Дадабаев, В.Н. Ларионов. Татқиқот оид ба истифодабарии роҳҳои идоракунии сарфачуёна дар ҳаракатоварҳои электрикӣ борашон вентиляторӣ.	59
Ю.А. Секретарев, Ш.М. Султонов, А.Д. Мехтiev. Истифодабарии усулҳои оптимизатсионӣ барои тақсмоти оптималии бори электрикӣ байни нерӯгоҳҳои барқи обии системаи энергетикӣ Тоҷикистон.	60
С.Расулов, Анушаи Мирзо. Хусусиятҳои иқтисодӣ ва энергетикӣ ноҳияҳои кӯҳии Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон.	64
<i>Технологияи кимиёвӣ ва металлургия</i>	
С.С. Раҷабалиев, И.Н. Ғаниев, И.Т. Амонов, А.Э. Бердиев . Кинетикаи оксидшавии ҳулаи Al+2.18%Fe, ки бо сурб ва висмут дар ҳолати саҳт чавҳаронида шудааст.	69
Н.Б. Одинаева, Ф.Р. Сафарова, И.Н. Ғаниев, З.Р. Обидов. Рафтори анодии ҳулаи Zn+0.5% Al, ки бо индӣ чавҳаронида шудааст, дар муҳити электролити NaCl.	73
Дҷураев Т.Д., Исмоилов И.Р., Ҷумаев У.А., Газизова Э.Р., Муслимов И.Ш. Пешгӯи ва ҳисоби диаграммаҳои ҳолати магний бо металлҳои ишқорӣ (МИ).	77
С.Қ. Алиханова, И.Н. Ғаниев, Р.Х. Саидов, З.Р. Обидов, Қ.Г. Шарипов. Хосияти гармифизикӣ ва функцияҳои термодинамикӣ ҳулаи Zn55Al, ки бо серӣ.	82
Қ.Н. Алиев. Саҳтии ҳуллаҳои Zn5Al ва Zn55Al бо металлҳои ишқорзамини чавҳаронидашуда .	88
<i>Нақлиёт</i>	
А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, И. Ғаниев, А.Ю. Бурцев, Ф.А. Ғафоров. Стенд ва усули таҳлили турбокомпрессори ТКР-11	92
М.Ю. Юнусов, Н.Б. Саҳибов, А.Б. Соҳибов. Хосиятҳои сорбсионӣ поликорскити топқок.	98
<i>Соҳтмон ва меъморӣ</i>	
Қ.Н. Низомов, И. Қаландарбеков, А.А. Хочибеов. Моделкунии ададии конструкцияҳои сатҳӣ бо методи мутамаказкунии деформатсияҳо .	103
Л. Ш. Шарипов, И. С. Муминов. Болопӯшҳои яқлукти беболор барои соҳтмони биноҳои бисёррошёна аз оханубетони яқлукт (монолитӣ).	107
<i>Иқтисодиёт</i>	
Ф.Б. Маҳмадиев, Ш.Ф. Самиев, Х.Ш. Ҳабибов. Рушди минтақавӣ кластери галладонагӣ ва нақши он дар таъминоти бехатарии озуқаворӣ мамлакат.	111
З.М. Каримова. Шароитҳои иқтисодиву экологии фаёолияти иқтисодиёти минтақавӣ.	114
Ф. М. Муқаддасзода. Асосҳои назариявии ҷараёни ташаккулёбии шарикӣ давлат ва бахши хусусӣ.	118
Ф.Р. Шаропов. Захираҳои баланд бардоштани самаранокии корхонаҳои савдои чакана.	122

Д.К. Хусейнова, К.Б. Хусейнов. Чузъҳои асосии стандартҳои байналхалқии назорати дохилӣ дар фаъолияти бонкҳои хориҷӣ.	125
<i>Экология</i>	
А. Шарифов, Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, З. Хушвахтов, Ф.Б. Ҳамроев. Кадастри партовҳо - асоси созмони барномаи раванқи энергиятаъминкунии устувори ноҳияҳо.	131
<i>Фанҳои гуманитариву иҷтимоӣ</i>	
М.Х. Рахимов, З. А. Авғонова. Мафҳуми ҷомеаи шаҳрвандӣ: назария ва методология.	136
А. Мамадазимов. Шукуфоии шоҳроҳи абрешим дар давраи империяи Тан ва давлати Сомониён.	140
<i>Масъалаҳои муосири маориф</i>	
Қ.Т. Бурхонов. Таълими назарияи маҷмӯъ дар макотиби олий.	145
З.С. Бурхонов. Баъзе масъалаҳои идоракунии равандҳои инноватсионӣ дар соҳаи таҳсилоти миёнаи касбии Ҷумҳурии Тоҷикистон.	149

<b>C O N T E N T S</b>	
<i>Mathematics</i>	
<b>L.Rajabova.</b> Some cases of two-dimensional integral equations of Volterra type with singularity and a logarithmic singularity in the kernel	7
<b>B. Mahmaerow, Sh. Sh. Samarov.</b> The conductivity at asimmetricheskii boundary conditions for the bodies of irregular shapes	14
<b>T.S. Oripov.</b> About a system of equations in private derivative of second order with singular coefficient	17
<i>Physics</i>	
<b>J. B.Aminov, B. A.Aminov, H.Majidov.</b> Ratio between heatphysical and thermodynamic properties of composite materials on the basis of aluminium	21
<i>Chemistry</i>	
<b>A.B.Badalov, I.R.Ismoilov, F.K.Hodzhaev, T.D.Juraev.</b> Systems analysis thermal characteristics of lanthanides	25
<b>R.A.Olimov, J. M.Obidov, Z.M.Salomatshoeva, M.B.Karimov.</b> Synthesis 5-alkoksimetil-2 (1', 2', 3', 6'-tetragidro-3,6-endoksiftalevyj anhydride-3'-silt)-1,3-dioksolana on a basis 2-furil-4-alkoksimetil-1,3-dioksolanov and maleyinovogo anhydride	28
<i>Mechanical engineering and materials engineering</i>	
<b>S. Z. Zulfanov, F.M. Safarov, KH. D. Muzafarov., D.H. Sodikov.</b> Theoretical analysis of interaction main working body roller gin and their influences on the ginning	31
<b>S. Tabarov, A. A. Safarov.</b> The main indicators to measure the coefficient of transfer of ink flexo printing on non-absorbent materials	35
<i>Information communication technology</i>	
<b>Jalolov U.Kh., Yunusov N.I., Nazarov A.Sh., Pirov F.S.</b> Synthesis of neural network control system electric robot manipulation of one kind.	40
<b>A. I. Akmalkhodzhaev.</b> Comparative analysis of turbo code decoding algorithms for 3gpp lte turbo code.	44
<b>F.S.Pirov, S.O.Nabiev, U.H.Jalolov, SH.Y.Kholov.</b> The automated system evaluation of the quality sorting of bulk materials on the basis of classification.	47
<i>Energy</i>	
<b>A.I. Sidorov, S. Sh. Tavarov.</b> Of use payment cards intensity of the electric field along the overhead transmission line 500 kv line staff protection maintenance data lines in the Republic of Tajikistan.	54
<b>Sh.T.Dadabaev, V.N.Larionov.</b> Research use of energy efficient way to control in the drive fan-load.	59
<b>J.A. Sekretarev, Sh.M. Sultonov, A.D. Mekhtiev.</b> Application of optimization methods for optimal distribution of active power between hydroelectric power plants of the energy system of Tajikistan.	60
<b>S.Rasulov, Anushai Mirzo.</b> Economic and energy features of Gorno-badakhshan autonomous oblast highlands.	64
<i>Chemical Technology and Metallurgy</i>	
<b>S.S.Rajabaliyev, *I.N.Ganiev, I.T.Amonov, *A.E.Berdiev.</b> Kinetics of oxidation of the alloy of Al+2.18%Fe, alloyed by lead and bismuth in the firm state.	69
<b>N.B. Odinaeva, F.R. Safarova, I.N. Ganiev, Z.R. Obidov.</b> Anodic behavior of Zn+0.5%Al alloy, doped with indium.	73
<b>Juraev T.D., Ismoilov I.R., Jumayev U.A., Gazizova E.R., Muslimov I.Sh.</b> Prediction and calculation diagrams of magnesium with alkali metals (am).	77
<b>S.J. Alikhanova, I.N. Ganiev, R.H. Saidov, Z.R. Obidov, J.G. Sharipov.</b> Thermophysical properties and hermo-dynamic functions alloy Zn55al, doped with cerium.	82
<b>J.N. Aliev.</b> Hardness of the alloy and Zn5AlZn55Al, doped alkaline earth metal.	88
<i>Transportation</i>	
<b>A.V. Gritsenko A.M. Plaxin, I. Ganiev, A.Y. Burtsev, F.A. Gafarov.</b> Method and stand for diagnosing turbocharger TCR-11 .	92
<b>M.Y.Yunusov, N.B.Sahibov, A.B.Sohibov.</b> Sorption properties of topkoks poligorskit.	98
<i>Construction and architecture</i>	
<b>J.N.Nizomov, I.Kalandarbekov, A.A.Khodjiboev.</b> Numerical modeling the ramp plates method of concentrated deformations.	103
<b>L.Sh. Sharipov, I.S. Muminov.</b> Beamless slab construction multi-storey buildings of reinforced concrete.	107
<i>Economy</i>	
<b>Mahmadiev F.B, Samiev Sh. F, Habibov Kh.Sh.</b> Regional development cluster grain its role in country's food security.	111
<b>Z.M. Karimova.</b> Economical and ecological operating conditions of regional economy.	114
<b>F.M. Muqaddasozoda.</b> The theoretical basis of the formation of public-private partnership.	118
<b>F.R. Sharopov.</b> The reserves of increasing of the efficiency of enterprises of retail trade.	122
<b>D.K. Khuseynova, K.B. Khuseynov.</b> Key components of the international standards of internal oversight in the activities of foreign banks.	125
<i>Ecology</i>	
<b>A.Sharifov, Kh.Sh.Gulakhmadov, Z. Khushvaktov, F.B.Khamroev.</b> Baseline emission inventory - the basis for	131

working out of sustainable energy action plan of regions.	
<i>Social sciences and humanities</i>	
<b>M.H. Rakhimov, Z.A. Avganova.</b> The notion of civil society: theory and methodology.	136
<b>A Mamadzimov.</b> The prosperity of the silk road during the tang empire and the samanid state.	140
<i>Modern problems of education</i>	
<b>K.T. Burhanov.</b> Training of the theory set in the university.	145
<b>Z.S. Burhonov.</b> Some problems of innovative processes in the field of secondary vocational education of the Republic of Tajikistan.	149

Л. Н. РАДЖАБОВА

О НЕКОТОРЫХ СЛУЧАЯХ ДВУМЕРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТИПА ВОЛЬТЕРРА С ОСОБЕННОСТЬЮ И ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ОСОБЕННОСТЬЮ В ЯДРЕ

В работе получены явные решения некоторых случаев двумерных интегральных уравнений типа Вольтерра с особенностью и логарифмической особенностью в ядре, когда коэффициенты уравнения связаны между собой определенным образом. В случае, когда решение интегрального уравнения содержит произвольные функции, для определения произвольных функций ставятся задачи типа Коши.

**Ключевые слова:** интегральные уравнения типа Вольтерра, логарифмическая особенность, произвольные функции, задача типа Коши.

Через  $D$  обозначим прямоугольник  $D = \{a < x < a_1, b < y < b_1\}$ , соответственно обозначим  $\Gamma_1 = \{a < x < a_1, y = b\}$ ,  $\Gamma_2 = \{x = a, b < y < b_1\}$ .

В области  $D$  рассмотрим двумерное интегральное уравнение:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) + A_1 \int_a^x \frac{u(t, y)}{t-a} dt + A_2 \int_a^x \ln\left(\frac{x-a}{t-a}\right) \frac{u(t, y)}{t-a} dt + B_1 \int_b^y \frac{u(x, s)}{s-b} ds + B_2 \int_b^y \ln\left(\frac{y-b}{s-b}\right) \frac{u(x, s)}{s-b} ds + \\
 + C_1 \int_a^x \frac{dt}{t-a} \int_b^y \frac{u(t, s)}{s-b} ds + C_2 \int_a^x \frac{dt}{t-a} \int_b^y \ln\left(\frac{y-b}{s-b}\right) \frac{u(t, s)}{s-b} ds + C_3 \int_a^x \ln\left(\frac{x-a}{t-a}\right) \frac{dt}{t-a} \int_b^y \frac{u(t, s)}{s-b} ds + \\
 + C_4 \int_a^x \ln\left(\frac{x-a}{t-a}\right) \frac{dt}{t-a} \int_b^y \ln\left(\frac{y-b}{s-b}\right) \frac{u(t, s)}{s-b} ds = f(x, y)
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $A_i, B_i, C_j, i = 1, 2, j = \overline{1, 4}$ - заданные постоянные,  $u(x, y)$ - искомая функция,  $f(x, y) \in C(\overline{D})$ - заданная функция.

Решение уравнения (1), как и в [2], будем искать в классе функций  $u(x, y) \in C(\overline{D})$ , обращающихся в нуль на граничных линиях  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

Ранее в [2] было доказано, что когда параметры интегрального уравнения (1) связаны между собой в виде

$$C_1 = A_1 B_1, C_2 = A_1 B_2, C_3 = A_2 B_1, C_4 = A_2 B_2, \tag{2}$$

а также выполняется условие  $A_1^2 - 4A_2 > 0, B_1^2 - 4B_2 > 0$ ,

в зависимости от знаков данных параметров и корней характеристического уравнения, общее решение неоднородного уравнения может содержать несколько произвольных функций одной переменной и выделяется случай, когда решение интегрального уравнения единственно. Для нахождения произвольных функций ставятся и решаются задачи типа Коши. В данной работе исследуются случаи  $A_1^2 = 4A_2, B_1^2 = 4B_2; A_1^2 - 4A_2 < 0, B_1^2 - 4B_2 < 0$ .

**Теорема 1.** Пусть в интегральном уравнении (1) параметры удовлетворяют условиям (2), также  $A_1 < 0, B_1 < 0, A_1^2 = 4A_2, B_1^2 = 4B_2$ . Кроме того, пусть  $f(x, y) \in C(\overline{D}), f(a, b) = 0$  с асимптотическим поведением на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ :

$$\begin{aligned}
 f(x, y) = 0[(x-a)^{\delta_5}], \delta_5 > \frac{|A_1|}{2} \text{ при } x \rightarrow a, \\
 f(x, y) = 0[(y-b)^{\gamma_5}], \gamma_5 > \frac{|B_1|}{2} \text{ при } y \rightarrow b.
 \end{aligned}$$

Тогда интегральное уравнение (1) в классе функций  $u(x, y) \in C(\overline{D})$ , обращающихся в нуль на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , всегда разрешимо и его общее решение содержит две произвольные функции одной переменной и выражается формулой:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = & (x - a)^{\frac{|A_1|}{2}} [\psi_1(y) + \ln(x - a)\psi_2(y)] \frac{|A_1|}{2} \\
 & \times \int_a^x \left(\frac{x - a}{t - a}\right)^{\frac{|A_1|}{2}} \left[2 + \frac{|A_1|}{2} \ln\left(\frac{x - a}{t - a}\right)\right] \frac{f(t, y)}{t - a} dt \\
 & + \frac{|B_1|}{2} \int_b^y \left(\frac{y - b}{s - b}\right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left[2 + \frac{|B_1|}{2} \ln\left(\frac{y - b}{s - b}\right)\right] \frac{f(x, s)}{s - b} ds \\
 & + \frac{|A_1 B_1|}{2} \int_b^y \left(\frac{y - b}{s - b}\right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left[2 + \frac{|B_1|}{2} \ln\left(\frac{y - b}{s - b}\right)\right] \frac{ds}{s - b} \int_a^x \left(\frac{x - a}{t - a}\right)^{\frac{|A_1|}{2}} \left[2 + \frac{|A_1|}{2} \ln\left(\frac{x - a}{t - a}\right)\right] \frac{f(t, s)}{t - a} dt = P_1(\psi_1(y), \psi_2(y), f(x, y))
 \end{aligned} \tag{3}$$

где  $\psi_1(y), \psi_2(y)$  - произвольные непрерывные функции на  $\Gamma_2$ , обращающиеся в нуль при  $y \rightarrow b$  с асимптотическим поведением:

$$\begin{aligned}
 \psi_1(y) &= 0[(y - b)^\varepsilon], \quad \varepsilon > 0, \quad \text{при } y \rightarrow b. \\
 \psi_2(y) &= 0[(y - b)^\varepsilon].
 \end{aligned}$$

**Задача  $K_1$ .** Требуется найти решение интегрального уравнения (1) из класса  $C(\bar{D})$  при  $A_1 < 0, B_1 < 0, A_1^2 = 4A_2, B_1^2 = 4B_2$ , по граничным условиям:

$$\begin{aligned}
 \left[ (x - a)^{-\frac{|A_1|}{2}} \left( 1 + \ln(x - a)\psi(x, y) - \ln(x - a)D_x^a(\psi(x, y)) \right) \right]_{x=a} &= \mu_1(y) \\
 \left[ (x - a)^{-\frac{|A_1|}{2}} \left( D_x^a(\psi(x, y)) - \psi(x, y) \right) \right]_{x=a} &= \mu_2(y).
 \end{aligned}$$

**Решение задачи  $K_1$ .** Интегральное уравнение (1) при выполнении условий (2) можно представить в виде:

$$K_x^a [K_y^b (u(x, y))] = f(x, y),$$

где

$$\begin{aligned}
 K_x^a \varphi &= \varphi + A_1 \int_a^x \frac{\varphi(t)}{t - a} dt + A_2 \int_a^x \ln\left(\frac{x - a}{t - a}\right) \frac{\varphi(t)}{t - a} dt, \\
 K_y^b \psi &= \psi + B_1 \int_b^y \frac{\psi(s)}{s - b} ds + B_2 \int_b^y \ln\left(\frac{y - b}{s - b}\right) \frac{\psi(s)}{s - b} ds,
 \end{aligned}$$

откуда  $K_y^b (u(x, y)) = (K_x^a)^{-1} f(x, y)$ .

Введем обозначение:  $K_y^b (u(x, y)) = \psi(x, y)$ , тогда интегральное уравнение (1) примет вид:

$$K_x^a (\psi(x, y)) = f(x, y).$$

Следовательно, получим расщепленную систему интегральных уравнений

$$\begin{cases} K_y^b [u(x, y)] = \psi(x, y), \\ K_x^a [\psi(x, y)] = f(x, y). \end{cases} \tag{4}$$

Согласно [3], решение первого уравнения системы (4) при  $A_1 < 0, A_1^2 = 4A_2$  имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \psi(x, y) = & (K_x^a)^{-1} (f(x, y)) = (x - a)^{\frac{|A_1|}{2}} [\psi_1(y) + \ln(x - a)\psi_2(y)] + f(x, y) + \\
 & + \frac{|A_1|}{2} \int_a^x \left(\frac{x - a}{t - a}\right)^{\frac{|A_1|}{2}} \left[2 + \frac{|A_1|}{2} \ln\left(\frac{x - a}{t - a}\right)\right] \frac{f(t, y)}{t - a} dt
 \end{aligned} \tag{5}$$

В этом случае имеет место равенство:

$$\begin{aligned}
 D_x^\alpha(\psi(x, y)) &= (x - a) \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial x} \\
 &= (x - a)^{\frac{|A_1|}{2}} [\psi_1(y) + (1 + \ln(x - a))\psi_2(y)] + D_x^\alpha(f(x, y)) \\
 &\quad + |A_1| f(x, y) \\
 &\quad + \frac{|A_1|}{2} \int_a^x \left(\frac{x - a}{t - a}\right)^{\frac{|A_1|}{2}} \left[2 + \frac{|A_1|}{2} + \frac{|A_1|}{2} \ln\left(\frac{x - a}{t - a}\right)\right] \frac{f(t, s)}{t - a} dt.
 \end{aligned}$$

Используя значения  $\psi(x, y)$  и  $D_x^\alpha(\psi(x, y))$ , согласно (4), легко проверить справедливость равенств:

$$\left[ (x - a)^{-\frac{|A_1|}{2}} \left( 1 + \ln(x - a)\psi(x, y) - \ln(x - a)D_x^\alpha(\psi(x, y)) \right) \right]_{x=a} = \psi_1(y) \quad (6)$$

$$\left[ (x - a)^{-\frac{|A_1|}{2}} \left( D_x^\alpha(\psi(x, y)) - \psi(x, y) \right) \right]_{x=a} = \psi_2(y).$$

Используя интегральное представление (3), свойства интегрального уравнения (6) и граничные условия, получим:

$$\mu_1(y) = \psi_1(y), \mu_2(y) = \psi_2(y),$$

также решение задачи  $K_1$  в виде

$$u(x, y) = P_1(\mu_1(y), \mu_2(y), f(x, y)) \quad (7)$$

**Теорема 2.** Пусть в интегральном уравнении (1) параметры и функция  $f(x, y)$  удовлетворяют условиям теоремы (1). Тогда задача  $K_1$  имеет единственное решение, которое выражается формулой (7).

**Теорема 3.** Пусть в интегральном уравнении (1) параметры удовлетворяют условиям (2) и  $A_1 > 0, B_1 > 0, A_1^2 = 4A_2, B_1^2 = 4B_2$ . Кроме того, пусть  $f(x, y) \in C(\bar{D}), f(a, b) = 0$  с асимптотическим поведением на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ :

$$\begin{aligned}
 f(x, y) &= 0[(x - a)^\varepsilon], \varepsilon > 0 \text{ при } x \rightarrow a, \\
 f(x, y) &= 0[(y - b)^\varepsilon], \text{ при } y \rightarrow b.
 \end{aligned}$$

Тогда интегральное уравнение (1) в классе функций  $u(x, y) \in C(\bar{D})$ , обращающихся в нуль на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , имеет единственное решение, которое выражается формулой:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = & f(x, y) - \frac{A_1}{2} \int_a^x \left(\frac{t - a}{x - a}\right)^{\frac{A_1}{2}} \left[2 - \frac{A_1}{2} \ln\left(\frac{t - a}{x - a}\right)\right] \frac{f(t, y)}{t - a} dt - \frac{B_1}{2} \int_b^y \left(\frac{s - b}{y - b}\right)^{\frac{B_1}{2}} \left[2 - \right. \\
 & \left. \frac{B_1}{2} \ln\left(\frac{y - b}{s - b}\right)\right] \frac{f(x, s)}{s - b} ds + \frac{A_1 B_1}{4} \int_b^y \left(\frac{s - b}{y - b}\right)^{\frac{B_1}{2}} \left[2 - \frac{B_1}{2} \ln\left(\frac{y - b}{s - b}\right)\right] \frac{ds}{s - b} \int_a^x \left(\frac{t - a}{x - a}\right)^{\frac{A_1}{2}} \left[2 - \right. \\
 & \left. \frac{A_1}{2} \ln\left(\frac{x - a}{t - a}\right)\right] \frac{f(t, s)}{t - a} dt
 \end{aligned}$$

**Теорема 4.** Пусть в интегральном уравнении (1) параметры удовлетворяют условиям (2) и  $A_1 < 0, B_1 < 0, A_1^2 - 4A_2 < 0, B_1^2 - 4B_2 < 0$ . Кроме того, пусть  $f(x, y) \in C(\bar{D}), f(a, b) = 0$  с асимптотическим поведением на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ :

$$\begin{aligned}
 f(x, y) &= 0[(x - a)^{\delta_\varepsilon}], \delta_\varepsilon > \frac{|A_1|}{2} \text{ при } x \rightarrow a, \\
 f(x, y) &= 0[(y - b)^{\gamma_\varepsilon}], \gamma_\varepsilon > \frac{|B_1|}{2} \text{ при } y \rightarrow b.
 \end{aligned}$$

Тогда интегральное уравнение (1) в классе функций  $u(x, y) \in C(\bar{D})$ , обращающихся в нуль на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , всегда разрешимо и его общее решение содержит четыре произвольные функции одной переменной и дается формулой:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = & \\
 = & (x - a)^{\frac{|A_1|}{2}} \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_3(y) + \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_4(y) \right\} \\
 + & (y - b)^{\frac{|B_1|}{2}} \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \varphi_1(x) + \sin \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \varphi_2(x) \right\} \\
 + & \frac{(x - a)^{\frac{|A_1|}{2}}}{\sqrt{4B_2 - A_1^2}} \int_b^y \left( \frac{y - b}{s - b} \right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left[ (B_1^2 - 4B_2) \sin \frac{\sqrt{4B_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \\
 - & -B_1 \sqrt{4B_2 - A_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_3(s) \right. \\
 + & \left. + \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_4(s) \right\} \frac{ds}{s - b} + f(x, y) \\
 + & \frac{1}{\sqrt{4A_2 - A_1^2}} \int_a^x \left( \frac{x - a}{t - a} \right)^{\frac{|A_1|}{2}} (A_1^2 - 4A_2) \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \\
 - & -A_1 \sqrt{4A_2 - A_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \frac{f(t, y)}{t - a} dt \\
 + & \frac{1}{\sqrt{4B_2 - A_1^2}} \int_b^y \left( \frac{y - b}{s - b} \right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left[ (B_1^2 - 4B_2) \sin \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \\
 - & -B_1 \sqrt{4B_2 - B_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \frac{f(x, s)}{s - b} ds \\
 + & + \frac{1}{\sqrt{4A_2 - A_1^2} \sqrt{4B_2 - B_1^2}} \int_b^y \left( \frac{y - b}{s - b} \right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left\{ (B_1^2 \right. \\
 - & - 4B_2) \sin \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) - B_1 \sqrt{4B_2 - B_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \right\} \frac{ds}{s - b} \int_a^x \left( \frac{x - a}{t - a} \right)^{\frac{|A_1|}{2}} \left\{ (A_1^2 \right. \\
 - & - 4A_2) \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \\
 - & - A_1 \sqrt{4A_2 - A_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \right\} \frac{f(t, s)}{t - a} dt \\
 = & P_2(\varphi_1(x), \varphi_2(x), \psi_3(y), \psi_4(y), f(x, y))
 \end{aligned} \tag{8}$$

где  $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \psi_3(y), \psi_4(y)$  - произвольные непрерывные функции на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , обращающиеся в нуль при  $x \rightarrow a, y \rightarrow b$  с асимптотическими поведениями:

$$\begin{aligned}
 \varphi_1(x) &= 0[(x - a)^\varepsilon], & \varepsilon > 0, \text{ при } x \rightarrow a, \\
 \varphi_2(x) &= 0[(x - a)^\varepsilon], & \varepsilon > 0, \text{ при } x \rightarrow a, \\
 \psi_3(y) &= 0[(y - b)^{\gamma_1}], & \gamma_1 > \frac{|B_1|}{2}, \\
 \psi_4(y) &= 0[(y - b)^{\gamma_2}], & \gamma_2 > \frac{|B_1|}{2}.
 \end{aligned}$$

**Задача  $K_2$ .** Требуется найти решение интегрального уравнения (1) из класса  $C(\bar{D})$  при  $A_1 < 0, B_1 < 0, A_1^2 < 4A_2, B_1^2 < 4B_2$ , по граничным условиям:

$$\begin{aligned}
 [W_1(\psi(x, y))]_{x=a} &= \mu_1(y), \\
 [W_2(\psi(x, y))]_{x=a} &= \mu_2(y), \\
 [W_3(u(x, y))]_{y=b} &= \nu_1(x), \\
 [W_4(u(x, y))]_{y=b} &= \nu_2(x).
 \end{aligned}$$

**Решение задачи  $K_2$ :**

При выполнении условий (2) уравнение (1) представим в виде (4), тогда при  $B_1 < 0, B_1^2 - 4B_2 < 0$  и  $A_1 < 0, A_1^2 - 4A_2 < 0$ , согласно [3], решение уравнений системы (4) представим в виде:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = & (y - b)^{\frac{|B_1|}{2}} \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \varphi_1(x) \right. \\
 & \left. + \sin \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - A_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \varphi_2(x) \right\} + \psi(x, y) \\
 & + \frac{1}{\sqrt{4B_2 - B_1^2}} \int_b^y \left( \frac{y - b}{s - b} \right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left[ (B_1^2 - 4B_2) \sin \frac{\sqrt{4B_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \\
 & - B_1 \sqrt{4B_2 - B_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \frac{\psi(x, s)}{s - b} ds.
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 \psi(x, y) = & (x - a)^{\frac{|A_1|}{2}} \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - B_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_3(y) + \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - \right. \right. \\
 & \left. \left. - a) \right] \psi_4(y) \right\} + f(x, y) + \frac{1}{\sqrt{4A_2 - A_1^2}} \int_a^x \left( \frac{x - a}{t - a} \right)^{\frac{|A_1|}{2}} (A_1^2 - 4A_2) \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] - \\
 & A_1 \sqrt{4A_2 - B_1^2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \frac{f(t, y)}{t - a} dt
 \end{aligned} \tag{10}$$

Используя равенство (10), получим:

$$\begin{aligned}
 D_x^\alpha(\psi(x, y)) = & (x - a)^{\frac{|A_1|}{2}} \left\{ \frac{|A_1|}{2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \right. \\
 & - \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_3(y) \\
 & + \left[ \frac{|A_1|}{2} \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \right. \\
 & \left. + \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi_4(y) \right\} + D_x^\alpha(f(x, y)) \\
 & - f(x, y) \\
 & + \frac{1}{\sqrt{4A_2 - A_1^2}} \int_a^x \left( \frac{x - a}{t - a} \right)^{\frac{|A_1|}{2}} \left\{ \left[ A_1 \sqrt{4A_2 - A_1^2} \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{|A_1|}{2} (A_1^2 - 2A_2) \right] \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \right. \\
 & \left. + \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \left[ \frac{3A_1^2}{2} - 2A_2 \right] \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{x - a}{t - a} \right) \right] \right\} \frac{f(t, y)}{t - a} dt
 \end{aligned} \tag{11}$$

Отсюда имеем:

$$\begin{aligned}
 \psi_3(y) &= \lim_{x \rightarrow a} W_1(\psi(x, y)), \\
 \psi_{10}(y) &= \lim_{x \rightarrow a} W_2(\psi(x, y)),
 \end{aligned} \tag{12}$$

где

$$\begin{aligned}
 W_1(\psi(x, y)) = & (x - a)^{-\frac{|A_1|}{2}} \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi(x, y) - \frac{2}{\sqrt{4A_2 - A_1^2}} \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - \right. \right. \\
 & \left. \left. a) \right] [D_x^\alpha(\psi(x, y)) - \psi(x, y)] \right\}
 \end{aligned}$$

$$W_2(\psi(x, y)) = (x - a)^{-\frac{|A_1|}{2}} \left\{ \sin \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \psi(x, y) \right. \\ \left. + \frac{2}{\sqrt{4A_2 - A_1^2}} \cos \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \left[ \frac{\sqrt{4A_2 - A_1^2}}{2} \ln(x - a) \right] \right. \\ \left. - a \right\} [D_x^a(\psi(x, y)) - \psi(x, y)]$$

Используя решение первого уравнения системы (4) - равенство (9), получим

$$D_y^b(u(x, y)) = (y - b)^{\frac{|B_1|}{2}} \left\{ \frac{|B_1|}{2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \right. \\ \left. - \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \sin \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \varphi_1(x) \right. \\ \left. + \left[ \frac{|B_1|}{2} \sin \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \right] \varphi_2(x) + D_y^b(\psi(x, y)) \right. \\ \left. - \psi(x, y) \right. \\ \left. + \frac{1}{\sqrt{4B_2 - B_1^2}} \int_b^y \left( \frac{y - b}{s - b} \right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left\{ \left[ B_1 \sqrt{4B_2 - B_1^2} (B_1^2 \right. \right. \right. \\ \left. \left. - 2B_2) \sin \frac{\sqrt{4B_2 - A_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \right. \right. \\ \left. \left. + \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - A_1^2}}{2} \right] \left[ \frac{3B_1^2}{2} - 2B_2 \right] \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln \left( \frac{y - b}{s - b} \right) \right] \frac{\psi(x, s)}{s - b} ds \right\} \right\}$$

Используя решение первого уравнения системы (4) и его свойство, получим:

$$\varphi_1(x) = \lim_{y \rightarrow b} W_3(u(x, y)), \quad (13)$$

$$\varphi_2(x) = \lim_{y \rightarrow b} W_4(u(x, y)),$$

где

$$W_3(u(x, y)) = (y - b)^{-\frac{|B_1|}{2}} \left\{ \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] u(x, y) \right. \\ \left. - \frac{2}{\sqrt{4B_2 - B_1^2}} \sin \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] [D_y^b(u(x, y)) - u(x, y)] \right\}$$

$$W_4(u(x, y)) = (y - b)^{-\frac{|B_1|}{2}} \left\{ \sin \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] u(x, y) \right. \\ \left. + \frac{2}{\sqrt{4B_2 - B_1^2}} \cos \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - B_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \left[ \frac{\sqrt{4B_2 - A_1^2}}{2} \ln(y - b) \right] \right. \\ \left. - b \right\} [D_y^b(u(x, y)) - u(x, y)]$$

Пусть выполнены условия теоремы (4). Используя решение вида (8), его свойства (12), (13) и условия задачи  $K_2$  получим:

$$\mu_1(y) = \psi_3(y), \mu_2(y) = \psi_4(y), v_1(x) = \varphi_1(x), v_2(x) = \varphi_2(x).$$

Полученные значения,  $\varphi_1(x)$ ,  $\varphi_2(x)$ ,  $\psi_3(y)$ ,  $\psi_4(y)$ , подставив в равенство (11), получим решение задачи  $K_2$  в виде

$$u(x, y) = P_2[v_1(x), v_2(x), \mu_1(y), \mu_2(y), f(x, y)]. \quad (14)$$

**Теорема 5.** Пусть в интегральном уравнении (1) параметры и функция  $f(x, y)$  удовлетворяют условиям теоремы 4. Тогда задача  $K_2$  имеет единственное решение, которое выражается формулой (14).

**Теорема 6.** Пусть в интегральном уравнении (1) параметры удовлетворяют условиям (2) и условиям  $A_1 > 0, B_1 > 0, A_1^2 - 4A_2 < 0, B_1^2 - 4B_2 < 0$ . Кроме того, пусть  $f(x, y) \in C(\bar{D}), f(a, b) = 0$  с асимптотическим поведением на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ :

$$f(x, y) = 0[(x - a)^\varepsilon], \varepsilon > 0 \text{ при } x \rightarrow a,$$

$$f(x, y) = 0[(y - b)^\varepsilon], \varepsilon > 0 \text{ при } y \rightarrow b.$$

Тогда неоднородное интегральное уравнение (1) в классе функций  $u(x, y) \in C(\bar{D})$ , обращающихся в нуль на  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , имеет единственное решение, которое выражается формулой:

$$u(x, y) = \frac{1}{\sqrt{4A_2 - A_1^2} \sqrt{4B_2 - B_1^2}} \int_b^y \left( \frac{s-b}{y-b} \right)^{\frac{|B_1|}{2}} \left[ (B_1^2 - 4B_2) \sin \sqrt{\frac{4B_2 - B_1^2}{2}} \ln \left( \frac{y-b}{s-b} \right) \right] -$$

$$- B_1 \sqrt{4B_2 - B_1^2} \cos \left[ \sqrt{\frac{4B_2 - B_1^2}{2}} \ln \left( \frac{y-b}{s-b} \right) \right] \frac{ds}{s-b} \int_a^x \left( \frac{t-a}{x-a} \right)^{\frac{|A_1|}{2}} (A_1^2 -$$

$$- 4A_2) \sin \left[ \sqrt{\frac{4A_2 - A_1^2}{2}} \ln \left( \frac{x-a}{t-a} \right) \right] - A_1 \sqrt{4A_2 - A_1^2} \cos \left[ \sqrt{\frac{4A_2 - A_1^2}{2}} \ln \left( \frac{x-a}{t-a} \right) \right] \frac{f(t, s)}{t-a} dt$$

### Литература

- 1 Раджабов Н., Раджабова Л. Введение в теорию многомерных интегральных уравнений типа Вольтерра с фиксированными сингулярными и сверхсингулярными ядрами и их приложения. - LAP LAMBERT Academic Publishing, Leipzig, Germany, 2012, 502 p.
- 2 Раджабова Л.Н. К теории двумерных интегральных уравнений типа Вольтерра с особенностью и логарифмической особенностью в ядре. Вестник Таджикского технического университета (научный журнал) №3(27), Душанбе, 2014, стр 6-10.
- 3 Раджабов Н. Об одном классе модельного сингулярного интегрального уравнения, обобщающего одномерное интегральное уравнение Вольтерра с левой граничной сингулярной точкой в ядре. Вестник ТНУ (научный журнал) №1\1(77) Серия естественных наук, Душанбе, 2012, стр.21-32.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Л.Н.Рачабова

### Оид ба баъзе ҳолатҳои муодилаи дученакаи намуди Волтер бо махсусияти логарифмӣ дар ядро

Дар мақола барои киматҳои муайяни параметрҳои муодилаи ҳалли ошқори муодилаҳои дученакаи намуди Волтер бо махсусияти тартиби якум ва махсусияти логарифмӣ дар ядро оварда шудааст. Вобаста аз аломати параметрҳои муодилаи ҳал дорони функсияҳои ихтиёрӣ мешавад. Барои муайян намудани функсияҳои ихтиёрӣ масъалаҳои намуди Коши гузошта мешавад.

**Вожаҳои калидӣ:** муодилаҳои интегралӣ ва намуди Волтерра, махсусияти логарифмӣ, функсияҳои ихтиёрӣ, масъалаи намуди Коши

**Some cases of two-dimensional integral equations of Volterra type with singularity and a logarithmic singularity in the kernel**

The article addresses the issues of the received solutions of some cases of two-dimensional integral equations of Volterra type with singularity and the logarithmic singularity in the kernel. In case, when the solution of integral equations contain the arbitrary functions, the Cauchy-type problem is used in those solutions.

**Keywords:** integral equations of Volterra type, logarithmic singularity, arbitrary functions, Cauchy type problem.

**Махмаеров Б., Самаров Ш.Ш.**

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПРИ НЕСИММЕТРИЧЕСКИХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ТЕЛ НЕПРАВИЛЬНЫХ ФОРМ**

*В статье рассматривается решение уравнения теплопроводности для тел неклассических форм при несимметричных обогревах, основанной на методе совместного применения интегральных преобразований и ортогональной проекции.*

**Ключевые слова:** уравнение теплопроводности, критерий Вио, безразмерных координатах, относительная избыточная температура.

Решение краевых задач теплопроводности известными классическими методами приводит к сложным математическим преобразованиям, а конечные результаты выражаются громоздкими функциональными рядами. Эти трудности возрастают, когда температурные условия на границе несимметричные.

В данной работе приводится простой способ решения уравнения теплопроводности для тел неклассических форм при несимметричных обогревах, основанного на методе совместного применения интегральных преобразований и ортогональной проекции.

При несимметрических граничных условиях, даже для тел классических форм в виде неограниченного цилиндра и шара приходится решать уравнение теплопроводности не в цилиндрических и сферических координатах, а в декартовых. Поэтому задача становится двумерной или трехмерной, что приводит к дополнительным усложнениям.

Рассмотрим неограниченную призму треугольного сечения с начальной температурой  $T_0$ , помещенной в среде с температурой  $T_{\infty} = \varphi(x, y, t)$ . Предположим, что критерий Вио достаточно большой и температура поверхности тела равна температуре омывающей среды. Требуется решить уравнение теплопроводности [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \frac{W(x, y, t)}{c\gamma}, \quad (1)$$

при следующих условиях однозначности

$$[T(x, y, t)]_{t=0} = T_0, \quad [T(x, y, t)]_{\Gamma} = \varphi(x', y', t), \quad (2)$$

где  $\Gamma$  - граница трехгранной призмы, уравнение которой является  $\tilde{\sigma} = h, y = \pm bx$ , где  $h$  - высота треугольника,  $\tilde{\sigma}$  и  $\tilde{\sigma}'$  - координаты текущей точки на поверхности призмы ( $\tilde{\sigma}', \tilde{\sigma}' \in \Gamma$ ). В безразмерных

координатах  $\xi = \frac{\tilde{\sigma}}{h}, \eta = \frac{\sqrt{3}y}{b}, F_0 = \frac{9at}{h^2}$ , для равносторонней призмы ( $b = \frac{1}{\sqrt{3}}$ ) в области изображений

по Лапласу по переменной  $F_0$  задача (1) и (2) приводится к виду

$$\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \xi^2} + 3 \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \eta^2} - 9p\bar{T}(\xi, \eta, p) + 9T_0 = 0 \quad (3)$$

$$[\bar{\varphi}(\xi, \eta, p)]_{\tilde{A}} = \bar{\varphi}(\xi', \eta', p), \quad \xi', \eta' \in \tilde{A} \quad (4)$$

Решение задачи (3), (4) ищем в виде [2]:

$$\bar{T}(\xi, \eta, p) = \bar{\varphi}(\xi, \eta, p) + (1 - \xi)(\xi^2 - \eta^2)[a_1(p) + a_2(p) + \dots]. \quad (5)$$

Рассмотрим следующие случаи:

а) Пусть температура поверхности линейная функция вдоль одной координаты, т.е.

$$T_{\bar{n}0} = \varphi(\xi, \eta, F_o) = T_1 + \Delta T(1 - \xi) \quad (6)$$

В этом случае выражение (5) примет вид

$$\bar{T} = (T_1 + \Delta T)(1 - \xi) / p + (1 - \xi)(\xi^2 - \eta^2) \left[ \bar{a}_1(p) + \bar{a}_2(p)\eta^2 + \bar{a}_3(p)\xi^2 + \dots \right].$$

Относительная избыточная температура в первом приближении будет

$$\theta_1 = \frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = 1 + N(1 - \xi) - 3,5(1 - \xi)(\xi^2 - \eta^2)(1 + N) \exp(-4,6F_o),$$

где  $N = \Delta T / (T_1 - T_0)$ .

б) При экспоненциальном изменении температуры по закону

$$T_{\bar{n}0} = T_1 + \Delta T(1 - \xi) [1 - \exp(-PdF_o)]$$

получим

$$\theta_1 = 1 + N(1 - \xi) [1 - \exp(-PdF_o) - 3,5(1 - \xi)(\xi^2 - \eta^2)] \cdot \{3 \exp(-4,6F_o) + (Pd \cdot N) / (4,67 - Pd) \cdot [\exp(-PdF_o) - \exp(-4,67F_o)]\}.$$

в) Если  $T_{\bar{n}0} = T_0 + \Delta T(1 - \xi) \{F_o [1 - H(F_o - F_{or})] + F_{or} \cdot H(F_o - F_{or})\}$ ,

$$\theta_1 = \frac{T - T_0}{\Delta T} \cdot (1 - \xi) \{F_o [1 - H(F_o - F_{or})] + F_{or} \cdot H(F_o - F_{or})\} +$$

то

$$+ \frac{3}{4}(1 - \xi)(\xi^2 - \eta^2) \{[\exp(-4,67 - Pd)] + H(F_o - F_{or}) [1 - \exp(-4,67)(F_o - F_{or})]\},$$

где  $H(F_o - F_{or})$  - функция Хэвисайда,  $\tau$  - время.

Теперь исследуем уравнение теплопроводности для шара и эллипсоида. Краевая задача для шара при граничных условиях первого рода в безразмерных координатах имеет вид [3]:

$$\frac{\partial T}{\partial F_o} = \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial \tau^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2}, \quad [T(\xi, \eta, \zeta, F_o)]_I = \varphi(\xi', \eta', \zeta', F_o), \quad [T]_{F_o=0} = T_0, \quad (7)$$

где  $\xi = \frac{x}{R}$ ,  $\eta = \frac{y}{R}$ ,  $\zeta = \frac{z}{R}$ ,  $F_o = \frac{at^2}{R^2}$ ,

$\Pi$  - поверхность сферы, уравнение которой  $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$  и  $\xi', \eta', \zeta' \in \bar{I}$ .

Применяя интегральное преобразование Лапласа к краевой задаче (7), получим:

$$\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \tau^2} + \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \zeta^2} - p \bar{T}(\xi, \eta, \zeta, p) + T_0 = 0, \quad [\bar{T}]_I = \bar{\varphi}(\xi', \eta', \zeta', p). \quad (8)$$

Решение задачи (8) ищем в виде

$$\bar{T}_n = \bar{\varphi}(\xi, \eta, \zeta, p) + \sum_{k=1}^n \bar{a}_k(p) (1 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2) (\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)^{k-1}. \quad (9)$$

При  $T_n = \varphi(\xi, \eta, \zeta, F_o) = T_1 + \Delta T(1 - \xi)$ , температура в первом приближении приводится к виду

$$T(\xi, \eta, \zeta, F_o) = T_1 + \Delta T(1 - \xi) + \frac{7}{4} (T_0 - T_1 - \Delta T) (1 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2) \exp(-10,5F_o).$$

В случае, когда  $T_n = T_1 + \Delta T(1 - \xi) [1 - \exp(-PdF_o)]$ , получим

$$\theta_1 = \frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = 1 + N(1 - \xi) [1 - \exp(-PdF_o)] - \frac{7}{4}(1 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2) \cdot$$

$$\cdot \{ \exp(-10,5F_o) + Pd \cdot N / (10,5 - Pd) [ \exp(-PdF_o) - \exp(-10,5F_o) ] \}.$$

Аналогичные решения получены при других видах задания температуры на поверхности. Решение уравнение теплопроводности внутри эллипсоида  $\frac{x^2}{b_1^2} + \frac{y^2}{b_2^2} + \frac{z^2}{b_3^2} = 1$ , при граничных условиях

$$[T(\xi, \eta, \zeta, t)]_f = T_1 + \Delta T(1 - \xi^2)$$

в первом приближении имеет вид

$$\theta_1 = \frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = 1 + N(1 - \xi) - \frac{7}{4}(1 + N)(1 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2) \exp(1 - 3,5qt),$$

где  $\xi = \frac{x}{b_1}, \eta = \frac{y}{b_2}, \zeta = \frac{z}{b_3}, q_o = a \left( \frac{1}{b_1^2} + \frac{1}{b_2^2} + \frac{1}{b_3^2} \right), -1 \leq \xi \leq 1.$

При  $b_1 = b_2 = b_3 = R$  это решение совпадает с решением для шара.

Рассмотрим конус, полученный вращением прямоугольного треугольника вокруг большого катета  $h$  ( $h$ -высота конуса), и для простоты положим,  $\frac{R}{h} = 30^0 = \frac{1}{\sqrt{3}}$ , где  $R$ -радиус основания конуса.

В качестве координатных функций в данном случае возьмём функции вида

$$\psi_k(\xi, \eta, \zeta) = (1 - \xi)(\xi^2 - \eta^2 - \zeta^2) \cdot \xi^{k-1} (\eta\zeta)^{2(k-1)}, \text{ где } \xi = \frac{x}{h}, \eta = \frac{y}{R}, \zeta = \frac{z}{R}.$$

В области изображений по Лапласу получим

$$\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \xi^2} + 3 \left( \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \zeta^2} \right) - 3p\bar{T} + 3T_0 = 0 \quad \left[ \bar{T}(\xi, \eta, \zeta, t) \right]_A = \bar{\varphi}(\xi', \eta', \zeta', p).$$

Решение в  $n$ -ом приближении ищем в виде

$$\bar{T}_n = \bar{\varphi}(\xi, \eta, \zeta, p) + \sum_{k=1}^n a_k(p) \psi_k(\xi, \eta, \zeta).$$

При  $T_{\bar{n}0} = T_1 + \Delta T(1 - \xi), 0 \leq \xi \leq 1$ , получим

$$\theta_1 = 1 + N(1 - \xi) - 3,6 \frac{7}{4}(1 - \xi)(1 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2)(3,5 + N) \exp(-24F_o),$$

где  $N = \Delta \bar{\theta} / (T_1 - T_0)$ .

Получены аналогичные решения для цилиндра эллиптического и прямоугольного сечения при различных заданиях температуры на поверхности тела в случае несимметричных граничных условий.

### Литература

1. Цой П.В., «Методы расчета задач тепломассопереноса». М. Энергоатомиздат, 1984, 410с.
2. Цой П.В., «Системные методы расчета краевых задач тепло-массопереноса». М. МЭИ, 2005, 568с
3. Махмаёров Б. Самаров Ш.Ш. «Приближенный расчёт нестационарной теплопроводности для тел неклассической формы». Материалы международной конференции «16 сессии Шурои Оли Республики Таджикистан (12) созыва и её историческая значимость в развитии науки и образования», г. Душанбе, 2002г.

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

Ш. Ш. Самаров, Б. Махмаёров

ГАРМИГУЗАРОНӢ БАРОИ ҶИСМҲОИ ШАКЛАШОН НОДУРУСТ  
ҲАНГОМИ ШАРТҲОИ САРҲАДИИ ҒАЙРИСИММЕТРӢ

Дар мақола ҳалли масъалаи гармигузаронӣ барои ҷисмҳои ғайриклассикӣ ҳангоми гармамоии ғайрисимметрӣ бо усули истифодаи яқҷояи табдилдиҳии интегралӣ ва проексияи ортогональи дида баромада шудааст.

B. Mamerow, Sh. Sh. Samarov

THE CONDUCTIVITY AT ASYMMETRIC BOUNDARY CONDITIONS  
FOR THE BODIES OF IRREGULAR SHAPES

The article discusses the solution of the heat equation for the bodies of non-classical forms with asymmetric heater based on the joint application of integral transforms and orthogonal projection.

**Keywords:** heat equation, the criterion VIO, dimensionless coordinates, the relative excess temperature.

Сведения об авторах

**Самаров Шамсиддин Шарофович** – 1958 г.р., окончил в 1981 году Таджикский государственный университет им. В.И.Ленина (ныне Национальный университет), кандидат физико-математических наук (2004), заведующий кафедрой «Высшей математики» ТТУ им. академика М.С.Осими. Автор 40 научных и научно - методических работ. Из них 8 учебников и учебных пособий. Область научных интересов – теория уравнений в частных производных.

**Махмаёров Бобо** - 1946 г.р., с отличием окончил в 1971 году Таджикский государственный университет им. В.И.Ленина (ныне Национальный университет), старший преподаватель кафедры «Высшей математики» ТТУ им. академика М.С.Осими. Автор 30 научных и научно - методических работ. Из них 6 учебников и учебных пособий. Область научных интересов – теория уравнений в частных производных.

Т.С. ОРИПОВ

ОБ ОДНОЙ СИСТЕМЕ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ВТОРОГО  
ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

В настоящей работе нами рассматривается система трёх уравнений с тремя сингулярными коэффициентами в трёхмерном пространстве. Проверив выполнение условий совместности системы, найдётся многообразие решений, а также исследуется поведения решений системы в особых линиях параллелепипеда  $\Pi_3$ . Предложено теорема существования единственности решения задачи Коши для переопределённых систем трех уравнений в частных производных второго порядка с сингулярными коэффициентами.

**Ключевые слова:** уравнения, сингулярная линия, система второго порядка, функция, задачи Коши.

Рассматривается система трёх уравнений 2-го порядка

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{a_1(x,y,z)}{x^{n_1}} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = \frac{a_2(x,y,z)}{x^{n_1} \cdot y^{n_2}} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} = \frac{a_3(x,y,z)}{x^{n_1} \cdot y^{n_2} \cdot z^{n_3}}, \quad 1) \quad \text{где все заданные функции } a_i(x,y,z) \in C^2(\Pi) \quad i = 1,2,3, \quad U(x,y,z) \in C^4(\Pi_0)$$

Произведя замену  $\frac{\partial u}{\partial x} = V$  где  $V = V(x,y,z)$  – новая неизвестная функция, преобразуем систему (1) к системе уравнений 1-го порядка, т.е. к системе уравнений в полных дифференциалах двумянеизвестными функциями с тремя переменными.

$$\frac{\partial u}{\partial x} = V, \quad \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{a_1(x,y,z)}{x^{n_1}}, \quad \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{a_2(x,y,z)}{x^{n_1} \cdot y^{n_2}}, \quad \frac{\partial V}{\partial z} = \frac{a_3(x,y,z)}{x^{n_1} \cdot y^{n_2} \cdot z^{n_3}}, \quad (2)$$

Условия совместности системы (2) имеют вид:

$$xy^{n_2} \cdot \frac{\partial a_1}{\partial y} - x \cdot \frac{\partial a_2}{\partial x} + n_1^0 \cdot a_2 \quad (N_1)$$

$$xy^{n_2} z^{n_3} \cdot \frac{\partial a_1}{\partial z} - x \cdot \frac{\partial a_3}{\partial x} + n_1 \cdot a_3 = 0 \quad (N_2)$$

$$xz^{n_3} \cdot \frac{\partial a_2}{\partial z} - y \cdot \frac{\partial a_3}{\partial y} + n_2 a_3 = 0 \quad (N_3)$$

Если хотя бы одно из соотношений  $(N_1) - (N_3)$  не выполняется, то данная система (2) несовместна. Допустим, что в системе (2)  $a_1(x, y, z)$  считается заданной функцией. Очевидно, что для существования многообразия решений системы (2) необходимо и достаточно, чтобы условия  $(N_1) - (N_3)$  выполнялись во всех точках  $(x, y, z) \in \Pi_3$ . Легко заметить, что в точках особых линий  $x = 0, y = 0, z = 0$ , из соотношений  $(N_1) - (N_3)$ , получаем  $a_i(x, y, z) = 0, (i = 2, 3), a_1 \equiv a_1(x)$ . Тогда решение системы (2) имеет вид

$$V(x, y, z) = c_1 + \int_x^1 \frac{a_1(t)}{t^{n_1}} dt, U(x, y, z) = c_2 + c_1 x - \int_x^1 \int_t^1 \frac{a_1(t)}{t^{n_1}} dt \quad (3)$$

Если в (3)  $n_1 < 2$ , то двойной интеграл (3) сходится и решение системы (1) представляет непрерывную функцию всюду в  $\Pi$ . Аналогично вышеуказанным случаям, допуская  $z = 0$ , либо  $y = 0$ , либо  $x = 0$  в каждом из соотношений  $(N_1) - (N_3)$ , можем определить вид каждой из функций  $a_1, a_2, a_3$ , каждая в отдельности и по ним можем определить вид решения исходной системы (1).

Допустим, что необходимые условия  $(N_1) - (N_3)$  выполнены всюду в области  $\Pi$ . Нам кажется, что выполнение такого вида требований справедливо, если мы сможем определить взаимосвязь функций  $a_i(x, y, z) (i = 1, 2, 3)$  определёнными формулами. Выше нами было затребовано, чтобы  $a_i(x, y, z)$  считались данными функциями. Тогда, разрешая каждое из соотношений  $(N_1) - (N_3)$  как отдельное дифференциальное уравнение, получим:

$$a_2(x, y, z) = x^{n_1} \varphi_1(y, z) + x^{n_1} y^{n_2} A'_y(x, y, z), \text{ где } A'(x, y, z) = \int_x^1 \frac{a_1(t, y, z)}{t^{n_1}} dt, \\ a_3(x, y, z) = x^{n_1} \varphi_2(y, z) + x^{n_1} z^{n_3} A'_z(x, y, z), \quad (4)$$

где  $\varphi_1(y, z), \varphi_2(y, z)$  как и функции  $a_2(x, y, z), a_3(x, y, z)$  считаются известными функциями.

Допустим, что в (4)  $\varphi_1(y, z)$  – считается вполне определённой функцией. Тогда для системы (2) можно ставить начальное условие:

$$V = u_x = \varphi_1(y, z), \text{ при } x = x_0, \quad u = u_0 \text{ (при } x \neq x_0, y = y_0, z = z_0) \quad (5)$$

Тогда после подстановки значений функций  $a_2(x, y, z), a_3(x, y, z)$ , в соотношения  $(N_3)$  будем иметь:

$$V \varphi_{2y} - n_2 \varphi_2 - y z^{n_3} = 0, \text{ или } \varphi_{2y} - \frac{n_2}{y} \varphi_2 - z^{n_3} \varphi_1 = 0. \quad (6)$$

По аналогии с (6<sub>1</sub>) тогда получим:

$$\varphi_2(y, z) = y^{n_2} [\varphi(z) + z^{n_3} \Phi(y, z)], \text{ (где } \Phi(y, z) = - \int_y^1 \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_2} \varphi_2(\tau, z)} dt).$$

Объединяя (4) и последнее соотношение будем иметь:

$$\begin{cases} a_2(x, y, z) = x^{n_1} [\varphi_1(y, z) + y^{n_2} A'_y(x, y, z)] \\ a_3(x, y, z) = x^{n_1} \cdot y^{n_2} [\varphi(z) + z^{n_3} \Phi(y, z) + z^{n_3} A'_z(x, y, z)] \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом, система (2) преобразована к системе в полных дифференциалах первого порядка:

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{a_1(x, y, z)}{x^{n_1}}, \quad \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{1}{y^{n_2}} (A'_y(x, y, z) + \varphi_1(y, z)) \quad (8)$$

$$\frac{\partial V}{\partial z} = \frac{1}{z^{n_3}} (\varphi(z) + \varphi(x, z) + A'_z(x, y, z)),$$

для которой все условия совместности будут выполняться всюду в  $\Pi_3$ .

Теперь

для нахождения достаточного условия существования решений системы (2), проинтегрируем равносильную ей систему (8), в результате получим:

$$V(x, y, z) = c_1 \int_z^1 \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_3}} ds - \int_y^1 \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_2}} d\tau - \int_x^1 \frac{a_1(t, y, z)}{t^{n_1}} dt, \quad (9)$$

Учитывая замену  $U_x = V$  и проинтегрировав уравнение

$$\frac{\partial u}{\partial x} = c_1 - \int_z^1 \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_3}} ds - \int_y^1 \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_2}} d\tau - \int_x^1 \frac{a_1(t, y, z)}{t^{n_1}} dt,$$

в результате получим:

$$U(x, y, z) = c_2(y, z) + c_1 \cdot x - x \left( \int_z^1 \frac{\varphi(\tau)}{\tau^{n_3}} d\tau \right) - \int_x^1 \frac{a_1(\sigma, y, z)}{\sigma^{n_1}} d\sigma \quad (10)$$

$$U(x, y, z) = U_0 + \varphi_0 \cdot x - x \left( \int_z^1 \frac{\varphi(\tau)}{\tau^{n_3}} d\tau + \int_y^1 \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_2}} d\tau \right) + \int_x^1 \frac{a_1(\sigma, y, z)}{\sigma^{n_1}} d\sigma \quad (11)$$

**Теорема 1.** Допустим что в системе уравнений второго порядка (1),

$$a_1, a_2, a_3 \in C^2(\Pi), U \in C^3(\Pi_0), \Pi = \{(x, y, z) \mid 0 \leq x, y, z \leq 1\},$$

$\Pi_0 = \Pi - \{\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3\}$ ,  $\Gamma_1 = \{(x, y, z) \mid x = 0\}$ ,  $\Gamma_2 = \{(x, y, z) \mid y = 0\}$ ,  $\Gamma_3 = \{(x, y, z) \mid z = 0\}$ ,  $n_1, n_2, n_3 \geq 0$ . Для того, чтобы условия совместности системы (2) выполнялись во всех точках области ( $\Pi$ ) необходимо и достаточно, чтобы взаимосвязь между функциями  $a_1, a_2, a_3, \varphi_1, \varphi_2$  определялась формулами (4) и (6). Тогда задача Коши (5) для системы (1) имеет решение и её решение представится формулой (11) или многообразием решений системы (1) определяется формулой (10).

**Замечание 1.**

1. Если в постановке задачи все  $0 \leq n_i < 2$  ( $i = 1, 2, 3$ ) то решение системы (1) представленной формулой (10) во всей области ( $\Pi$ ), по всем переменным является непрерывным.

2. Если в системе (1)  $n_2 = n_3 = 1$ ,  $n_1 = 2$ , то решение задачи Коши либо решение системы (1) по всем переменным в  $\Pi_0$  является непрерывным, а в точках поверхностей  $x = 0, y = 0, z = 0$  имеет логарифмическую особенность по каждому переменному соответственно.

3. Если в формулах (10) либо (11) функции  $\varphi(s), \varphi_1(\tau, z), a_1(\tau, y, z)$  удовлетворяют условию Липшица (при  $n_2 = n_3 < 2, n_1 < 3$ ), то есть

$$|\varphi(\tau) - \varphi(0)| \leq \lambda_1(\tau), \quad |\varphi_1(\tau, z) - \varphi_1(0, z)| \leq \lambda_2(\tau),$$

$|a_1(\xi, y, z) - a_1(0, y, z)| \leq \lambda_3(\xi)$  ( $0 < \lambda_i \leq 1$ ), ( $i=1, 2, 3$ ) то решение системы (1) во всей области ( $\Pi$ ) будет непрерывно.

4. Если функции  $\varphi(z), \varphi_1(y, z), a_1(x, y, z)$  соответственно в особых точках линий  $z = 0, y = 0, x = 0$  являются бесконечными малыми, то решение системы (1) во всей области ( $\Pi$ ) будут непрерывными функциями.

5. Если в постановке исходной задачи  $a_1(x, y, z) \in C_x^{n_1+1}(\Pi)$ ,  $\varphi_1(y, z) \in C_x^{n_2+1}(\Pi)$ ,  $\varphi(z) \in C_y^{n_3+1}(\Pi)$ , то разлагая эти функции по степеням

$x, y, z$  по формулам Тейлора, выделим порядки особенностей по соответствующим переменным  $x, y, z$ , и они выделяются формулами

$$\varphi(z) = \sum_{k=0}^{n_3} \varphi^{k_2}(0) z^k, \quad \varphi_1(y, z) = \sum_{k=0}^{n_2} \varphi^{k_1}(a, z) y^k,$$

$$a_1(x, y, z) = \sum_{k=0}^{n_1} a_0^{(k)}(0, y, z) \cdot x^k.$$

При этом получаем :

$$U(x, y, z) = c_2(y, z) + c_1 x - x \left[ \sum_{k=0}^{n_3-2} \frac{\varphi^k(0)}{n_3-k+1} \left( 1 - \frac{1}{z^{n_3-k+1}} \right) + \sum_{k=0}^{n_2-2} \frac{\varphi_1(0, z)}{n_2-k+1} \left( 1 - \frac{1}{y^{n_2-k+1}} \right) + \varphi_0^{n_1-1} \ln z + \varphi_1^{n_3}(z) + \varphi_1^{n_2-1}(0, z) \ln y + \varphi_1^{n_2}(0, z) \right] - \left[ \sum_{k=0}^{n_1-2} \frac{a_n(0, y, z)}{n_1-k+1} \left( 1 - \frac{1}{n_1-k+1} - x + \frac{1}{n_{(1-k)} x^{n_1}} \right) + a_{n-1}(0, y, z) (x \ln x - x) + A_n(x, y, z) \right] \quad (12)$$

где  $A_n(x, y, z) = \int_x^1 a_1(t, y, z) dt$ .

При этом, порядок особенностей по каждой из переменных выявятся явно.

6. Если за области определения функций считать  $n_3 > 1; n_1 > 1; n_2 > 2$ , то есть за  $\Pi$  (считать все области  $\Pi$ ), то для получения непрерывного решения системы верны формулы вида (10) и (11) достаточно считать

ограниченными функции  $a_1(x, y, z), \varphi_1(y, z)$  и  $\varphi(z)$  в  $\Pi$ . При этом полученное решение систем (1) записывается формулой:

$$U(x, y, z) = c_1(y, z) + c_1 \cdot x + x \left( \int_t^{\infty} \frac{\varphi(\xi)}{\xi^{n_3}} d\xi + \int_y^{\infty} \frac{\varphi_1(\tau, z)}{\tau^{n_2}} d\tau \right) + \int_x^{\infty} dt \int_t^{\infty} \frac{\varphi_1(\xi, y, z)}{\xi^{n_1}} d\xi \quad (13)$$

7. Если в системе уравнений (1) считать, что при ограниченности  $u'_x, u'_y, u'_z$  существуют пределы:

$$\lim_{z \rightarrow 0} z^{n_3} \cdot u'_z = 0, \quad \lim_{y \rightarrow 0} (y^{n_2} - u'_y) = 0, \quad \lim_{x \rightarrow 0} (y^{n_2} * z^{n_3} u'_z) = 0, \quad \text{то необходимо}$$

$$\alpha_1(0, y, z) = \alpha_0 = 0, \varphi_2(0, z) = \varphi_{10} = 0, \varphi_3(0) = \varphi_{30} = 0.$$

При этом в области  $\Pi$  можно получить непрерывное решение системы(1).

#### Литература:

1. Михайлов Л.Г. «Некоторые переопределённые системы уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями» (моно-графия)-Душанбе, Изд. «Дониш», 1986 г., 116 с.
2. Михайлов Л.Г. ДАН России, 1992г., т. 332, № 4, с. 646-650.
3. Михайлов Л.Г. К сингулярной теории полных дифференциалов. ДАН РФ, 1997г., т. 354, с. 21-24.
4. Михайлов Л.Г., Орипов Т.С. Формулы представления решений систем уравнений в полных дифференциалах второго порядка с сингулярными линиями.// Вестник национального университета.-Душанбе, 2005г., № 2, с.83-85.
5. Михайлов Л.Г. К теории полных дифференциалов второго порядка с сингулярными точками. ДАН России, 2006 г., т. 406, № 3.
6. Орипов Т.С. Об одном классе систем уравнений в полных дифференциалах второго порядка с сингулярными коэффициентами.//ТрудыТаджикского технического университета.- Душанбе, 2013 г., № 4(14),с. 6-9.

**Т.С. Орипов**

#### ОИД БА ЯК СИСТЕМАИ МУОДИЛАҲО ДАР ХОСИЛАИ ХУСУСИИ ТАРТИБИ ДҶУОМИ КОЭФФИЦИЕНТИ СИНГУЛЯРӢ.

Дар мақолаи мазкур теоремаи мавҷудият ва ягонагии ҳалли масъалаи Коши барои муодилаи додашуда ба системаи муодилаҳои дар дифференциали пурра оварда шуда, маҷмӯи ҳалҳои ба воситаи ду бузургиҳои ихтиёрии доимӣ навишта шудааст. Системаи се муодила бо се коэффитсиенти сингулярӣ дар фазои сеченака мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Иҷроиши шартҳои ҳамаҷоягиро санҷида ҳалли бисёршакла, инчунин ва қараёни ҳалли система дар ҳаҷми махсуси параллелипипеди  $\Pi_3$  нишон дода шудааст.

**Калидвожаҳо:** муодила, хати сингулярӣ, системаи тартиби дуюм, функсия, масъалаи Коши.

**T.S. Oripov**

#### ABOUT A SYSTEM OF EQUATIONS IN PRIVATE DERIVATIVE OF SECOND ORDER WITH SINGULAR COEFFICIENT.

This article is considered the system of three equations with three singular coefficients in the three dimensional space. Examined the condition will be found by multiform decision and also analyzing the performance of system decisions in special parallelepiped lines  $P_3$ . There is offend the theorem for the existing and only for solving the Koshi tasks.

**Keywords:** equations, the singular line, second order system, the function of problem Koshi.

#### Сведения об авторе

**Орипов Турдикул Сафарович** – кандидат физико математических наук, доцент кафедры «Высшая математика» ТТУ им. М.С. Осими. Опубликовано более 34 научных и научно методических работ. Область научных интересов - системы уравнения в полных дифференциалах второго порядка с сингулярной линией.

Дж. Б. Аминов, Б. Аминов, Х. Маджидов

## СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

*В статье представлены основные уравнения для расчёта энтальпии, энтропии и свободной энергии Гиббса, для композиционных материалов на основе алюминия, а также взаимосвязь между теплофизическими и термодинамическими свойствами этих материалов, в интервале температур 298-673 К.*

**Ключевые слова:** удельная теплоёмкость – композиционные материалы – скользящие контакты – электрофизические свойства.

Вопросы переноса тепла и электричества в пористых композиционных системах ввиду, своей большой важности находятся непрерывно в поле зрения исследователей. Изучены механизмы переноса тепла, и электричества построены строгие теории и решены задачи тепло и массообмена. Наиболее перспективными оказались термодинамические методы расчётов [1].

Поэтому представлял интерес после определения теплоёмкости исследуемых объектов определить взаимосвязь между теплофизическими и термодинамическими свойствами образцов.

Для определения энтальпии композиционных материалов нами использовано следующее уравнение:

$$\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} C_p(T) \cdot \Delta T$$

Согласно расчётным данным табл. 1, энтальпия стремится вверх, но с добавлением процента углерода в состав объектов это стремление принимает иной характер, то есть уменьшается.

Для решения многих конкретных задач, связанных с применением энтропии, необходимо установить её взаимосвязь с другими термодинамическими параметрами. Наконец, найдём зависимость энтропии от температуры. В определении удельной теплоёмкости и энтропии можно показать взаимосвязь:

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} C_p(T) \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

Данное уравнение характеризует температурную зависимость энтропии и теплоёмкости, которое широко используется в практике термодинамических расчётов. Энтропия зависит от всех видов движения частиц, содержащихся в молекуле. Для каждого данного вещества энтропия возрастает при всех процессах, вызываемых движением частиц (испарение, плавление, расширение газа, диффузии и пр.). Энтропия возрастает при ослаблении связей между атомами в молекулах и при разрыве их, т. е. диссоциации молекул на атомы или атомные группы. Наоборот, упрочнение связей вызывает уменьшение энтропии [2].

Исходя из расчётных данных табл. 2, энтропия, как и теплоёмкость с ростом температуры увеличивается, но при добавлении углерода оно также уменьшается.

С помощью энтальпии и энтропии можно найти свободную – энергию Гиббса из следующего выражения:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

Поскольку в изолированной системе самопроизвольно могут протекать только такие процессы, при которых энтропия стремится к максимуму, то это означает, что при этом свободная энергия Гиббса должна стремиться к минимуму. В системах, находящихся при постоянных температуре и давлении, самопроизвольно могут протекать только процессы, сопровождающиеся уменьшением  $G$ , причем пределом их протекания, т. е. условием равновесия, служит достижение некоторого минимального для данных условий значения изобарно-изотермического потенциала.

Расчётные данные по табл. 3, действительно показывают стремление свободной энергии Гиббса к минимуму с повышением температуры. А добавка углерода в этот состав ускоряет это стремление линий к минимуму.

Ниже на рис. 1, 2 и 3 приведены температурные зависимости энтальпии, энтропии и свободной энергии Гиббса для композиционных материалов на основе алюминия в интервале температур 298-673 К. На рисунках видно, что с увеличением количества углерода в состав исследуемых объектов их теплоёмкость уменьшается также как и энтальпия, энтропия, а также энергия Гиббса, что гласит о взаимосвязи между ними.

Таблица 1

Температурная зависимость энтальпии для композиционных материалов на основе алюминия

Образец №1 алюминий (слиток эталонный)																
Т, К	298	323	348	373	398	423	448	473	498	523	548	573	598	623	648	673
ΔH, кДж/моль	22775	23187	23412	23787	24150	24350	24525	24675	24787	24825	24912	24987	25100	25225	25275	25321
Образец №2 алюминий 95% + углерод 2,5% + медь 2,5%																
ΔH, кДж/моль	17850	18000	18237	18487	18625	18762	19100	19412	19475	19550	19687	19862	20137	20500	20750	20825
Образец №3 алюминий 90% + углерод 5% + медь 5%																
ΔH, кДж/моль	15962	16212	16425	16612	16787	16975	17400	17750	17825	17912	18012	18175	18425	18737	19025	19173
Образец №4 алюминий 85% + углерод 7,5% + медь 7,5%																
ΔH, кДж/моль	13012	13237	13462	13700	13925	14250	15087	15800	15887	16000	16137	16287	16462	16800	17275	17325
Образец №5 алюминий 80% + углерод 10% + медь 10%																
ΔH, кДж/моль	10462	10875	11387	11762	12387	13512	14375	14725	14837	14987	15150	15275	15500	15862	16237	16341
Образец №6 алюминий 70% + углерод 15% + медь 15%																
ΔH, кДж/моль	9287	9562	9900	10200	10500	10975	11712	12200	12325	12475	12612	12737	12850	12950	13162	13274
Образец №7 алюминий 60% + углерод 20% + медь 20%																
ΔH, кДж/моль	7600	7750	7987	8225	8612	9175	9600	9887	10037	10150	10275	10400	10525	10662	10787	10832
Образец №8 алюминий 50% + углерод 25% + медь 25%																
ΔH, кДж/моль	6412	6525	6650	6787	6925	7162	7762	8275	8412	8562	8700	8800	8937	9087	9250	9375

Таблица 2

Температурная зависимость энтропии для композиционных материалов на основе алюминия

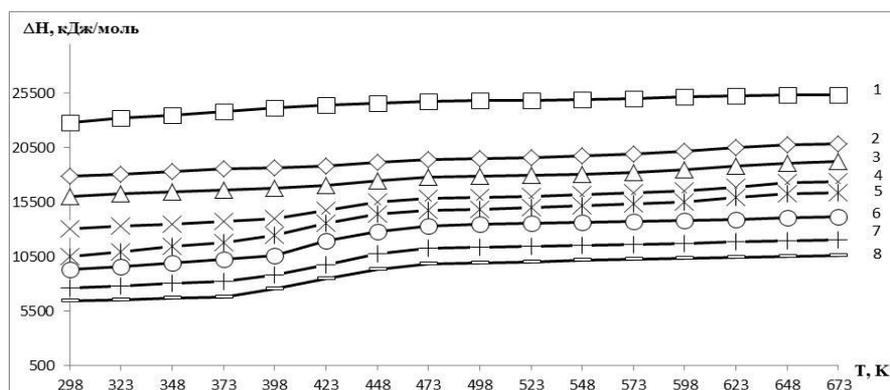
Образец №1 алюминий (слиток эталонный)																
Т, К	298	323	348	373	398	423	448	473	498	523	548	573	598	623	648	673
ΔS, Дж/(мольК)	36,44	37,1	37,46	38,06	38,64	38,96	39,24	39,48	39,66	39,72	39,86	39,98	40,16	40,36	40,44	40,52
Образец №2 алюминий 95% + углерод 2,5% + медь 2,5%																
ΔS, Дж/(мольК)	28,56	28,8	29,18	29,58	29,8	30,02	30,56	31,06	31,16	31,28	31,5	31,78	32,22	32,8	33,2	33,42
Образец №3 алюминий 90% + углерод 5% + медь 5%																
ΔS, Дж/(мольК)	25,54	25,94	26,28	26,58	26,86	27,16	27,84	28,4	28,52	28,66	28,82	29,08	29,48	29,98	30,44	30,68
Образец №4 алюминий 85% + углерод 7,5% + медь 7,5%																
ΔS, Дж/(мольК)	20,82	21,18	21,54	21,92	22,28	22,8	24,14	25	25,42	25,6	25,82	26,06	26,34	26,88	27,64	28,12
Образец №5 алюминий 80% + углерод 10% + медь 10%																
ΔS, Дж/(мольК)	16,74	17,4	18,22	18,82	19,82	21,62	23	23,56	23,74	23,98	24,24	24,44	24,8	25,38	25,98	26,24
Образец №6 алюминий 70% + углерод 15% + медь 15%																
ΔS, Дж/(мольК)	14,86	15,3	15,84	16,32	16,8	17,56	18,74	19,52	19,72	19,96	20,18	20,38	20,56	20,72	21,06	21,64
Образец №7 алюминий 60% + углерод 20% + медь 20%																
ΔS, Дж/(мольК)	12,16	12,4	12,78	13,16	13,78	14,68	15,36	15,82	16,06	16,24	16,44	16,64	16,84	17,06	17,26	17,52
Образец №8 алюминий 50% + углерод 25% + медь 25%																
ΔS, Дж/(мольК)	10,26	10,44	10,64	10,86	11,08	11,46	12,42	13,24	13,46	13,7	13,92	14,08	14,3	14,54	14,8	15,12

Таблица 3

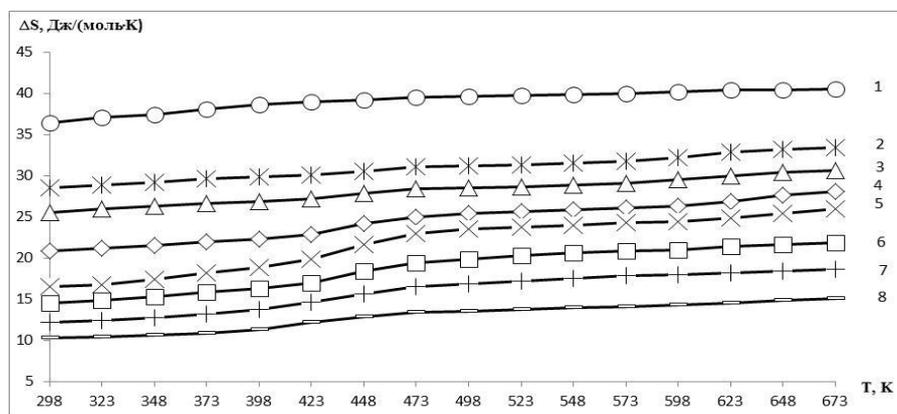
Температурная зависимость свободной энергии Гиббса для композиционных материалов на основе алюминия

Образец №1 алюминий (слиток эталонный)																
Т, К	298	323	348	373	398	423	448	473	498	523	548	573	598	623	648	673
ΔG, кДж/моль	-11915	-11203	-10376	-9590	-8771	-7870	-6945	-6001	-5036	-4051	-3068	-2078	-1084	-812	-730	-648
Образец №2 алюминий 95% + углерод 2,5% + медь 2,5%																
ΔG, кДж/моль	-9339	-8697	-8082	-7453	-6764	-6063	-5409	-4720	-3957	-3190	-2425	-1652	-869	-763	-656	-542
Образец №3 алюминий 90% + углерод 5% + медь 5%																
ΔG, кДж/моль	-8351	-7833	-7279	-6697	-6096	-5486	-4927	-4316	-3622	-2922	-2218	-1512	-796	-694	-510	-415
Образец №4 алюминий 85% + углерод 7,5% + медь 7,5%																
ΔG, кДж/моль	-6807	-6395	-5966	-5523	-5057	-4605	-4272	-3975	-3227	-2611	-1987	-1354	-710	-537	-472	-368
Образец №5 алюминий 80% + углерод 10% + медь 10%																
ΔG, кДж/моль	-5473	-5254	-5046	-4742	-4498	-4366	-4071	-3581	-3014	-2445	-1866	-1270	-669	-502	-398	-264
Образец №6 алюминий 70% + углерод 15% + медь 15%																
ΔG, кДж/моль	-4858	-4620	-4387	-4112	-3813	-3547	-3316	-2967	-2504	-2036	-1553	-1059	-555	-414	-311	-201
Образец №7 алюминий 60% + углерод 20% + медь 20%																
ΔG, кДж/моль	-3976	-3744	-3539	-3316	-3127	-2965	-2718	-2404	-2039	-1656	-1265	-865	-454	-336	-297	-159
Образец №8 алюминий 50% + углерод 25% + медь 25%																
ΔG, кДж/моль	-3354	-3152	-2947	-2736	-2515	-2314	-2197	-2012	-1709	-1397	-1071	-732	-385	-286	-213	-114

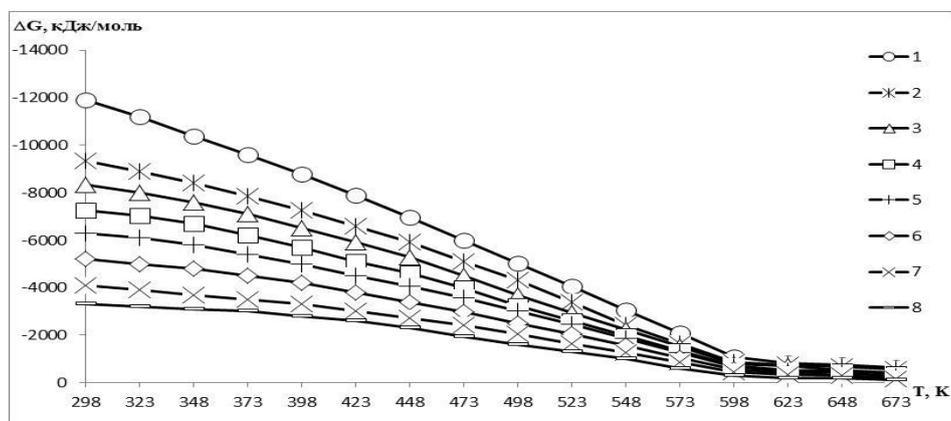
Ниже на рис. 1, 2 и 3 приведены температурные зависимости энтальпии, энтропии, а также свободой энергии Гиббса для углеродмедьсодержащих композиционных материалов на основе алюминия в интервале температур 298-673 К.



**Рис. 1.** Температурная зависимость энтальпии для углеродмедьсодержащих композиционных материалов на основе алюминия: 1. алюминий слиток эталонный; 2. алюминий 95% + углерод 2,5% + медь 2,5%; 3. алюминий 90% + углерод 5% + медь 5%; 4. алюминий 85% + углерод 7,5% + медь 7,5%; 5. алюминий 80% + углерод 10% + медь 10%; 6. алюминий 70% + углерод 15% + медь 15%; 7. алюминий 60% + углерод 20% + медь 20%; 8. алюминий 50% + углерод 25% + медь 25%



**Рис. 2.** Температурная зависимость энтропии для углеродмедьсодержащих композиционных материалов на основе алюминия: 1. алюминий слиток эталонный; 2. алюминий 95% + углерод 2,5% + медь 2,5%; 3. алюминий 90% + углерод 5% + медь 5%; 4. алюминий 85% + углерод 7,5% + медь 7,5%; 5. алюминий 80% + углерод 10% + медь 10%; 6. алюминий 70% + углерод 15% + медь 15%; 7. алюминий 60% + углерод 20% + медь 20%; 8. алюминий 50% + углерод 25% + медь 25%



**Рис. 3.** Температурная зависимость свободной энергии Гиббса для углеродмедьсодержащих композиционных материалов на основе алюминия: 1. алюминий слиток эталонный; 2. алюминий 95% + углерод 2,5% + медь 2,5%; 3. алюминий 90% + углерод 5% + медь 5%; 4. алюминий 85% + углерод 7,5% + медь 7,5%; 5. алюминий 80% + углерод 10% + медь 10%; 6. алюминий 70% + углерод 15% + медь 15%; 7. алюминий 60% + углерод 20% + медь 20%; 8. алюминий 50% + углерод 25% + медь 25%

### Литература

1. Глазов В. М. Основы физической химии. Учебное пособие для вузов. М.: «Высшая школа». 1981. с. 87-126.
2. Рябин В. А., Остроумов М. А. Термодинамические свойства веществ: справ. Л.: Химия, 1977. 392 с.

**Ч. Б.Аминов, Б.Аминов, Х.Мачидов**

### **ВОБАСТАГИ БАЙНИ ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКИ ВА ТЕРМОДИНАМИКИ МАВОДҲОИ КОМПОЗИТСИОНИ ДАР АСОСИ АЛУМИНИЙ**

Дар мақола муодилаҳои ҳисобии энталпия, энтропия ва энергияи озоди Гиббс барои маводҳои композитсионӣ дар асоси алюминий ва вобастаги байни хосиятҳои гармофизики ва термодинамикии ин маводҳо дар ҳудуди ҳароратҳои 298-673 К оварда шудааст.

**J. B.Aminov, B. A.Aminov, H.Majidov**

### **RATIO BETWEEN HEATPHYSICAL AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF ALUMINIUM**

The main equations for calculation of an enthalpy, entropy and free energy of Gibbs, for composite materials on the basis of aluminum, and also interrelation between heatphysical and thermodynamic properties of these materials, in the range of temperatures 298-673 K are presented in article.

**Keywords:** specific heat - composite materials - sliding contacts - electrical properties.

### Сведения об авторах

**Аминов Джахонгир Буронкулович** – 1983 г. р., окончил (2006 г.) Таджикский технический университет имени ак. М. С. Осими, ассистент кафедры ТОР и Э, ТТУ имени ак. М.С. Осими, e-mail: [jahon\\_1004@mail.ru](mailto:jahon_1004@mail.ru)

**Аминов Буронкул** – 1953 г. р., окончил (1976 г.) Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Физико-технического института имени С. У. Умарова АН РТ, e-mail: [Buronkul@mail.ru](mailto:Buronkul@mail.ru)

**Маджидов Хамид** – 1946 г. р., окончил (1967 г.) Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой математики и естественных наук Таджикского государственного университета коммерции, e-mail: [HamidMajidov@mail.ru](mailto:HamidMajidov@mail.ru)

А.Б.Бадалов, И.Р.Исмоилов, Ф.К.Ходжаев, Т.Д.Джураев

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАНТАНОИДОВ

В настоящей работе произведён расчет значений температур плавления и кипения лантаноидов с помощью их корреляционной зависимости от электронного строения, которые заметно отличаются друг от друга в зависимости от источника информации.

**Ключевые слова:** лантаноиды, температура плавления и кипения, корреляция, электронное строение.

Важнейшие достижения современной науки, техники и технологии основаны на фундаментальных исследованиях свойств исходных химических частиц-атомов, ионов, молекул. Наличие достоверных сведений об особенностях электронного строения атомов позволяет установить природу сил ближнего и дальнего порядка в гомо- и гетероядерных соединениях, способствует успешному поиску и созданию новых материалов, в частности в металлических системах с заранее заданными свойствами. Такие исследования приобретают особую актуальность для лантаноидов (Ln) и их соединений в связи с их широким применением в различных областях техники и технологии.

Появляется возможность более достоверно установить особенности электронного строения и связанные с этим проявления поливалентности лантаноидов. Устанавливается природа аномальных эффектов сложного характера закономерностей в изменениях свойств лантаноидов и их сходных соединений в пределах группы.

Анализ литературных сведений показывает что, несмотря на широкое применение этих металлов, значения температуры плавления ( $T_{пл.}$ , К) некоторых лантаноидов заметно отличаются друг от друга в зависимости от источника или вовсе отсутствуют, в частности по температуре кипения ( $T_{кип.}$ , К) [1-5].

Настоящая работа посвящена определению и уточнению температур плавления и кипения лантаноидов, установлению закономерности в их изменениях в пределах всего ряда лантаноидов. Для расчета соответствующих величин температуры лантаноидов применён полуэмпирический метод, разработанный Н.С. Полуэктовым с сотрудниками [6,7]. Метод нами успешно применён для оценки термодинамических характеристик ряда соединений лантаноидов [8-10]. Расчет произведён по корреляционному уравнению

$$T_{Ln} = T_{La} + \alpha N_f + \beta S + \gamma' L_{(Ce-Eu)} (\gamma'' L_{(Tb-Yb)}), \quad (1)$$

где  $T$  - температура плавления или кипения лантаноидов, коэффициент  $\alpha$  учитывает долевое влияния 4f - электронов,  $\beta$ - и  $\gamma$  - влияние спин (S) - и орбитальных (L) моментов движения атомов или ионов лантаноидов на определяемую характеристику (T).

Рассчитанные по уравнению (1) значения коэффициентов и величин температур плавления (кипения) лантаноидов приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Коэффициенты корреляционного уравнения (1)

T	$\alpha$	$\beta$	$\gamma'$	$\gamma''$	Примечание
$T_{пл.}$	52.5	7.0	-28.1	-10.6	$\gamma'_{Ce} = -74.8$ $\gamma''_{Tb} = -19.2$
$T_{кип.}$	-9.9	-31.9	-46.8	-111.0	$\gamma'_{Ce} = -53.7$ $\gamma''_{Tb} = -76.0$

Таблица 2

Температуры плавления ( $T_{пл.}$ ) и кипения ( $T_{кип.}$ ) лантаноидов

Ln	$T_{пл.}, K$			$T_{кип.}, K$		
	Литер.	Источник	Расчет	Литер.	Источник	Расчет
1	2	3	4	5	6	7
La	1193	[1-3,5]	1193*	3727	[1,2,5]	3727*
	1191	[4]		3737	[4]	
Ce	1077	[1,3]	1077*	3550	[2,5]	3552
	1068	[2]		3697	[4]	
	1071	[4,5]				
1	2	3	4	5	6	7

Pr	1208 1204	[1-3] [4,5]	1208	3485 3793	[2,5] [4]	3432
Nd	1297 1294 1291	[1-3] [4] [5]	1245	3400 3347	[2,5] [4]	3360
Pm	1353 1300 1315 1441	[1] [2,3] [4] [5]	1301	3000 3273 2733	[2] [4] [5]	3334
Sm	1345 1347	[2,3,5] [4]	1385	2025 2067 2051	[2] [4] [5]	3355
Eu	1100 1095 1099	[3] [4,5] [2]	1099*	1870 1802	[2,5] [4]	1831*
Gd	1585 1586 1584	[2] [3,4] [5]	1585*	3506 3546	[2,5] [4]	3546*
Tb	1629 1633	[2-4] [5]	1629	3314 3503	[2,5] [4]	3209
Dy	1679 1680 1685 1682	[2] [3] [4] [5]	1683	2608 2840	[2,5] [4]	2993
Ho	1734 1747 1743	[2,3] [4] [5]	1722	2845 2973 2993	[2] [4] [5]	2888
Er	1770 1802 1795	[2,3] [4] [5]	1770	2783 3141	[2,5] [4]	2894
Tm	1818	[2-5]	1830	2005 2223 2000	[2] [4] [5]	3011
Yb	1097 1092	[2,3,5] [4]	1094*	1466 1469	[2,5] [4]	1481*
Lu	1925 1928 1936 1929	[2] [3] [4] [5]	1928*	3588 3675	[2,5] [4]	3588*

Рассчитанные и литературные значения величины  $T_{пл}$  лантаноидов (табл. 1 и 2) хорошо согласуются между собой, что свидетельствует о правомочности выбранного полуэмпирического метода расчета [6,7] и достоверности полученных результатов. Из рисунка 1 видно, что зависимость изменения  $T_{пл}$  показывает, что с возрастанием порядкового номера лантаноидов симбатно увеличиваются  $T_{пл}$  металлов с проявлением тетрад-эффекта. Из рисунка 2 видно, что с возрастанием порядкового номера лантаноидов асимбатно уменьшаются величины температуры кипения металлов.

Значения коэффициентов корреляционного уравнения (1) (табл. 1) указывают на долевое участие отдельных компонентов уравнения при определении общей характеристики. На величину  $T_{пл}$  лантаноидов доминирующее влияние оказывает число электронов, а на величину  $T_{кип}$  – влияние оказывает спин-орбитальное взаимодействие. Явные отклонения рассматриваемых величин для атомов Ce, Eu и Yb объясняются появлением  $4f^2$ -электронов у атома Ce и заполнением наполовину орбиталей  $4f^7$  (Eu) и полностью  $4f^{14}$  (Yb) электронами.

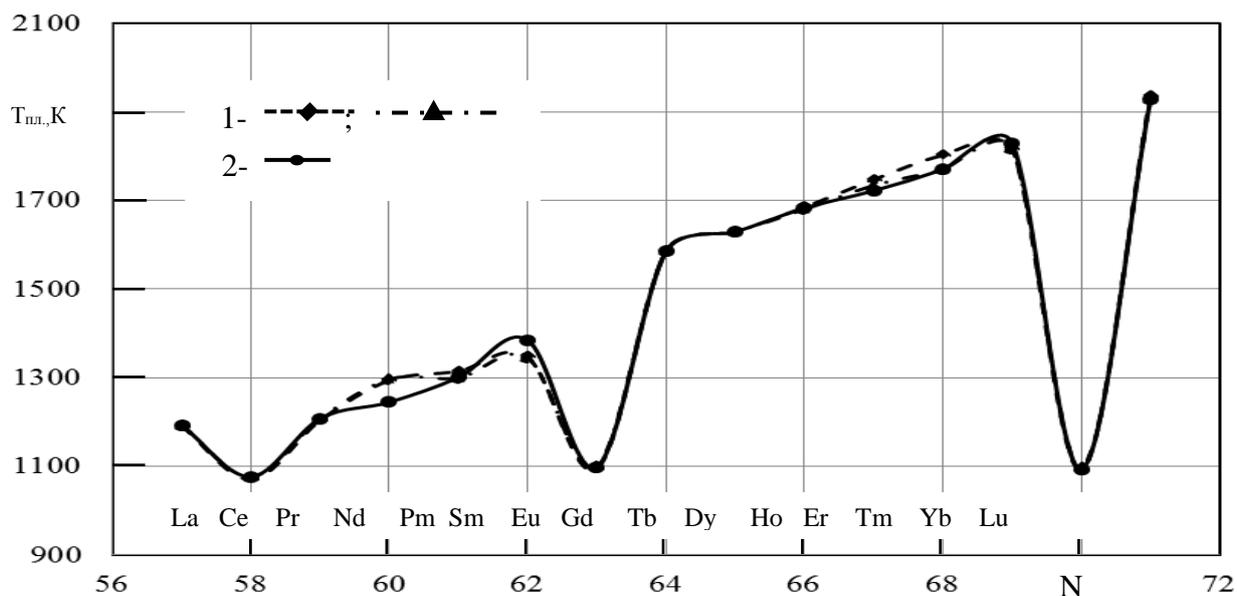


Рис. 1. Зависимость температуры плавления ( $T_{пл.}$ ) от порядкового номера (N) лантаноида: 1-литература; 2- расчет

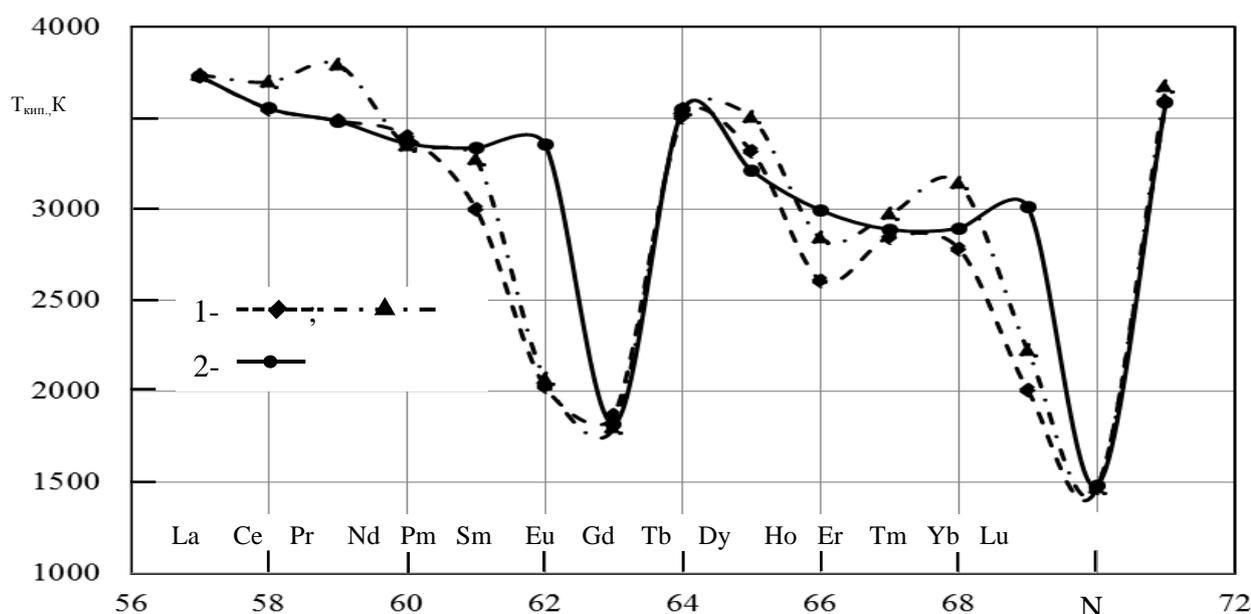


Рис. 2. Зависимость температуры кипения ( $T_{кип.}$ ) от порядкового номера (N) лантаноида: 1-литература; 2- расчет

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1981-642 с.
2. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2004-349 с.
3. Физико-химические свойства элементов. Справочник. Под редакцией Самсонова Г.В. - Киев: Наукова думка, 1965-806 с.
4. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. – Минск: Современ. шк., 2005, - 608с.
5. Панюшкин В.Т., Афанасьев Ю.А., Ханаев Е.И., Горновский А.Д., Осипов О.А. Лантаноиды. Простые и комплексные соединения. – Ростов на Дону: Ростовский госуниверситет, 1980 – 296 с.
6. Полуэктов Н.С., Мешкова С.Б., Коровин Ю.В., Оксиненко И.И. Докл. АН СССР, 1982, т. 266, - с. 1157 – 1160.

7. Мешкова С. Б., Полуэктов Н.С., Топилова З.М., Данилкович М.М. – Коорд. Химия, 1986, т.12, вып. 4. – с. 481 – 484.
8. Бадалов А., Икромов М., Мирсаидов У. Физико–химические свойства простых и комплексных гидридов элементов IA, IIA групп и редкоземельных металлов. – Душанбе: Дониш, 1994. – 196с.
9. Badalov A., Gafurov B.A., Khakerov I., Mirsaidov I.U. – Inter I. of Hydrogen Energy, 2011, v 36, Iss. 1. – p. 1217 – 1219.
10. Mirsaidov U.M., Badalov A., Nasrulloeva D.H., Gafurov B.A. – Russian I. of Physical Chemistry A., 2013, v. 87, № 10 – pp. 1601 – 1606.

**А.Б. Бадалов, И.Р. Исмоилов, Ф.К. Ходжаев, Т.Д. Джураев**

### ТАҲЛИЛИ СИСТЕМАТИКИИ ТАСВИРОТИ ТЕРМИКИИ ЛАНТАНОИДҶО

Дар мақола бо усули нимэмпирикӣ, бо назардошти хусусиятҳои ҳоси сохти электронии атомҳои лантаноидҳо асос ёфтааст, бузургии ҳарорати ғудохташавӣ ва ҷӯшиши тамоми лантаноидҳо муайян карда шудаанд. Қонуниятҳои умумии тағйирёбии ин бузургиҳо дар ҳудуди зергурӯҳи лантаноидҳо табиати мураккаб дошта шакли «тетрад - эффект» - ро зоҳир менамояд.

**Вожаҳои калидӣ:** лантаноидҳо, ҳарорати ғудозиш ва ҷӯшиш, коррелятсия, сохти электронӣ.

**A.B.Badalov, I.R.Ismoilov, F.K.Hodzhaev, T.D.Juraev**

### SYSTEMS ANALYSIS THERMAL CHARACTERISTICS OF LANTHANIDES

In the present work promoted calculation values melting and boiling points of lanthanides, using electronic correlation, depending on the structure, which considerably differ from each other depending on the source.

**Keywords:** lanthanides, melting point and boiling point, correlation, electronic structure.

### Сведения об авторах

**Бадалов Абдулхайр Бадалович** - профессор кафедры «Общей и неорганической химии», ТТУ им. акад. М.С. Осими, д.х.н., автор 450 научных трудов.

**Исмоилов Исмоил Ризоевич** - аспирант кафедры «Металлургия цветных металлов» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор 1 научной статьи.

**Ходжаев Фируз Камолович** - аспирант кафедры «Металлургия цветных металлов» ТТУ им. М.С. Осими, автор 11 научных работ.

**Джураев Тухтасун Джураевич** - профессор кафедры «Металлургия цветных металлов» ТТУ им. акад. М.С. Осими, д.х.н., автор 320 научных трудов.

**Р.А. Олимов, Дж.М. Обидов\*, З.М. Саломатшоева\*, М.Б. Каримов**

### СИНТЕЗ 5-АЛКОКСИМЕТИЛ-2(1',2',3',6'-ТЕТРАГИДРО-3,6-ЭНДОКСИФТАЛЕВЫЙ АНГИДРИД - 3'-ИЛ) -1,3-ДИОКСОЛАНА НА ОСНОВЕ 2-ФУРИЛ-4-АЛКОКСИМЕТИЛ-1,3-ДИОКСОЛАНОВ И МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

*В данной статье изучена метод синтеза 5-алкоксиметил-2(1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндоксифталевый ангидрид - 3'-ил) -1,3-диоксолана на основе 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланов и малеинового ангидрида. Состав и строение полученных соединений подтверждены физико-химическими методами.*

**Ключевые слова:** фурил, алкоксиметил, диоксоланов, малеиновый ангидрид, конденсации, растворители. реакция Дильса—альдера (диеновый синтез).

Реакция Дильса—Альдера основана на взаимодействии сопряженных диенов с диенофилами — веществами, имеющими в своем составе двойную или тройную углерод-углеродную связь. Особенно легко эта реакция происходит с диенофилами, содержащими активированную двойную связь, то есть когда двойная связь находится в сопряжении с электроноакцепторной или электронодонорной группой (—CN, —NO<sub>2</sub>, —CHO, —COR, —COOH, —COOR, —Hal, —OR и др.) [1].

Для получения новых полициклических систем важное значение имеет реакция Дильса-Альдера при диеновом синтезе. Это превращение осуществляется в результате присоединения, при котором образуются связи между атомами C<sub>-1</sub> и C<sub>-4</sub> сопряженной диеновой системы и атомами угле-

рода активированной двойной или тройной связи непредельного соединения. При этом возникают шестичленные кольца (аддукт) и данный процесс называется циклоприсоединением [2+4].

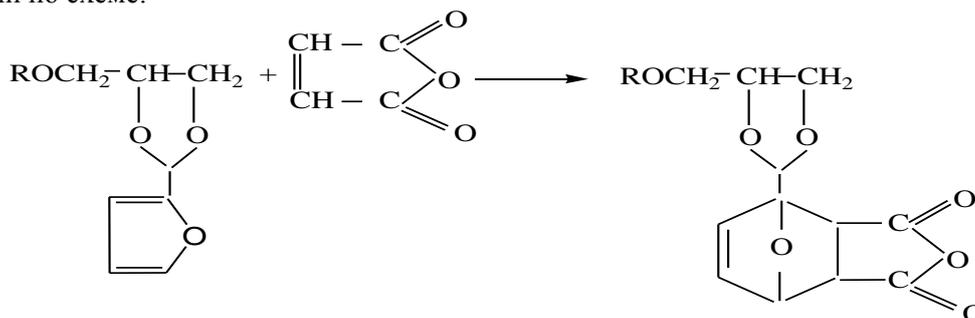
Установлено, что эта реакция протекает с большой легкостью при наличии диен электронодонорных групп и электроноакцепторных заместителей в диенофиле.

Диеновый синтез широко используется для синтеза полициклических соединений, в том числе при синтезе биологически активных соединений сложного строения [1].

В частности реакция Дильса-Альдера с успехом была использована в синтезе гормона кортизона, вырабатываемого корой надпочечников и принимающего активное участие в обмене белков, жиров и углеводов в организме [2].

Исходя из того, что 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланы в своем составе имеют фурановый цикл, были использованы в качестве диенового компонента в реакции Дильса-Альдера [3,4].

Реакция взаимодействия 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланов с малеиновым ангидридом осуществляли по схеме:



где: RO –C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O, n-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>O, n-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>O, n-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>O.

Реакция взаимодействия 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланов с малеиновым ангидридом протекала быстро (3-4 мин.) при температуре 20° С, что говорит о большой реакционной способности взятого диоксолана. Важнейшие физико-химические константы полученных веществ приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что температуры плавления этих соединений повышаются с увеличением их молекулярного веса, а выход полученных веществ является во всех случаях заниженным, очевидно за счёт осмоления при перегонке.

Таблица 1

**Важнейшие физико-химические константы 5-алкоксиметил-2(1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндоксифталевый ангидрид-3'-ил) -1,3-диоксолана**

RO	Выход, %	Т. пл., °С	%С най./выч.	%Н най./выч.	R <sub>f</sub>	
					а	б
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O-	89,0	106	56,59/56,76	5,27/5,41	0,62	0,71
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O-	87,5	118	57,91/58,06	5,63/5,81	0,61	0,69
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O-	86,5	126	59,08/59,26	5,96/6,17	0,59	0,68
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> O-	85,7	137-138	60,18/60,36	6,43/6,51	0,58	0,66

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Ик-спектры синтезированных соединений регистрировали на спектрометре Ик-Фурье спектрометр Raffinity-1(Shimadzu – Япония) Газожидкостная хроматография проводилась на хроматографе «Хром-5» колонка 3,7x3,0 мм с неподвижной фазой SE -30 (5%), нанесенной на хроматоне N – AW. Газноситель-гелий, скорость 40 мл/мин, температура испарителя 280°С. Температура колонки 280°С. Тонкослойная хроматография (ТСХ) проводилась на пластинке «Silufol» UV-254 с проявлением паров йода в системе растворителей. Пятна на хроматограммах обнаруживали парами йода. Температура плавления определяли на приборе Voetlus (ГДР) при скорости плавления 4°С/мин. Элементный анализ Н,С проводили в анализаторе Perkin Elmer.

#### **Синтез 5-пропоксиметил-2(1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндоксифталевый ангидрид-3'-ил)-1,3-диоксоланов**

В реактор помещали 4,9 г (0,05 М) малеинового ангидрида, растворенного в 30 мл. диэтилового эфира. В раствор при комнатной температуре прибавляли 31,8 г (0,15М) 2-фурил-4-пропоксиметил-1,3-диоксоланов. Выпавший осадок отфильтровывали и перекристал-лизовывали из этанола.

Аналогично синтезированы и другие 5 – алкоксиметил – 2 (1, 2, 3, 6 – тетрагидро – 3, 6 – эндоксифталевый ангидрид-3-ил) - 1,3-диоксоланов, константы которых приведены в табл. 1.

Полученный 5-алкоксиметил-2(1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндокси-фтолевый ангидрид – 3'-ил) 1,3-диоксолана представляет собой белое кристаллическое вещество с четкой температурой плавления; чистота соединений контролировалась методом ТСХ. Состав и строение доказывали методами элементного анализа и ИК-спектроскопии. Выход конечных продуктов составлял 85-89%.

#### Литература

1. Черных В. П., Зименковский Б. С., Гриценко И. С. Органическая химия: изд-во НФаУ; Оригинал, 2007.— 776 с.
2. Рахманкулов Д.Л. и др. – Физические и химические свойства глицерина. – М.: Химия, 2003. – 200с.
3. Олимов Р.А., Каримов М.Б., Арипджанова П.И. /Синтез производного эндоксифталазина на основе эндоксифталевого ангидрида //Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов, посвященной 18-ой годовщине Независимости Республики Таджикистан и году памяти Имама Аъзама. -Д., 2009.-Ч.1.- С .73-74.
4. Олимов Р.А., Каримов М.Б. и др. Синтез 2-фурил-4-(хлор)-алкоксиметил-1,3-диоксоланов // Вестник Таджикского национального университета Д.– 2010 -С.231-234.

Дангаринский государственный университет,  
\*Таджикский национальный университет

Р.А. Олимов, Дж.М. Обидов\*, З.М. Саломатшоева\*, М.Б. Каримов

#### ТАВЛИФИ 5-АЛКОКСИМЕТИЛ-2(1',2',3',6'-ТЕТРАГИДРО-3,6-ЭНДОКСИФТАЛЕВЫЙ АНГИДРИД – 3'-ИЛ) –1,3-ДИОКСОЛАН ДАР АСОСИ 2-ФУРИЛ-4-АЛКОКСИМЕТИЛ-1,3-ДИОКСОЛАНҲО ВА АНГИДРИДИ МАЛЕИНАТ

Дар мақолаи мазкур омӯзиши роҳҳои тавлифи 5-алкоксиметил-2(1',2',3',6'-тетрагидро-3,6-эндоксифталевого ангидрид – 3'-ил) –1,3-диоксолан дар асоси 2-фурил-4-алкоксиметил-1,3-диоксоланҳо ва ангидриди малеинат нишон дода шуда, таркиб ва сохт он бо роҳҳои физикию-кимиёвӣ муайян гардидааст.

**Вожаҳои калидӣ:** алкоксиметил, диоксолан, фурил, алкоксиметил, ангидриди малеинат, конденсация, халқунанда.

R.A.Olimov , J. M.Obidov, Z.M.Salomatshoeva, M.B.Karimov

#### SYNTHESIS 5-ALKOKSIMETIL-2 (1', 2', 3', 6'-TETRAGIDRO-3,6-ENDOKSIFTALEVYJ ANHYDRIDE - 3'-SILT)-1,3-DIOKSOLANA ON A BASIS 2-FURIL-4-ALKOKSIMETIL-1,3-DIOKSOLANOV AND MALEYINOVOGO ANHYDRIDE

In given article it is studied a synthesis method 5-alkoksimetil-2 (1', 2', 3', 6'-tetragidro-3,6-endoksiftalevyj anhydride - 3'-silt)-1,3-dioksolana on a basis 2-furil-4-alkoksimetil-1,3-dioksolanov and maleyinovy anhydride. The structure and a structure of the received connections are confirmed by physical and chemical methods.

**Key words:** furl alkoksimetil, dioksolanov, maleyinovy anhydride, condensation, solvents.

#### Сведения об авторах

**Каримов Махмадкул Бобоевич**, д.х.н., профессор, Ректор Дангаринского государственного университета и по совместительству профессор кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии химического факультета ТНУ. *E-mail:* [karimovm.b@mail.ru](mailto:karimovm.b@mail.ru).

**Олимов Рахмонали Амоналиевич**, к.х.н., начальник Управления науки и инновационных технологий, Дангаринского государственного университета. *E-mail:* [olimov\\_1976@mail.ru](mailto:olimov_1976@mail.ru).

**Обидов Джамшед Махмадназарович**, аспирант кафедры органической химии химического факультета ТНУ. *E-mail:* [obidov\\_1986@mail.ru](mailto:obidov_1986@mail.ru). Тел. 901444100.

**Саломатшоева З.М.**, старший научный сотрудник НИИ ТНУ. [haibarova@mail.ru](mailto:haibarova@mail.ru).

С.З.Зульфанов, Ф.М.Сафаров, Х.Д.Музафаров, Д.Х.Содиков

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВАЛИЧНОГО ДЖИНА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ДЖИНИРОВАНИЯ

*В статье рассмотрена и анализирована ряд факторов взаимодействия основных рабочих органов валичного джина и их влияние на качественные и количественные показатели джинирования*

*Анализируя работу валичных джинов с точки зрения существующей техники и технологии переработки хлопка-сырца длинноволокнистых сортов и объема перерабатываемого хлопка-сырца на хлопкозаводах, можно сделать вывод, что в настоящее время следует предложить конструкции валичных джинов с оптимальной производительностью и высоким качеством выпускаемого волокна и семян.*

**Ключевые слова:** переработка хлопка-сырца, технология, конструкция, валичный джин, производительность, качество, скорость, неподвижный нож, ударный и рабочий орган.

В связи с резким уменьшением производства длинноволокнистого хлопка-сырца в республике [1] и значительным ростом требования к качеству и ассортименту хлопкового волокна, перед учеными и специалистами в области первичной обработки хлопка, стоят большие задачи по усовершенствованию техники, а также технологии переработки этого ценнейшего сырья в зависимости от селекционного и промышленного сортов, вида сбора, района произрастания, широкого диапазона влажности и засоренности. Эти исследования проводятся в конечном итоге, для сохранения природных свойств хлопка.

Согласно технологическому регламенту переработки хлопка-сырца, длинноволокнистые сорта перерабатывают на валичных джинах. Допускается переработка длинноволокнистого хлопка – сырца IV – V сортов с высокой исходной засоренностью по технологии, принятой для переработки хлопка – сырца низких средневолокнистых сортов. Нормы засоренности хлопка- сырца перед джинированием, должны составлять от  $0,9 \div 1,0$  % для I сорта, I класса и до  $5,0 \div 7,0$  % для V сорта, 3 класса [2].

Для сохранения природных свойств длинноволокнистого хлопка-сырца при валичном джинировании, получения волокна и семян высокого качества, основную роль играет взаимодействия основных рабочих органов валичного джина – рабочего барабана, отбойного органа и неподвижного ножа, их геометрические размеры и скоростные режимы.

Главное достоинство валичных джинов – способность обеспечения максимальной сохранности ценных природных свойств хлопкового волокна при джинировании с меньшим, чем при пильном джинировании, образованием различных пороков волокна. Даже джинирование низких сортов длинноволокнистого хлопка на валичных джинах, показало сохранение длины волокна по сравнению с пильным джинированием. При валичном джинировании, хлопковое волокно получает меньшее механическое повреждение, чем пильное [3].

Практика эксплуатации валичных джинов, показала значительное отличие их фактических показателей от паспортных данных по производительности и качеству вырабатываемого волокна и семян, как в разрезе селекционных, так и промышленных сортов перерабатываемого хлопка.

Несмотря на положительные стороны, валичный джин ДВ-1М весьма чувствителен к повышенной влажности хлопка-сырца и теряет работоспособность при влажности хлопка  $9 \div 10$ %. Индивидуальная и замкнутая система регенерации летучек, способствует росту порокообразования.

Изучение этого вопроса необходим и приобретает наибольшую актуальность, особенно при переработке новых районированных селекционных сортов хлопка, а также при создании и внедрении в промышленность новых конструкций валичных джинов.

Следует отметить, что процессы, происходящие при валичном джинировании, до конца не изучены. Это в первую очередь относится к диаметрам рабочего и отбойного барабанов, толщине неподвижного ножа, роли уличных канавок, затягиванию волокна под неподвижный нож, селекционным и промышленным сортам хлопка, силе прикрепления волокна к семеню, числу ударов отбойного органа для полного оголения семеню и ряду других факторов. Если исследовать вышеуказанные факторы с точки зрения технологических показателей, которые являются основными – это прежде всего качественные показатели хлопкового волокна и семеню, то во всех конструкциях валичных джинов имеются положительные и отрицательные стороны. Поэтому основная задача исследователей заключается в

глубоком изучении техники и технологии валичного джинирования, создания новых конструкций валичных джинов и разработке технологических режимов переработки хлопка-сырца для каждого селекционного и промышленного сортов[4].

На хлопкоочистительных заводах валичного джинирования, в настоящее время используются различные конструкции валичных джинов, некоторые из которых отличаются друг от друга. Если сравнить конструкцию двух наиболее применяемых валичных джинов марок ХДВМ и ДВ-1М, то видим, что диаметр основного рабочего органа – джинурующего барабана, почти неотличаются (соответственно 180 и 190мм.), но что касается остальных размеров и скоростных режимов, то они существенно отличаются друг от друга. Так, если диаметр отбойного валика джина ХДВМ составляет 74 мм, то у джина ДВ-1М диаметр отбойного барабана составляет 150 мм. Что касается скоростных режимов, то они соответственно составляют: рабочих барабанов  $n_{р.б.} = 270$  и 220 об/мин, отбойных барабанов –  $n_{отб} = 315$  и 2000 об/мин. Существенно отличаются конструкция неподвижного ножа. Если у джина ДВ-1М неподвижный нож имеет толщину 8мм и высоту 115 мм, то у джина ХДВМ толщина ножа 2мм, а высота 90 мм. Производительность джинов по волокну составляет соответственно 120 и 100 кг волокна/маш.час. Потребляемая мощность – 10,5 и 6,2 кВт[5,6].

Используя эти данные, определяем окружные скорости рабочих и отбойных барабанов:

для джина ДВ-1М:  $V_{р.б.} = 2,7$  м/с и  $V_{отб} = 2,5$  м/с;

для джина ХДВМ:  $V_{р.б.} = 2$  м/с и  $V_{отб} = 7$  м/с;

Анализ этих цифр показывает, что если в джине ДВ-1М скорость рабочего барабана превышает скорость отбойного барабана, то в джине ХДВМ – наоборот.

Приведенные цифры говорят о том, что скоростные режимы различных конструкций валичных джинов, их влияние на технологические показатели джинирования, до конца не изучены. Сравнивая эти две конструкции валичных джинов можно заметить, что хотя валичный джин марки ДВ-1М потребляет почти в два раза больше мощности, но его производительность больше всего на 20кг/час, что является недостаточным, так как производительность зависит от ряда факторов.

Считалось, что прядка захваченного и затянутого за неподвижный нож волокна, при отбое семян удерживается силой трения, возникающей между ножом и материалом рабочего барабана с волокном. Проведенные исследования авторами показали, что при этом важном процессе, основную роль играет затягивающее усилие, которое зависит от скоростных режимов рабочего и отбойного барабанов, силы прижатия неподвижного ножа к рабочему барабану и силы трения. Коэффициент трения волокна о шлифованную стальную поверхность составляет 0,2, при трении волокна о поверхности материала рабочего барабана – 0,44 и при трении материала рабочего барабана о шлифованную стальную поверхность неподвижного ножа – 0,32.

Ряд исследователей считали, что захват волокон осуществляется ворсинками, находящимися на поверхность джинурующего барабана, другие предполагают, что одним из основных факторов, определяющих захватывающую способность джинурующего барабана, является наличие улочных канавок на его поверхности.

Ранее существующее предположение, что летучки хлопка-сырца захватываются шероховатой поверхностью джинурующего барабана, протаскиваются на определенные расстояния до кромки неподвижного ножа, также является ошибочным, так как процесс захвата волокон летучке хлопка-сырца происходит непосредственно у кромки неподвижного ножа – захват, протаскивание и отрыв волокон.

Считается, что улочные канавки служат в основном для ликвидации забоев у кромки неподвижного ножа при захлестывании волокном улюка или мелкого сора. Эксплуатация валичных джинов показала, что без канавок на джинурующем барабане, уменьшается производительность валичного джина.

Однако работа американского валичного джина типа «Ротобар» показала, что джинурующий барабан может работать и без наличия улочных канавок. При соблюдении режима эксплуатации этого джина, его производительность может доходит до 250 кг/час. Поэтому улочные канавки не могут сыграть ведущую роль в процессе валичного джинирования и для определения наилучших условий захвата, необходимы более детальные исследования процесса взаимодействия поверхности джинурующего барабана с волокном.

Считалось, что захват волокон микронеровностями поверхности рабочего барабана, более надежен при взаимодействии волокон с задними гранями микронеровностей, когда волокна как бы нанизываются на них и для повышения захватывающей способности рабочего барабана, необходимо транспортировать летучку относительно его поверхности, с избыточной скоростью. Эти предположения являются ошибочными, так как в процессе валичного джинирования, волокна не выбирают задние и передние грани микронеровностей и избыточной скорости.

Путь рабочего барабана, необходима для захвата волокон, летучки и оголения семени. Эту величину принимают в среднем равной 40мм, которая соответствует длине длинноволокнистых сортов хлопка. Тогда время оголения одного семени для джина ХДВМ составляет:

$$t = \frac{s}{V_{p.б.}} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ сек,}$$

для джина ДВ-1М:

$$t = \frac{s}{V_{p.б.}} = \frac{0,04}{2,7} = 0,015 \text{ сек.}$$

Что касается скорости после удара, общую для отбойной пластины и отбитого им семени, определяется по формуле:

$$V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2},$$

где  $v_1$  - скорость семени до удара (равна нулю);

$v_2$  - скорость наконечника(равна 6,25 м/сек);

$m_1$  - масса семени(0,15г);

$m_2$  - приведенная масса наконечника(10г).

Поставив эти значения получим:  $v = 6,2$  м/сек.

Время соударения:

$$t = \frac{s_c}{v} = \frac{5}{1000 \cdot 6,2} = 0.0008 \text{ сек,}$$

где  $s_c$  - путь соударения, на котором отрываются волокна от семени, равен размеру семени между боками,  $s_c = 5$  мм.

Необходимая сила удара для одного семени:

$$P = \frac{m_1 v}{t} = 1,2 \text{ Н.}$$

Из этой формулы видно, что для уменьшения силы удара, необходимо уменьшить массу наконечника  $m_2$ , скорость  $v$  и увеличить время соударения  $t$ .

Эти цифры учтены при проектировании новых конструкций валичных джинов, в том числе джина марки ДВ-1М, где скорость отбойного барабана составляет 2,5м/сек, тогда как в джине ХДВ-М, этот показатель составляет 7м/сек.

Что касается влияние скорости джинующего барабана и усилия прижатия неподвижного ножа на производительность валичного джина, то некоторыми исследователями [7÷9] установлено, что при увеличении скорости джинующего барабана от 1,6 до 4,0 м/с и усилия прижатия ножа к барабану от 52 до 108 Н/см, производительность джина возрастала с 236 до 720 кг/час, при краткосрочном опыте[10].

Сами эти исследователи отмечают, что в виду большой работы сил трения, быстро достигался перегрев барабана и он выходил из строя.

Считаем, что такие скорости джинующего барабана и такая сила прижатия неподвижного ножа к джинующему барабану, сразу приводят к резкому повышению температуры барабана и ухудшению качественных показателей не только волокна, но и семян.

Согласно литературным источникам, основанным на исследовательские работы в области переработки длинноволокнистых сортов хлопка, для полного оголения семени потребуется два – три удара отбойного органа. Если в процессе джинурования эти удары приходят в разные места семян, то вероятность их механической поврежденности мала, а если они приходят в одно и то же место(что не исключено), то можно утверждать, что процент механической поврежденности будет высоким.

Согласно требованиям стандарта, наличие механически поврежденных семян, должно быть не более 5%. Считаем, что этим требованием стандарта, не полностью отвечает предложенный новый валичный джин марки 2ДВ, так как начиная с питания, которое имеет два зубчатых питающих валика и один разрыхлительный барабан, которые повреждают волокно и семян, а также могут привести к частичному джинурованию, что является крайне нежелательным явлением с точки зрения технологии переработки хлопка. Кроме того, наличие еще одного пильного барабана

после верхнего джинующего барабана, дополнительно повреждает и волокна, и семян. Только из – за увеличения производительности(до 300 кг волокна/час), выпускать такой джин, особенно в настоящее время, когда резко снизилось производство длинноволокнистого хлопка, является не реальным. Кроме того, этот джин потребляет электрическую энергию в два раза больше (21,85кВт), чем валичный джин марки ДВ-1М(10,5кВт).

Валичный джин ДВ1-М тоже имеет свои недостатки по части конструкции и взаимодействию рабочих органов. Наблюдения и анализ работы валичных джинов в условиях хлопкозаводов показали, что регенерационные устройства индивидуального типа обеспечивают достаточно надежную работу валичных джинов. Наличие игольчатого барабана в джине, который имеет 20 игольчатых планок с высотой игл в 13мм, отрицательно сказывается на качественные показатели волокна и семян. Этот барабан, вращаясь со скоростью 1,4м/сек, способствует проникновению игл в летучки хлопка сырца, что может привести к механическому повреждению волокна и семян.

Хотя этот орган обеспечивает возвращения недоджинированных летучек и повторную их подачу посредством ускоряющего валика на поверхность джинирующего барабана, тем не менее замена этого органа или исключения его из конструкции валичного джина, улучшает качество выпускаемого волокна и семян.

Анализируя работу валичных джинов с точки зрения техники и технологии переработки хлопка-сырца длиноволокнистых сортов, можно сделать вывод, что в настоящее время следует предложить конструкции валичных джинов с оптимальной производительностью и высоким качеством выпускаемого волокна и семян.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что перед учеными и специалистами первичной обработки хлопка стоят важные задачи по усовершенствованию конструкции валичных джинов. Учитывая это, авторами предложены новые конструкции этих машин, а так же отдельных органов, которые позволяют совершенствовать их конструкцию, уменьшить их метало - и энергоёмкость, что в конечном итоге приводят улучшению качества выпускаемого волокна и семян.

#### Литература

1. Хлопководство в Республике Таджикистан за 1991, 2008-2012 гг. Статистический сборник.- Душанбе: Государственное учреждение «ГВЦ» Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2013.- 60 с.
2. Технологический регламент переработки хлопка (ПДКИ – 02 - 97) – Таш-кент: Мехнат, 1997. - 110 с.
3. Корабельников Р.В. Механика джинирования тонковолокнистого хлопка. – Ташкент: Фан, 1990. – 96 с.
4. Сафаров Ф.М. Совершенствование технологии валичного джинирования и очистки волокна новых и районированных селекционных сортов длиноволокнистого хлопка. Дисс. канд. тех. наук. Кострома: КГТУ, 2006.
5. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. - М.: Машиностроение, 1972.
6. Справочник по первичной обработке хлопка под редакцией И.Т. Максудова. -Ташкент: Мехнат, 1994. - том 1.- 574с .
7. Хафизов И.К. и др. Выбор оптимального расположения основных рабочих органов валичного джина.- Ташкент: УЗИНТИ, 1971.
8. Зияев К.Г. и др. Скоростной режим валичноджинирования //Хлопковая промышленность: реф. сб. 1980, № 3. с.15-16.
9. Clarence G. Leonard. An Improved Seed Cotton Feeder for use with a Rotary-Knife Roller Gin Stand. United States Department of Agriculture. ARS 42- 147, 1970.
10. Мирошниченко Г.И., Корабельников Р.В., Якубов Д.Я. О резервах повышения надежности работ и производительности валичного джина. - //Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- 1974. - № 2.- С. 33-36.

*Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими,  
С. З. Зулфганов, Ф.М. Сафаров, Х.Д. Музафаров, Д.Х. Содиков*

#### ТАҲЛИЛИ НАЗАРИЯВИИ УЗВҲОИ АСОСИИ КОРИИ НАХЧУДОКУНАКҲОИ УСТУВОНАҒИ ВА ТАЪСИРИ ОНҲО БА РАВАНДИ НАХЧУДОКУНИ

Дар мақола якчанд омилҳои таъсири байниҳамдигарии узвҳои асосии кори нахчудокунакҳои устувонағи ва ба нишондиҳандаҳои сифатии микдории нахчудокунӣ таъсир расондани онҳо дида баромада ва таҳлил карда шудаанд.

Кори нахчудокунакҳои устувонағиро аз нуқтаи назари техника ва технологияи вучуддоштаи коркарди пахтаи навҳои дарознах ва микдори пахтаи коркардашавандаро дар корҳо-

наҳои пахтазоакунӣ таҳлил намуда, ба хулоса омадан мумкин аст, ки ҳоло нахҷудокунакҳои усувонагиеро пешниҳод намудан лозим, то онҳо бо ҳосилнокии мувофиқ ва сифати баланди наху чигит бошанд.

**Вожаҳои калидӣ:** коркарди пахта, технология, сохт, ҳосилнокӣ, сифат, суръат, теги беҳаракат, узвҳои зананда ва корӣ.

**S. Z. Zulfanov, F.M. Safarov, KH. D. Muzafarov., D.H. Sodikov**

### **THEORETICAL ANALYSIS OF INTERACTION MAIN WORKING BODY ROLLER GIN AND THEIR INFLUENCES ON THE GINNING**

The article considers a number of factors and analyze the interaction of the main working bodies roller gin and their influence on the qualitative and quantitative indicators ginning.

Analyzing the work roller gins in terms of existing technique and technology for the processing of raw cotton long-fiber varieties and volume of processed raw cotton at ginneries, we can conclude that at present should be invited to designs roller gins with optimal performance and High quality of let fiber and of seeds.

**Keywords:** processing of raw cotton, technology, design, roller gin, producing, quality, speed, fixed knife, percussive and working body.

#### **Сведения обавторах**

**Зульфанов Сулейман Зульфанович** - 1944 г.р., окончил Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности по специальности «Первичная обработка волокнистых материалов» (1966), кандидат технических наук, профессор кафедры «Технология и оборудование переработки хлопка» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор более 160 научных работ, область научных интересов - совершенствование техники и технологии переработки волокнистых материалов.

**Сафаров Фузайл Метинович** - 1958 г.р., окончил Таджикский политехнический институт по специальности "Машины и аппараты текстильной промышленности"(1983), заведующий кафедрой «Технология и оборудование переработки хлопка» ТТУ им. акад. М.С.Осими, кандидат технических наук, доцент, автор более 150 научных трудов, область научных интересов - совершенствование техники и технологии переработки волокнистых материалов. E- mail: fmsafarov@mail.ru.

**Музафаров Хусрав Давлаталиевич**—1987 г.р., окончил Таджикский технический университет по специальности " Технология и оборудование производства натуральных волокон» (2010), ассистент кафедры «Теоретической механики и сопротивление материалов» ТТУ им. акад. М.С.Осими, автор 7 научных трудов, область научных интересов - совершенствование техники и технологии переработки волокнистых материалов.

**Содиков Дилшод Хайдарович** -1986 г.р., окончил Таджикский технический университет по специальности "Технология и оборудование производства натуральных волокон» (2005), аспирант кафедры «Технология и оборудование переработки хлопка» ТТУ им. акад. М.С.Осими, автор 8 научных трудов, область научных интересов - совершенствование техники и технологии переработки волокнистых материалов.

**Ш. С.Табаров, А. А.Сафаров**

### **ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ КОЭФИЦИЕНТА ПЕРЕНОСА КРАСКИ ФЛЕКСОГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПЕЧАТИ НА НЕВПИТЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ**

*В работе рассматриваются исследования зависимости переноса краски в процессе флексографической печати с формы на невпитывающие материалы (полиэтилен, лакированный целлофан и другие пленочные материалы), где существуют трудности, связанные с измерением толщины слоя быстроиспоряющейся маловязкой флексографической краски на оттиске и особенно на эластичной печатной форме, которые имеют прямое отношение к качеству выпускаемой печатной продукции.*

**Ключевые слова:** толщина краски, коэффициент переноса краски, качество, форма, невпитывающие материалы.

Современные рыночные отношения в сфере экономики заставляют уделять все большее внимание художественному оформлению упаковочной продукции в Таджикистане. В связи с

этим находит все более широкое применение печатание на полиэтилене, лакированном целлофане и других пленочных материалах с непиптывающей поверхностью. Флексографская печать, являющаяся сравнительно простым, экономичным и производительным способом полиграфического воспроизведения изображений, находит все большее применение в производстве Таджикистана. Тем не менее, недостаточно высокое качество флексографической продукции (частичные графические искажения и невысокая интенсивность оттисков) ограничивает широкое использование этого способа печати. Наряду с этим, флексография может повысить качество печати, которое можно добиться в результате систематических исследований этого технологического процесса и, в первую очередь, переноса краски.

Существенное изменение происходило при исследовании переноса краски в процессе флексографической печати, толщине красочного слоя на оттиске и форме, а также коэффициента переноса краски с флексографической формы на запечатываемый материал. Существующие методические трудности, связанные с измерением толщины слоя быстроиспаряющейся маловязкой флексографической краски на оттиске и особенно на эластичной печатной форме, набухающей в растворителях флексографических красок, в основном затрудняли проведения исследований в флексографии.

Коэффициент переноса краски является количественным показателем переноса краски в печатном процессе. Для определения данного коэффициента необходимо знать толщину или количество краски на оттиске и форме. Существует несколько методов для их экспериментального измерения (электрический, фотометрический, радиоактивный, механический, весовой и др.). Часть из них позволяет проводить измерения в динамических условиях (фотометрический, электрический и радиоактивный методы), другая часть – только в статических (весовой, механический и др.). Первые обладают значительной сложностью и требуют специального оборудования, вторые просты, но достаточно трудоемки.

Весовой метод является наиболее простым и доступным, при котором количество краски на оттиске или форме определяется способом непосредственного взвешивания образцов с краской и без нее. При помощи весового метода можно эффективно и с большой точностью определять количество «сырой» краски на форме и оттиске, если измеряются достаточно большие слои высоковязких красок, как, например, в высокой печати.

Анализ существующих методов определения количества или толщины слоя краски на оттиске и форме, применяемых в классических способах печати, показывает, что большинство из них неприемлемы для применения в флексографии.

Флексографический способ печати отличается от других способов печати применением маловязких красок с быстроиспаряющимся растворителем и печатанием без декеля с эластичных форм на больших скоростях. Эти факторы создают большие сложности при экспериментальном определении количества или толщины слоя краски на оттиске и форме. Быстрое испарение растворителя краски делает проблематичным решение этого вопроса непосредственно в печатном процессе, а набухание флексографических форм создает дополнительные трудности. В связи с этим мы разработали методику, по которой в статических условиях определялась толщина полностью высохших красочных слоев с последующим пересчетом ее для «сырого» состояния.

Эксперименты проводились в производственных условиях, при запечатке полиэтиленовой пленки, обработанной в коронном разряде, на флексографической машине «FLexy FX 2552». Печатание осуществлялось черной универсальной флексографической краской 645 LARID с эластичной формой из стойкой к растворителям резины Ф-1 и внедренной в ряде предприятий Таджикистана.

Для непосредственного определения слоя краски на оттиске экспериментально при воспроизведении изображения сплошной плашки, была установлена зависимость между оптической плотностью и толщиной красочного слоя. Для его получения толщину слоя (сухой) краски изменяли от 0,1 до 3 мк. Количество ее на оттиске определяли весовым методом на аналитических весах АДВ-200. Расчет толщины слоя сухой краски на оттиске производили по формуле

$$\delta = \frac{G_k - G_0}{S \cdot d}, \quad (1)$$

где  $G_k$  и  $G_0$  - масса эталонного образца соответственно с краской и без нее,  $S$  – площадь эталонного образца (50 см<sup>2</sup>),  $d$  – плотность сухой красочной пленки.

Оптическую плотность слоя краски находили как разницу между оптической плотностью оттиска и незапечатанного материала, которые определяли на визуальном-фотоэлектрическом фотометре ФМ-58 и денситометре «Макбет» типа Д-100.

На рис. 1 кривые 1 и 2 характеризуют результаты измерений одних и тех же оттисков в проходящем свете на денситометре «Макбет» и фотометре ФМ-58. Для сравнения на этом же рисунке представлена зависимость оптической плотности от толщины сухого слоя краски, полученная при измерениях в отраженном свете (кривая 3). Из рис. 1 видно, что при измерении оптической плотности в отраженном свете зависимость имеет два участка. На первом участке оптическая плотность красочного слоя резко возрастает с увеличением его толщины до 1,2 – 1,4 мкм, а выше этих значений (второй участок) – остается практически постоянной, достигая максимального значения 1,8. Очевидно, толщину красочного слоя 1,2 – 1,4 мкм можно считать оптимальной, так как дальнейшее ее увеличение практически не приводит к повышению оптической плотности красочного слоя на оттиске при его рассмотрении в отраженном свете, а может лишь увеличить графические искажения.

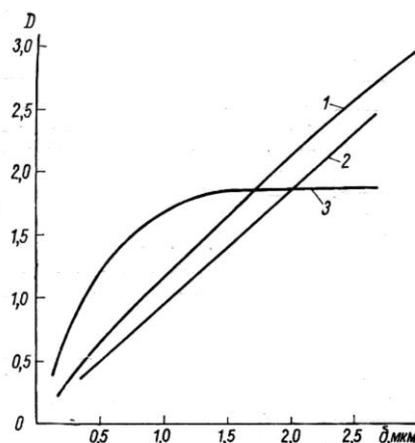


Рис 1. График результатов измерений одних и тех же оттисков в проходящем свете.

В отличие от рассмотренной зависимости оптическая плотность слоя краски, измеренная в проходящем свете, практически линейно возрастает с увеличением его толщины (кривые 1 и 2) во всем диапазоне исследованных толщин, что находится, в соответствии с известным законом Бугера – Ламберта.

Сопоставление полученных зависимостей показывает, что изменение оптической плотности в проходящем свете позволяет определять толщины слоя краски на оттиске в более широком интервале толщин красочных слоев (вплоть до 3 мкм), в то время как ее измерение в отраженном свете существенно ограничивает этот предел (до 1,2 – 1,4 мкм). Поэтому в настоящей работе оптическую плотность оттисков определяли в проходящем свете. Полученные нами калибровочные графики могут быть использованы также и для определения толщины слоя краски 645 LARID на других прозрачных материалах.

Количество сухой краски на флексографической форме измеряли весовым методом вне печатной машины. В условиях кратковременного эксперимента формная пластина при использовании смеси растворителей краски, состоящей из этилового спирта, этилацетата и бензина, взятых в объемном соотношении 2 : 1 : 0,5, практически не набухает, в связи с чем мы в своем эксперименте пренебрегали набуханием печатной формы.

Для повышения точности весовых измерений печатную форму изготавливали из двух частей: плашки толщиной 2,2 мм и рабочей печатающей пластины толщиной 0,8 мм, которые пресовали в одинаковых условиях. Плашку 1 закрепляли на формном цилиндре 5 двусторонней липкой лентой 4, а тонкую рабочую пластину 2 накладывали на нее с некоторым натяжением и крепили по краям односторонней липкой лентой 3, как показано на рис.2. Места приклеивания рабочей пластины при весовых измерениях удаляли, чтобы избежать искажений результатов измерения.

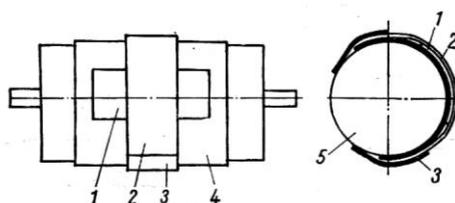


Рис. 2. Принцип приклеивания рабочей пластины при весовых измерениях.

Изменение площади поверхности рабочей печатающей пластины вследствие ее деформации при монтаже на формном цилиндре учитывали введением в рабочее соотношение площади оттиска к площади печатающего участка формы после снятия с формного цилиндра. Скорректированная формула для определения толщины сухого красочного слоя на форме  $b_f$

$$\delta\phi = \frac{G'_k - G'_o}{K_s \cdot S \cdot d} \cdot \quad (2)$$

После получения контрольного оттиска тонкую рабочую пластину 2 с красочным слоем снимали с формного цилиндра 5 и давали возможность краске высохнуть до постоянной массы. Из этой пластины вырезали образец площадью 50 см<sup>2</sup>, которых взвешивали на аналитических весах, определяя тем самым массу формы с краской  $G_k^1$ . Затем удаляли слой краски этиловым спиртом и получали массу формы без краски  $G_o^1$ .

Толщину «сырого» слоя краски на форме находили расчетным путем, исходя из данных об относительном содержании сухого остатка краски, полученных нами экспериментально для различных вязкостей. Эта зависимость представлена на рис.3, где кривая 1 относится к зависимости весовой, а кривая 2 – объемной доли сухого остатка этой краски от ее вязкости. Следует отметить, что увеличение вязкости краски от 20 до 120 с по ВЗ-4, т.е. в 6 раз повышает содержание сухого остатка только в 1,5 раза. Из этого следует, что изменение вязкости краски в широких пределах должно сравнительно мало отражаться на интенсивности оттисков, которая определяется в свою очередь содержанием сухого остатка в краске.

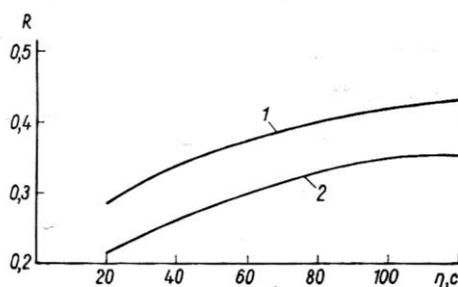


Рис. 3. График изменения вязкости краски.

Коэффициент переноса краски с печатной формы на запечатываемый материал рассчитывали как отношение толщины слоя краски на форме (до полосы печатного контакта). Точность определения толщины слоя краски на оттиске и форме по описанной методике составляла соответственно около 5 и 10%.

Применение этой методики позволило определить коэффициент переноса краски, а также толщину слоя краски на оттиске и форме при печатании флексографическим способом. Так, при печатании в производственных условиях краской «645 LARID» вязкостью 25 с по ВЗ-4 на полиэтиленовой пленке, обработанной в коронном разряде, максимальная толщина сухой красочной пленки на оттисках достигла 1,8 мкм, что соответствует 7 мкм «сырого» слоя краски. Коэффициент переноса краски с резиновой формы на полиэтилен при толщине «сырого» слоя краски на форме 3 мкм составляет 0,29, а при толщине 5 мкм – 0,44, т.е. в 1,5 раза больше.

Представленные выше данные доказывают, что толщина слоя краски на флексографической форме оказывает существенное влияние на перенос краски при флексографическом способе воспроизведения изображений.

В заключении необходимо отметить, что проведенная работа показала возможность применения предложенной методики для приближенной оценки таких важных показателей, как количество краски на оттиске и форме, а также коэффициента переноса краски при флексографическом способе печатания на прозрачных невпитывающих материалах. В связи с этим представляется целесообразным использовать ее для исследования переноса краски в различных условиях флексографической печати. Это имеет значение не только для развития представлений о печатном процессе, но и для практических научно обоснованных расчетов необходимого количества краски, а также выбора оптимальных режимов печатания, обеспечивающих повышения качества флексографической печати.

#### Литература

1. Гунько С. Н. Слова по полиграфии и полиграфической технологии: понятия и определения/С. Н. Гунько В. И. Демков, –Минск: ООО “Космополис-Универсал”, 1995.-230 с.

2. Спилка С. Цифровая флексография и типы лазерных экспонирующих устройств / С. Спилка //Флексо Плюс, - 2004, - №3, - С. 2-9.
3. Буквейтц Я. Изготовление флексографских форм тенденции и технологии / Я.Буквейтц // Флексо Плюс.-2006.- №1 - С. 2-5.
4. Кулак М. И. Иновационное развитие полиграфических предприятий / М. И. Кулак, С.А. Ничипорович, Е. С. Мирончик // Наука и инновации. – 2011, - №2(96). – С. 64-68.

**Ш.С. Табаров, А.А. Сафаров**

### **НИШОНДОДҲОИ АСОСИИ БАҲОДИҲИИ ЗАРИБИ ГУЗАРОНИДАНИ РАНГ БО УСУЛИ ЧОПИ ФЛЕКСОГРАФӢ ДАР МАСОЛЕҲИ НАМНОКАШ**

Дар мақола таҳқиқоти вобастагии гузариши ранг дар раванди чопи флексографӣ аз қолаб ба масолеҳи намнокаш (полиэтилен, селлофани локпӯш ва дигар масолеҳи парададолр), ки дар он мушкилиятҳо ба монанди ченкунии ғафсии ранги тезбухоршаванда дар қолаби чопии чандир мавҷуданд ва ба сифати маҳсулоти чопӣ вобастагии бевосита доранд, оварда шудааст.

**Вожаҳои калидӣ:** ғафсии ранг, зариби гузаронидани ранг, сифат, қолаб, масолеҳи намнокаш.

**Sh.S. Tabarov, A. A. Safarov**

### **THE MAIN INDICATORS TO MEASURE THE COEFFICIENT OF TRANSFER OF INK FLEXO PRINTING ON NON-ABSORBENT MATERIALS**

In the present paper we study the dependence of transfer of ink to the flexographic printing process with forms on non-absorbent materials (polyethylene, a glossy cellophane and other plastic materials), where there are difficulties associated with measuring the thickness of the layer of bystrousvoyaemaya low-viscosity flexographic inks on the print and especially on flexible printed form, which have a direct relationship to the quality of the printed products.

**Keywords:** paint thickness, the coefficient of transfer of ink, quality, form, non-absorbent materials.

#### **Сведения об авторах**

**Табаров Шамсиддин Сафарович**, 1963 г. р., ст. преп. кафедры “Технология, машины и оборудования полиграфического производства”

Контактные телефоны 918434455(моб.)

**Сафаров Абдумалик Абдушукурович**, 1960 г. р., и. о. доцента кафедры “Технология, машины и оборудования полиграфического производства”

Контактные телефоны 918489395(моб.)



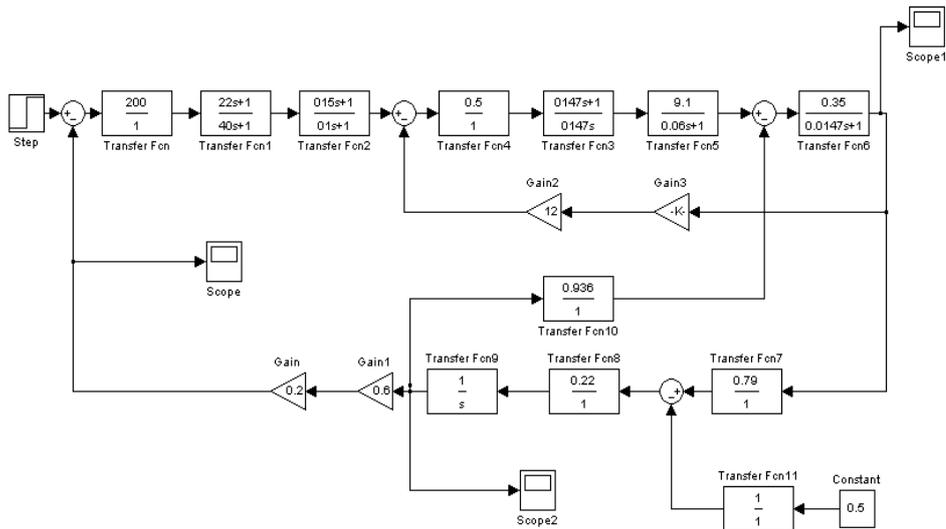


Рис.2. Структурная схема моделирования электропривода САУ, представленная в пакете Matlab/Simulink.

В связи с этим, в работе предлагается алгоритм идентификации системы электропривода на основе нечеткой логики и нейронных сетей, блок-схема которая представлена на Рис 3.

Таким образом, обученная нейронная сеть в режиме нормальной работы позволяет оперативно идентифицировать параметры системы нечеткого вывода типа Сугэно и с помощью метода кластеризации осуществить синтез нечетких правил «Если-то». Используя метод обратного распространения, оптимизируются параметры функций принадлежности нечетких термов модели таким образом, чтобы минимизировать ошибку рассогласования между желаемым (реальным) и модельным (виртуальным) поведением объекта.

Для формализации термов базы знаний в работе использована гауссовская функция принадлежности, которая описывается выражением:

$$M(x) = e^{(-\frac{x-c}{\delta})^2} \tag{1}$$

где:  $c$ -среднее значение т.е., координата максимума функции принадлежности,  $\delta$  –среднее квадратичное отклонение (определяет ширину гауссовской кривой).

В работе исследованы две однослойные автономные нейронные сети для настройки ПИД (пропорционально-интегрально- дифференциальный) регуляторов тока и скорости электропривода манипулятора математическими моделями.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} + b \quad i = 1,2 \text{ и выходом } y_i = F_i[S_i] \tag{2}$$

с активационными функциями

$$F(s) = \frac{1}{1 + \exp(-as)} \tag{3}$$

где :  $w_{1j}, w_{2j}, \dots$ -вес модели нейронной сети,  $b$ –постоянное смещение,  $a$ - положительная постоянная.

При этом градиент настройки весов нейронной сети определен с помощью следующих формул:

$$\frac{\delta E_i}{\delta W_{1i}} = -(w_i^* - y_{1i}) * y_{1i} * (1 - y_{1i}) \quad \text{и} \tag{4}$$

$$\frac{\delta E_i}{\delta W_{2i}} = -(Q_i - y_{2i}) * y_{2i} * (1 - y_{2i})$$

с использованием инженерного пакета моделирования и программирования Neural Networks и библиотеки Real time Windows Target и Simulink была разработана нейросетевая система автономной настройки параметров :  $K_{1i}, T_{n2}, T_{d1}, i=1,2$ . ПИД регуляторов тока и скорости электропривода хо-

ботного манипулятора, созданного сотрудниками и студентами кафедры «АСОИ и У» Таджикского технического университета им. ак. М.С.Осими.

Структурная схема нейронной сети и системы управления электроприводом манипулятора с нейросетевым регулятором приведена на Рис.2

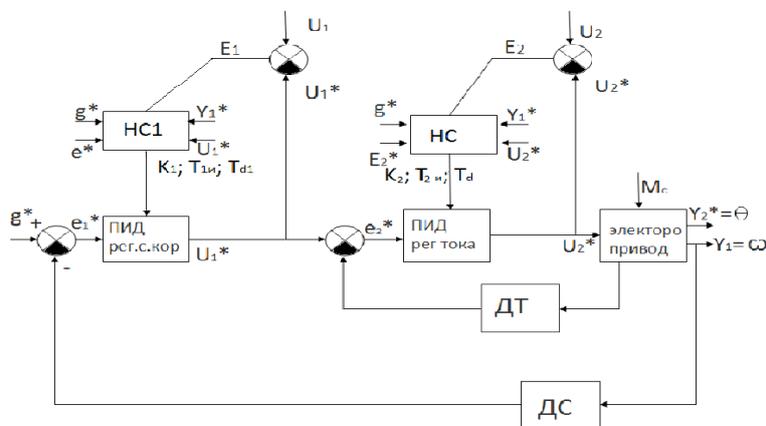


Рис.2. Структурная схема нейронной сети в блоке автонастройки. Здесь число нейронов выбрано из условий:

$$\frac{mM}{1 + \log_2 M} \leq N_w \leq m \left( \frac{M}{m} + 1 \right) (n + m + 1) + m$$

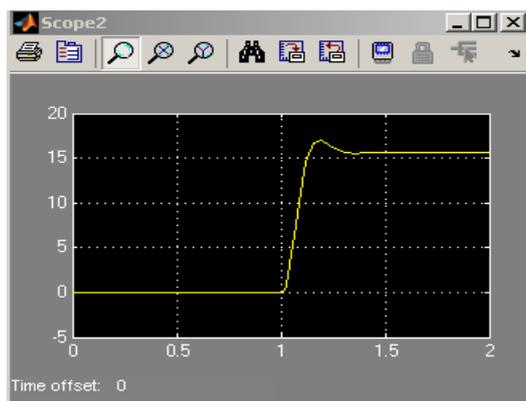


Рис.3.Переходный процесс в САУ при отсутствии нейрорегулятора, при увеличении момента инерции механической части передачи в 1.5 раза.

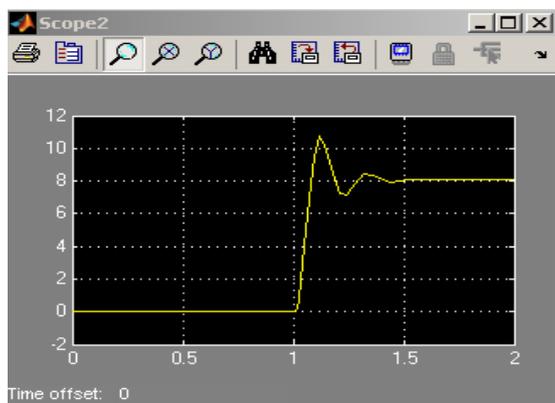


Рис.4.Переходный процесс в САУ при изменении момента инерции в 2.5 раза с нейрорегулятором.

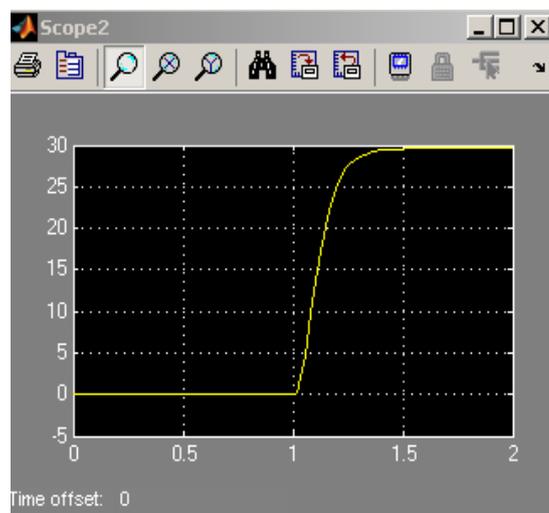


Рис.5.Переходный процесс в САУ при изменении момента инерции 1,5 раза с нейрорегулятором.

Функционирование данной САУ осуществляется на основе следующего алгоритма:

- нейроидентификация электропривода с помощью эталонной обучающей модели;
- сравнение результатов нейроидентификации с переходной характеристикой обучающей модели;
- формирование сигналов для настройки параметров ПИД регуляторов в условиях изменения характеристик объекта управления;

В работе в качестве нейрорегулятора использована двухслойная нейронная сеть, где в промежуточном слое находится 4 нейрона и 3 нейрона на выходном. В качестве активизирующей функции принята функция  $\text{tangstq}(s)$ .

Результаты исследования, приведенные на Рис.4 и Рис.5. показывают, что электропривод манипулятора с нейрорегулятором обеспечивает хорошие динамические и статические характеристики рассматриваемого робота манипулятора хоботного типа.

#### Литература.

- 1.Усков А.А. Системы с нечеткими моделями объектов управления: Монография.: Смоленский филиал АНО ВПО ЦС РФ «Российский университет кооперации».2013.-153с.:ил.
- 2.Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. Издание второе, исправленное: Москва, С.-Петербург, Киев «Вильямс» 2008.
- 3.Готлиб Б.М. Введение в мехатронику. Учебное пособие –Екатеринбург, Изд-во Уральского государственного университета путей сообщения 2007-782 стр.

**У.Х.Чалолов, Н.И.Юнусов, А.Ш.Назаров, Ф.С.Пиров**

### СИНТЕЗИ СИСТЕМАИ НЕЙРОШАБАКАВИИ ИДОРАИ ЭЛЕКТРОХАРКАТОВАРИ РОБОТИ МАНИПУЛЯТОРИИ ИДРОИИ ЯК НАВЪ

Кори мазкур ба тахия ва таткикоти самаранокии истифодаи системаи идораи нейрошабакави ва идентификатсияи электрохаракатовари манипулятори роботи навъи "хартум" бахшида шудааст.

**Вожаҳои калидӣ:** идора, робот, манипулятор, мантики ноаник, нейрошабака.

**U.Kh.Jalolov, N.I.Yunusov, A.Sh.Nazarov, F.S.Pirov**

### SYNTHESIS OF NEURAL NETWORK CONTROL SYSTEM ELECTRIC ROBOT MANIPULATION OF ONE KIND

The work is dedicated to the development and study of the effectiveness of neural network control system and identification of motorized manipulator work of the "trunk".

**Keywords:** control, power, fuzzy logic, robot manipulator.

## Сведения об авторах

**Джалолов Убайдулло Хабибуллоевич**-1948 г.р., кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управление».

**Юнусов Низомиддин Исмоилович**-1946 г.р., кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управление».

**Назаров Акбар Шарифович**-1966 г.р., кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации и управление».

**Пиров Фуркат Сайфуллоевич**- 1983 г.р., кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управление» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Автор более 20 научно- методических работ.

**А. И. Акмалходжаев**

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ДЕКОДИРОВАНИЯ ТУРБОКОДОВ НА ПРИМЕРЕ ТУРБОКОДА СТАНДАРТА 3GPP LTE

*В данной работе приведены результаты анализа итеративного декодера турбокода на основе декодеров Log-MAP, Max-Log-MAP и Scaled Max-Log-MAP. Рассмотрена производительность перечисленных декодеров и проанализировано их поведение в зависимости от количества выполненных итераций декодирования. Сделаны выводы о том, какой декодер лучше использовать в реальных системах.*

**Ключевые слова:** турбокоды, турбо-декодирование, Log-MAP, 3GPP LTE.

В настоящее время активно развивается область обработки данных, связанная с мобильной связью и беспроводными сетями. Для обеспечения требуемой мобильности и надежности передачи данных внедряют новые технологии, такие как OFDM, MIMO и др. Однако помехоустойчивое кодирование остается одним из основных способов гарантировать высокую скорость передачи информации. Наиболее популярными в современных системах связи с уверенностью можно назвать турбокоды [1].

Основными элементами схемы кодирования турбокода являются два рекурсивных систематических сверточных кода [1] (компонентные коды), связанных между собой перемежителем (рисунок 1(а)). Турбокод имеет скорость  $R = 1/3$ , а его кодовое слово выглядит как  $\mathbf{v} = (\mathbf{u}, \mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2)$ , где  $\mathbf{u}$  это информационное слово, а  $\mathbf{p}_1$  и  $\mathbf{p}_2$  проверочные биты первого и второго сверточных кодов, соответственно. Прежде чем поступить на вход второго сверточного кода информационные биты проходят через перемежитель, который в дальнейшем обозначен как  $\Pi$ . Перемежитель является основным элементом турбокода и решает две задачи: позволяет создавать коды с хорошим расстоянием и дает возможность использовать эффективный итеративный декодер.

Ядром декодера турбокода являются два декодера сверточных кодов с мягким выходом, которые итеративно обмениваются информацией о декодированных битах и увеличивают вероятность успешного декодирования. Выходные значения декодеров компонентных кодов могут быть представлены

как надежности  $L(\hat{u}_i) = \ln \left( \frac{P(\hat{u}_i = 1 | \mathbf{r})}{P(\hat{u}_i = 0 | \mathbf{r})} \right)$ , где  $\hat{u}_i$  это решение о значении  $i$ -ого бита информационного

слова после декодирования. Как  $\mathbf{r}$  обозначено принятое из канала кодовое слово. Рассмотрим сценарий, когда кодовое слово передается по каналу с аддитивным белым Гауссовским шумом (АБГШ). Тогда справедливо следующее [1]

$$L(\hat{u}_i) = L_{sys}(\hat{u}_i) + L_{app}(\hat{u}_i) + L_{ext}(\hat{u}_i),$$

где  $L_{sys}(\hat{u}_i)$ ,  $L_{app}(\hat{u}_i)$  и  $L_{ext}(\hat{u}_i)$  систематическая, априорная и внешняя составляющие надежности, соответственно. Априорная составляющая это информация, которая известна о битах еще до декодирования. В случае итеративного декодирования турбокода априорные вероятности один декодер получает от второго. Систематическая составляющая надежности бита это информация о систематических битах, полученная из канала. Внешнюю информацию  $L_{ext}(\hat{u}_i)$  декодер вычисляет как

$$L_{ext}(\hat{u}_i) = L(\hat{u}_i) - L_{sys}(\hat{u}_i) - L_{app}(\hat{u}_i),$$

исходя из вычисленных надежностей, принятых из канала значений и известной априорной информации. Именно эта составляющая является априорной для следующего декодера. Детальная схема декодера представлена на рисунке 1(б). Как  $L(r_i^{P_1})$ ,  $L(r_i^{P_2})$  и  $L(r_i^u)$  обозначены надежности принятых их канала символов проверочных и систематической частей кодового слова.

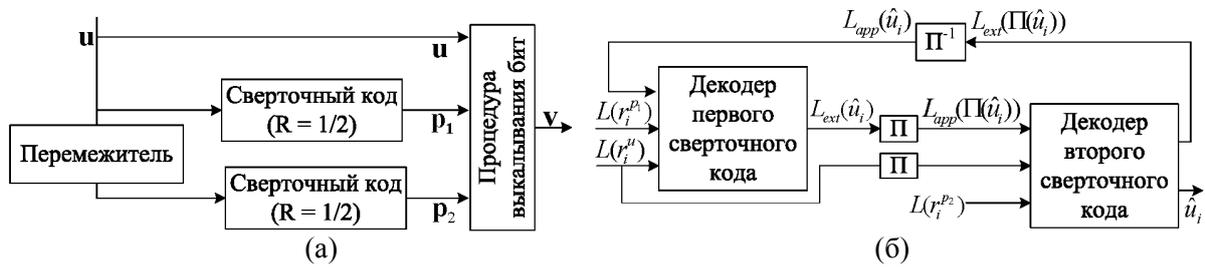


Рисунок 1: а) Кодер турбокода; б) декодер турбокода

Алгоритм MAP [2] является алгоритмом по максимуму апостериорной вероятности и максимизирует вероятность  $P(u_i | \mathbf{r})$ , т.е. находит  $\hat{u}_i = \arg \max_{u_i} P(u_i | \mathbf{r})$ . Для уменьшения сложности алгоритма MAP его часто рассматривают в логарифмической области. Переход к логарифмическому представлению позволяет заменить операцию умножения сложением и уменьшить сложность алгоритма при той же точности и производительности. В логарифмическом виде выходные значения алгоритма Log-MAP рассчитываются как

$$L(\hat{u}_i) = \ln \left( \sum_{(p,q) \in Q_1} e^{A_i(p) + \Gamma_i(p,q) + B_{i+1}(q)} \right) - \ln \left( \sum_{(p,q) \in Q_0} e^{A_i(p) + \Gamma_i(p,q) + B_{i+1}(q)} \right).$$

В представленной формуле  $Q_1$  и  $Q_0$  это переходы в секции решетки сверточного кода, соответствующие единичному и нулевому информационным битам, а  $p$  и  $q$  вершины переходов решетки. Как  $A_i(p)$  и  $B_{i+1}(q)$  обозначены прямая и обратная метрики решетки сверточного кода, которые вычисляются с помощью следующих рекуррентных выражений

$$A_{i+1}(q) = \ln \left( \sum_{p=0}^{Q-1} e^{A_i(p) + \Gamma_i(p,q)} \right),$$

$$B_i(p) = \ln \left( \sum_{q=0}^{Q-1} e^{B_{i+1}(q) + \Gamma_i(p,q)} \right),$$

где  $Q$  число состояний в решетке сверточного кода, а  $\Gamma_i(p, q)$  метрика перехода  $(p, q)$ . Для двоичной фазовой манипуляции и канала с аддитивным белым гауссовским шумом метрика  $\Gamma_i(p, q)$  вычисляется как

$$\Gamma_i(p, q) = \ln(P(u_i = x)) - \frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{r}_i - \mathbf{a}_i\|^2 - K,$$

где  $\|\cdot\|$  - евклидово расстояние;  $\sigma^2$  - дисперсия канала с АБГШ;  $\mathbf{a}_i$  и  $\mathbf{r}_i$  переданные и принятые символы в  $i$ -ой секции решетки, соответственно;  $K$  - константа.

Для уменьшения сложности декодера на практике часто пользуются приближенным способом расчета метрик состояний и путей, за счет приблизительного вычисления логарифма суммы экспонентов

$$\ln(\sum_i e^{x_i}) \approx \max_i x_i. \tag{1}$$

Алгоритм, использующий это правило для вычисления метрик, называется Max-Log-MAP [3]. В этом случае вычисление прямой и обратной метрик будет выглядеть как  $A_{i+1}(q) = \max_p (A_i(p) + \Gamma_i(p, q))$  и  $B_i(p) = \max_q (B_{i+1}(q) + \Gamma_i(p, q))$ . При вычислении апостериорных вероятностей бит также можно воспользоваться приближением (1), тогда

$$L(\hat{u}_i) = \max_{(p,q) \in Q_1} (A_i(p) + \Gamma_i(p, q) + B_{i+1}(q)) - \max_{(p,q) \in Q_0} (A_i(p) + \Gamma_i(p, q) + B_{i+1}(q)).$$

Плюсом алгоритма Max-Log-MAP является его небольшая вычислительная сложность. Также стоит отметить, что для работы алгоритма Log-MAP необходимо знать дисперсию канала с АБГШ. Для алгоритма Max-Log-MAP это не важно, т.к. для вычисления значений всех метрик используется только операция суммирования. Однако, использование аппроксимации (1) негативно сказывается при вычислении внешних надежностей и производительности турбо-декодера. Для уточнения величины внешних надежностей их значения умножают на некоторый положительный взвешивающий коэффициент  $w \leq 1$ . Далее такой алгоритм будем называть как Scaled Max-Log-MAP [3].

Для сравнения описанных алгоритмов декодирования турбокода был использован турбокод стандарта 3GPP LTE [4], который состоит из двух сверточных кодов с 8-ью состояниями и одним внутренним перемежителем. Порождающий полином каждого компонентного кода выглядит как  $G(D) = \left[ 1, \frac{1 + D + D^3}{1 + D^2 + D^3} \right]$ . После окончания кодирования компонентные коды замыкаются в нулевое состояние.

Сравнение алгоритмов декодирования производилось по двум метрикам - вероятности ошибки на бит информационного слова (Bit Error Rate, BER) и вероятности ошибки декодирования информационного слова (Frame Error Rate, FER). Для сравнения алгоритмов использовалось отношение сигнал/шум на информационный бит  $E_b / N_0$  (дБ). В качестве модуляции была использована двоичная фазовая манипуляция.

Результаты сравнения описанных выше алгоритмов декодирования турбокода в канале с АБГШ показаны на рисунке 2(а). Моделирование было проведено для 8 итераций декодера. Взвешивающий коэффициент алгоритма Scaled Max-Log-MAP был найден с помощью моделирования и уставлен равным 0.75 для всех символов. Как видно на представленном графике, алгоритм Scaled Max-Log-MAP со взвешивающим коэффициентом  $w = 0.75$  работает практически также хорошо, как и Log-MAP, при том что Scaled Max-Log-MAP обладает всеми плюсами алгоритма Max-Log-MAP, т.е. прост, не требует вычисления экспонент и знания дисперсии канала. В свою очередь Max-Log-MAP сильно проигрывает декодеру Log-MAP. Также рассмотрена зависимость производительности различных декодеров от количества итераций, результаты моделирования показаны на рисунке 2(б-г).

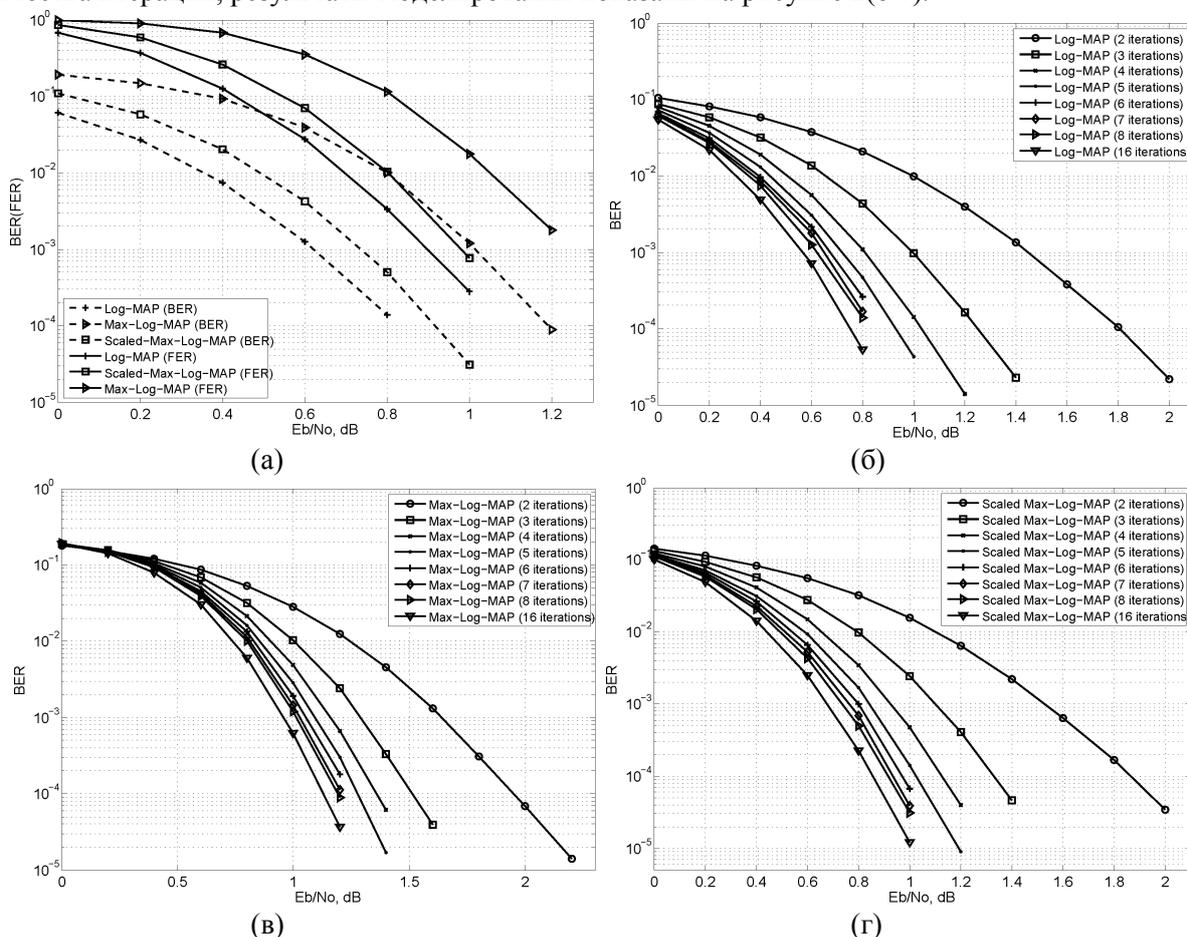


Рисунок 2: Сравнение алгоритмов декодирования турбо-кодов

Как видно из приведенных результатов, общей чертой всех описанных алгоритмов является то, что после 4-5 итераций рост производительности замедляется и уже между 7 и 8 итерациями рост практически не заметен.

#### Заключение

В данной работе приведены результаты моделирования на основе различных мягких декодеров сверточных кодов и рассмотрена их производительность при различном числе итераций. Результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что алгоритм Scaled Max-Log-MAP является оптимальным выбором при реализации в практических системах, ввиду своей простоты и хорошей производительности. Также, полученные результаты говорят о том, что после 8-16 итераций декодера рост производительности значительно замедляется для всех рассмотренных алгоритмов, и большее итерирование декодера малоэффективно.

#### Литература

1. C. Berrou, A. Glavieux, P. Thatimajshima. Near Shannon limit error-correcting coding: turbo codes // Proceedings of the IEEE International Conference on Communications. Vol. 2. 1993. Pp 1064–1070.
2. L. Bahl, J. Cocke, F. Jelinek, J. Raviv. Optimal decoding of linear codes for minimizing symbol error rate // IEEE Transactions on Information Theory. Vol. 20. No 2. 1974. Pp 284–287.
3. P. Robertson, E. Villebrun, P. Hoeher. A comparison of optimal and sum-optimal MAP decoding algorithms operating in the log domain // Proceedings of the IEEE International Conference on Communications. Vol. 2. 1995. Pp 1009–1013.
4. 3GPP TS 36.212. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding (Release 9). – Standard – 2009.

**A. I. Akmalkhodzhaev**

#### COMPARATIVE ANALYSIS OF TURBO CODE DECODING ALGORITHMS FOR 3GPP LTE TURBO CODE

This paper presents an analysis of the iterative decoder of turbo code based on Log-MAP, Max-Log-MAP and Scaled Max-Log-MAP algorithms. We consider performance of the listed decoders and analyze their behavior depending on the number of decoding iterations. Conclusions about what decoder is better to use in practical systems are brought in the end.

**Keywords:** turbo codes, turbo decoding, Log-MAP, 3GPP LTE.

#### Сведения об авторе

**Акмалходжаев Акмал Илхомович, 1985 г.р.**, окончил Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (2007), ведущий программист института компьютерной безопасности вычислительных систем и сетей СПбГУАП. Область научных интересов – помехоустойчивое кодирование, LDPC, турбокоды, цифровая обработка сигналов.

**Ф.С.Пиров, С.О. Набиев, У.Х.Чалолов, Ш.Ё. Холов**

#### СИСТЕМАИ АВТОМАТОНИШУДАИ БАҲОДИҲИИ СИФАТИ БА НАВЪҲО ЧУДОКУНИИ МАСОЛЕҲИ РЕХТАШАВАНДА (САНГ, ШАҒАЛ, РЕГ ВА ҚУМ) ДАР АСОСИ ТАСНИФОТ

*Дар мақола масъалаҳои баҳодихии сифати ба навъҳо ҷудокунии масолеҳи рехташаванда (санг, шағал, рег ва қум) дар асоси таснифот мавриди баррасӣ қарор гирифтааст.*

**Вожаҳои калидӣ:** масолеҳи сохтмони рехташаванда, рег, шакли дона, технологияи ба навъҳо ҷудокунии.

Меъёрҳои вучуддошта оиди пахлуҳои ба масолеҳи сохтмони рехташаванда дар асоси эҳтимолияти модел гузаронидани донаҳои мулоим куррашакл ба воситаи сурохиҳои росткунҷа замина мегиранд. Маълум аст, ки тавсияҳо дар асоси чунин содагии модел қаноатбахш буда наметавонанд, бинобар ин, тавсияҳо ҳамчун ҳисоботи амалӣ гирифта намешаванд, балки, танҳо маводи чадвалие, ки дар натиҷаи таҷрибаи саноатии истифодабарии таҷҳизоти майдакунанда

пайдо шудаанд. Бахусус, сифати реги сохтмони мувофиқи миқдори умумии сангчадонаҳои шакли қабатӣ ва тезнуг ба яке аз се навъ мансуб мебуданд, – «одӣ»: 35%, «аъло»: 25%, «кубшакл»: 15%.

Бояд гуфт, ки мувофиқи меъёрҳои саноатӣ нисбат ба шаклҳои қабатӣ (пластинӣ) ва тезнуг он сангдонаҳо мансуб мешаванд, ки ғафсӣ ва ё паҳноии онҳо аз дарозии онҳо се маротиба камтар бошанд (бо розигии тарафҳо иҷозати мазмунӣ зиёда аз 35% шаклҳои номбаршуда дода мешаванд).

Асосан технологияи ба навъҳо ҷудошуда ба ҳама он қадар одӣ нест, чуноне, ки дар назари аввал менамояд, пеш аз ҳама худӣ объектҳои қорқард – маҳсулоти майдакунанда содаю одӣ нест. Рег танҳо маҷмӯи сангдонаҳои қуррашакл нест, барои ҳамин муайян кардани эҳтимолияти гузаштани сангдонаҳо нисбати майдони буриши донаҳо ва сӯроҳии ғалбер қаноатманд карда наметавонад. Ба таври ҷиддӣ амалишавии ба навъҳо ҷудошуда сангдонаҳо мувофиқи андозаҳои онҳо барои объектҳои сохтмони махсусан масъулиятнок ба талабот ҷавобгӯ буда наметавонанд.

Талабот ҳамеша меафзояд, масалан, чунин мешуморанд, ки ҳангоми сохтмони қисми зиёди роҳҳои нақлиётӣ ҳозиразамон реги бо сангдонаҳои «кубшакл» зарур аст, аммо ин ҳам худӣ охири нест, чунки меъёрҳои афзоянда ба сифати роҳҳо талаботи саҳтро ба масолеҳи сохтмонӣ пешниҳод мекунад.

Фикрҳои нишондодашуда ба ҳама он қадар одӣ нест, чуноне, ки дар назари аввал менамояд, пеш аз ҳама худӣ объектҳои қорқард – маҳсулоти майдакунанда содаю одӣ нест.

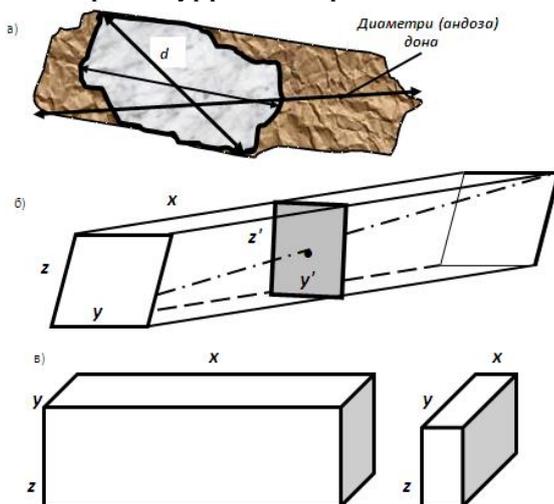
1. Пеш аз ҳама маълум нест, ки аз чӣ сабаб барои баҳодиҳии сифат ҳиссаи умумии сангдонаҳои шакли «ғайрикубшакл» муайян карда мешаванд? Зеро чунин маъно дорад, ки назорати шаклҳои сангдонаҳо боченкунии массаи рехташуда амалӣ мегардад (худӣ ба навъҳо ҷудошуда бо андоза амалӣ мешавад!).

2. Ҳаҷми ҳиссаи умумии сангдонаҳои шакли «пастсифат» ҳамчун «хушсифат» нишон дода мешавад (ва дарбаландсифат ҳам – маҳсулоти «кубшакл» низ инчунин нишон медиҳанд).

3. Худӣ таърифи шаклҳои сангдонаҳои қабатӣ-тунукагӣ ва нугтез сунъӣ, ба назар мерасад: муносибати қабулшудаи секарата бо чӣ асоснок карда мешавад, масалан, на муносибати панҷкарата?

Ба дигар ҷиҳат нигоҳ накарда, ба монандӣ, ноҳамворӣ, хӯрдашавӣ ва ғайра, кӯшиш мекунам аломатҳои муқаррар намоем, ки сифати маҳсулоти майдакунанда ба таври қатъӣ муайян намоянд. Мантқан мумкин аст, ки ғайр аз андозаҳо, манфиати зарурӣ шакли сангдона аст, аниқтараш, интихоби модели вай – нисбатан ҳиссаҳои одии геометрии, ки сангдонро ҳангоми таҳлил тақлид кунад:

1. Пеш аз ҳама, ин «диаметри» сангдона  $d$  – баъзе хусусияти ченаки вай, ки муайянкунандаи имконияти гузаштани байни сӯроҳии ғалбер бошад. Чунон, ки маълум аст, шакли сангдона доирашакл нест, бинобар ин, бояд ба ченаки эквивалентӣ таъяс намуд. Масалан, ба ҷои вай диаметри барзиёди баъзе хусусияти буришро қабул кардан, (расми 1,а). Ҳангоми дақиқ кардани модел, зарурати дур шудан аз «назарияи қурравӣ-доиравӣ» пеш меояд.

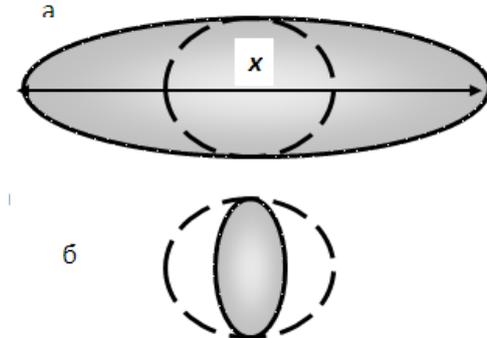


Расми 1. Модели геометрии шакли дона

2. Метавон наздик намудани сангдона бо параллелепипеди се ченакаи  $x, y, z$  (расми 1,б). Барои ин вазифаи мазкур лозим аст, ки муайян кард, масалан, диагонали вай каму беши буриши симметрии  $y \cdot z$ , ки перпендикуляр аст ба тарафи сеюмих. Барои осон кардан мумкин аст, ки параллелепипеди росткунҷаро бо буриши қорқард гирем, ки барои вай эҳтимолияти гузаштан бо дарозии баробари тарафҳои  $y, z$ , муайян мешавад. Воқеан, қорқард зарур нест, то ки тарафҳои

$y, z$ , нисбатитарафи  $x$  хурд бошанд (расми 1, в). Дар ин маврид шакл бо дупараметр муайян мешавад: бо дарозии тарафҳои  $y, z$  (бо  $d$ ) қабул мекунем ва бузургии нисбӣ  $\Lambda = x/d$ . Мувофиқи меъёрҳои қабулшуда, сангдона аз  $\Lambda > 3$  мансубанд ба «нугтез», вале аз  $\Lambda < 1/3$  - мансуб аст ба шакли «қабатӣ-тунукагӣ». Ба ин тариқ, ба «кубшаклҳо» сангдонаҳои дар дараҷаи  $1/3 < \Lambda < 3$  мансубанд.

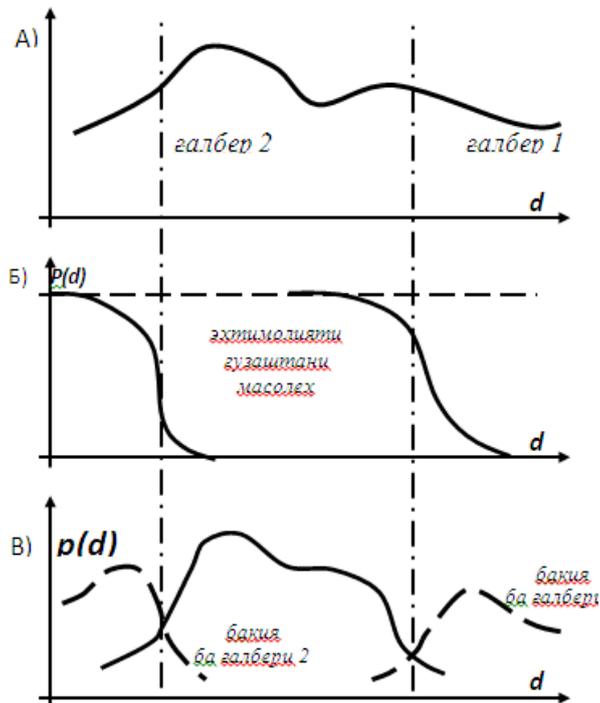
Бо ҳамин монандӣ метавон сангдоноро ба эллипсоид наздик сохт, ба хусус, давразании эллипсоид (расми 2).



Расми 2. Модел – эллипсоиди чархзанӣ

Агар диаметри калонтарини буриши симметрӣ – давраро ба  $d$  ишора кунем ва дарозиро бо  $x$ , он гоҳ, мисли ҳодисаи пешина, параметри нисбӣ  $\Lambda = x/d$  мешавад. Фаҳмишҳо оид башаклҳои сангдонаҳои «нугтез», «қабатӣ» ва «кубшакл» барои нусхаҳои эллипсоид ва параллелепипед мутобиқанд.

Таркиби маҳсулоти рехташавандаро метавон бо зичии тақсимкунии вай ба андозаҳо нишон дод (расми 3).



Расми 3. Омор аз рӯи андозаи қисмҳои масолах

Чунон ки дар боло пешниҳод шуд, тақсимотро ба чузъҳо беҳтараш бо баъзе муайянкунандаҳои хусусиятҳои маҳсулоти майдашуда гузаронид, ки яқумаш -андозаи хусусии сангдона  $d$ . мебошад.

Шароити баланси моддӣ ба меъёр даровардани зичии тақсимотро бо интеграл талаб мекунад:

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} p(z) dz, \tag{1}$$

вале бо дар назардошти он, ки андозаи ҳиссаҷа наметавонад аз 0 хурд ва аз баъзе натиҷаҳои максималӣ калон бошад, дорем:

$$I = \int_0^{d_{\max}} p(z) dz. \quad (2)$$

Байни сӯрохиҳои ғалбер бо сӯрохиҳои андозаҳои муайян мегузаранд:

- қисми бештари порчаҳои масолеҳ, ки андозаи онҳо аз сӯрохиҳои ғалбер хурдтаранд;
- барҳи зиёди порчаҳо бо андозаҳои наздик ба ченаки сӯрохи ғалбер,
- баъзе қисмҳои порчаҳо бо андозаҳои чандон калон аз ғалбер.

Кори таҷҳизоти гулдуростро метавон қач тавсиф кард  $P(d)$  – эҳтимолияти гузаштани порчаҳои бо андозаҳои муайяни байни ғалбер, (расми 3, б) аз чап аз қач – эҳтимолияти суръати гузаштани порчаҳои масолеҳи андозааш  $d$ . Кори таҷҳизот бо ду ғалбер (ғалбери 1-ум – калон, ғалбери 2-юм - хурд), ба навъҳо ҷудокунии дар асоси «аз калон - ба хурд» дар ду намуди қачҳо намоён мегарданд. Инро метавон чун таъсиси қонуни мабодӣ, (табдил) вонамуд кард, яъне ба ҳолати аввалия баргаштан дар се қачӣ – зичии тақсимои боқимондагиро дар ғалберҳои 1,2 ва тақсимои ночизе, ки аз ҳар ду ғалберҳо гузаштаанд (расми 3,б).

Боқимондаҳои ночиз чун моли ба фуруш намерафта ва қум ба брак (нуқсдор) (воқеан, ҳиссаи онхеле зиёд мешавад (то 60%), вобаста аз хусусиятҳои масолеҳ ва намуди таҷҳизоти майдакунанда). Бақияҳои аз ғалбери 1 дар канорамондагитехнологияи истехсолот бамайкакунии дуҷумбора бозпас мегардад, боқимондаҳои дар ғалбери 2, ки барои супоришдиханда муайян шудааст, манфиати асосиро пайдо мекунад ва онро бо чунин интеграл метавон нишон дод:

$$Q_{\text{Был}} = \left(\frac{1}{I}\right) \int_0^{d_{\max}} p_2(z) dz, \quad (3)$$

дар ин ҷо  $p_2(z)$  – зичии тақсимои бо бузургии масолеҳ, ки дар дуҷум ғалбер боқӣ мондаанд, I – ба меъёр даровардани зарбукунанда, ниг. муодилаи (1).

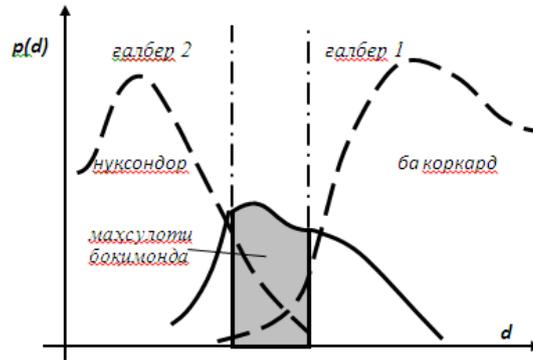
Бояд ба «думҳои» қачҳо, кидар ин маврид гувоҳӣ, медиҳанд, ки дар маҳсулоти ба навъҳо тақсим кардашуда бархе аз қисмҳои муайяни ночиз ва барзиёди порчаҳои калон меафтанд, аҳамият дод.

Равшан нишон дода мешавад, ки ҳар қадар талабот ҳамчун нишондихандаи асосии маҳсулот ба андоза ҷиддитар бошанд, ҳамон қадар фарқи байни андозаҳои сурохиҳои ғалбер бояд камтар шаванд. Вале дар баробари ин, он равшану яқин аст, ки ҳангоми ҷиддитар ба навъҳо ҷудокунии ҳамчун моли хушсифат ҳиссаи хеле ками маҳсулот тоза мебарояд.

Масалан, агар ғалбери бо андозаҳои сӯроҳии 0,035м ва 0,04м гузорем, пас бояд интизор шуд, ки дар ғалбери дуҷум, кимаҳсулоти талабкардашударо мебарорад, маҳсулоти ниҳоят кам боқӣ мемонад (расми 4), ки дар навбати худ якбора дар маҷмӯъ низоми самарнокиро поён мефарорад. Ғайр аз ин, тарафи сифатнокии раванди корро бад мекунад: боз як бори дигар назар ба «думҳои» қачи зичии тақсимои меафканем.

Аз ҷиҳати парокандагӣ, ки яке аз хусусиятҳои раванди таҷҳизоти майдакунанда аст, бояд интизор шуд, ки қисми зиёди масолеҳи бо андозаҳои талабшуда байни сурохиҳои ҳар ду ғалбер гузашта бекор (нуқсдор) мешаванд, вале дигараш, ҳамчунин қисми зиёди он, дар ғалбери болоӣ боқӣ мемонад ва ба коркарди дуҷумбора фиристода мешавад. Ва бархилофи ин, дар боқимондаҳои ғалбери 2, ки ҳамчун маҳсулоти молӣ нишон дода мешавад, ҳиссаи зиёди майда ҷуйдаҳо ва порчаҳои калони барзиёд нигоҳ дошта мешаванд. Ҳамин тариқ, аён аст, ки расидан ба беҳтаршавии самаранокии бо одитарин наздикшавии марзҳои иҷозатҳо (андозаҳои сурохиҳои ғалбер) ғайри имкон аст.

Ҳамин тариқ, ба навъҳо ҷудокуниро мумкин аст ҳамчун ҳалли масъалаи таснифот боздид кард, вале таҷҳизоти майдакунандаро метавон ба таснифгар мансуб кард – хусусияти дастгоҳ, ки вазифаи онҳо – тақсимои объектҳои мавҷудбуда ба дараҷаҳои вазифадоршуда мувофиқи хусусиятҳои он, ки дар он нишонаҳо мавҷуданд.



Расми 4. Пушидани тақсимшавии зичӣ

Аз таҳлили боломаълум аст, ки дар таҷрибаи саноатӣ таснифоти маҳсулоти майдакардашуда ба тариқи аломати ягона истехсол мешавад – қобилияти гузаштани порчаҳои вай байни ғалберҳо бо сурохиҳои муайян. Равшан аст, ки самаранокии ба навъҳо ҷудоқунӣ, беҳтар намудани дурустии вай ва маҳсулдиҳиро танҳо бо баланд бардоштани дурустии истехсоли таҷҳизоти ғалберҳо ва наздикшавии андозаҳои сурохиҳо ғайриимкон аст.

Ба ин яқум, пошидани барзиёди маҳсулоти ғалбершуда бо андоза ва шакл ва дувум, якбора пастшавии истехсолот оиди маҳсулоти тайёр монеа шуда метавонанд. Вазифаи комилшавии ба навъҳо ҷудо намудан бояд бо дигар роҳҳо, бо рӯварӣ ба сершумории сифати маҳсулоти қорқарҳал шавад.

Ақидаи таснифоти объектҳо, ки аз ҳамдигар бо аломатҳои тасодуфӣ фарқ мекунад, ҳамеша даркшаванда ва интуитивӣ ба эҳтимолияти мансубияти объект ба баъзе синфҳо, вобаста ба хусусиятҳои ин аломатҳотакя мекунад. Бо вучуди ин, андешаҳо бештар чунин намуд доранд: «Агар мазмуни  $z$  назораткунандаи бузургӣ (аломат) аз баъзе ҳади мазмун  $z_0$  зиёдтарӣ накунад, он гоҳ (бо баъзе эҳтимолият) объекти мазкур мансуб мешуморем ба синфи  $\omega_1$ , вале агар барзиёд бошад, он гоҳ – ба синфи  $\omega_2$ ». Агар нишонаҳо чандин ( $n$ ) бошанд, он вақт сухан оиди нукта дар системаи координат « $n$ -миқдори макони аломатҳо», мансубияти онҳо ба яке аз доираҳо имконият медиҳад, то, ки объекти мазкурро (бо баъзе эҳтимолият) ба доираисинфи мувофиқ мансуб намоем (ва ё нишон диҳем, ки ба вай ягон синфҳои маълум дохил намешавад), яъне, моҳияти вазифа иваз намешавад, танҳо дар ин маврид сухан на дар бораи воҳиди бузургӣ (скаляр) меравад, балки оиди  $n$ -миқдор вектори  $z$ . Сифати таснифот дар ин маврид мувофиқи афзоиши ҳаҷми ҳисобот беҳтар хоҳад шуд.

Бо таври формалӣ аз нигоҳи назарияи таснифот барои муайян кардани мансубияти объект ба бархе синфҳои  $\omega_j$  метавон қоидаи Байесро истифода бурд:

$$P(\omega_j|z) = \frac{p(z|\omega_j)P(\omega_j)}{p(z)}, \tag{4}$$

ки дар ин чо 
$$p(z) = \sum_{j=1}^n p(z|\omega_j) \cdot P(\omega_j). \tag{5}$$

Бузургии  $P(\omega_j|z)$  – эҳтимолияти синфи  $\omega_j$  бо шарте, ки андозаи қимати аломат баробар аст ба  $z$  (эҳтимолияти нисбии синфи  $\omega_j$  бо аломати  $z$ ). Бузургии  $p(z|\omega_j)$  – эҳтимолияти қимати мазкур  $z$  барои синфи  $\omega_j$ , тақсимшавӣ ба  $p(z)$  – одитарин шакли ба меъёр даровардани қонуни тақсимот.

Агар таснифот нодуруст бошад: объекти синфи  $j$  боғалат ба синфи  $i$  мансуб шудааст, он гоҳ талафотро аз сабаби хато додан чунин  $q_{ij}$  ишорат қардан мумкин аст. Интизории ҳосили ҷамъи талафот дар мавриди маънии  $z$  бо чунин ифода муайян мешаванд:

$$Q(\alpha_i|z) = \sum_{j=1}^n q(\alpha_i|\omega_j) \cdot P(\omega_j|z). \tag{6}$$

Ин ҷо  $q(\alpha_i|\omega_j) = q_{ij}$  – талафот аз сабаби ғалат будани таснифот,  $\alpha_i$ – ҳаракати иҷроқунанда ҳангоми мансуби объект ба синфи  $i$ .

Бузургии  $Q(\alpha_i|z)$ -ро дар назарияи таснифот «чамъи хатарҳои шартӣ» меноманд. Бехтаршавии раванди таснифот аз камқунии чунин хатарҳо иборат аст, яъне дар дарёфти чунин  $\alpha_i$ , ки дар он бузургӣ  $Q(\alpha_i|z)$  камтар аст.

Дар вақти таксимот ба ду синф (масалан, дар мавриди як ғалбер) пайдо мекунем:

$$Q(\alpha_1|z) = q_{11} P(\omega_1|z) + q_{12} P(\omega_2|z) \quad (7)$$

ва

$$Q(\alpha_2|z) = q_{21} P(\omega_1|z) + q_{22} P(\omega_2|z).$$

Вазифаи таснифот бо гузориши математикӣ аз он иборат аст, ки амалҳои «чудоқунӣ» ё «ҳалқуниро» дарёфт кунад, то, ки мансубияти объектро ба яке аз синфҳо муайян намояд. Масалан, амали ҳалқунӣ метавонад объектҳоро ба синфи  $\omega_i$  мансуб намояд, агар нобаробариҳо риоя карда шаванд:

$$p(z|\omega_i) > p(z|\omega_j), \quad \forall i \neq j \quad (8)$$

ё

$$p(z|\omega_i) / p(z|\omega_j) > 1, \quad \forall i \neq j.$$

Вазифаи формалии ҳисоботи амалҳои ҳалқунанда дар ин маврид сода карда мешавад, агар фарз кунем, ки аломатҳо бо қонуни муқарраршуда таксим шудаанд:

$$p(z|\omega_i) = \frac{e^{-\frac{1}{2}(z-\mu_i)^t C^{-1}(z-\mu_i)}}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \cdot |C|^{\frac{1}{2}}}, \quad (9)$$

ки дар ин ҷо  $C$  – матритсаи ковариатсионӣ:

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

$c_{ij}$  – ковариатсияи  $i$  ва  $j$  қисмати вектори  $z$  ( $c_{ii}$  – дисперсияи (парокандашавӣ)  $i$  қисмати  $z$ ),  $\mu_i$  – вектори қимати миёна (интегралҳои математикӣ)  $z$ .

Аз натиҷаҳои, ки дар ин мақола баррасӣ шудаанд, ҳулоса баровардан мумкин аст, ки ҳалли вазифаи бехтаршавии сифати ба навъҳо чудоқуниро ба ғайр аз андозаҳои мувофиқ инчунин маҳсулоти ба навъҳо чудошуда бо аломатҳои иловашуда ва маҳз дар шаклҳои муайяншудаи сандонаҳо ҷустуҷӯ карда шудааст. Ба навъҳо чудоқунӣ дар ин маврид шакли вазифаи назарияи ҳалқунӣ, аниқтараш – таснифоти тасвирҳо дар макони бисёрченакаи аломатҳои омории объектро доро мешавад.

#### Адабиёт

1. Автушко В.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов. — М.: Высшая школа, 1995.
2. Арзамасов Б.Н., Брострем В.А., Буше Н.А. и др. Конструкционные материалы. — М.: Машиностроение, 1990.
3. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. — М.: Машиностроение, 1994.
4. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. — М.: Машиностроение, 1975.
5. Вистгоф А.А. Автоматизация комплекса технологических процессов дробленых строительных материалов. Диссертация. — М.: МАДИ, 1998.
6. Домбровский В.В., Руднев В.Д. Определение дробящих сил в конусной дробилке. — М.: СДМ № 4, 1988.
7. Левин Б.Р., Шварц В.М. Вероятностные модели и методы в системах связи и управления. — М.: Радио и связь, 1986.
8. Надиров А.Г. Автоматизация технологических процессов дробильно-сортировочного производства с управлением по крупности продукта дробления. Диссертация. — М.: МАДИ, 2003.

9. Николаев А.Б., Будихин А.В., Погорнев В.М. Метод нечеткой классификации элементов моделей данных. — М.: журн. «Приборы и системы управления», №9, 1991.

**F.S.Pirov, S.O.Nabiev, U.H.Jalolov, SH.Y.Kholov**

**THE AUTOMATED SYSTEM EVALUATION OF THE QUALITY SORTING OF BULK MATERIALS ON THE BASIS OF CLASSIFICATION**

The problem of sorting bulk materials (stone engraver, sand) is given on the basis of classification and found that allows to evaluate the variety of materials in a multi-dimensional object.

**Keywords:** loose materials, engraver, piece-form technology sorting.

**Ф.С.Пиров, С.О. Набиев, У.Х.Джалолов, Ш.Ё. Холов**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СОРТИРОВКИ НАСЫПНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИИ**

В работе рассматривается задача сортировки сыпучих материалов (камень, гравер, песок) проведена на основе классификации и установлено, что позволяет оценивать сорта материалов в условиях многомерности объекта.

**Ключевые слова:** сыпучие строительные материалы, гравер, штучная форма, технология сортировки.

**Маълумот дар бораи муаллифон**

**Пиров Фуркат Сайфуллоевич-** 1983 с.т., н.и.т., и.в.дотсенти кафедраи «Системаҳои автоматикунонидашудаи коркарди маълумот ва идора»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. муаллифи зиёда аз 20 кори илмӣ-методӣ. **E-mail: furkatpirov@gmail.com**

**Набиев Сирочиддин Остонович-** 1952 с.т., н.и.т., дотсенти кафедраи «Системаҳои автоматикунонидашудаи коркарди маълумот ва идора»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. муаллифи зиёда аз 126 кори илмӣ-методӣ. **E-mail: nabiev@tarena.tj**

**Чалолов Убайдулло Ҳабибуллоевич-** 1948 с.т., н.и.т., дотсенти кафедраи «Системаҳои автоматикунонидашудаи коркарди маълумот ва идора»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, муаллифи зиёда аз 38 кори илмӣ-методӣ.

**Холов Шавкат Ёрович-** 1988 с.т., ассистенти кафедраи «Системаҳои автоматикунонидашудаи коркарди маълумот ва идора»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. муаллифи 4 кори илмӣ-методӣ. **E-mail:shavkat-holov@mail.ru**

А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров

### ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ КАРТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВДОЛЬ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 500 кВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛИНЕЙНОГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ДАННЫХ ЛИНИЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

В статье рассмотрено применение расчетных карт распределения напряженности электрического поля, построенных по разработанной методике для организации работ по защите линейного персонала от вредного воздействия электрических полей промышленной частоты с учетом условий местности Республики Таджикистан.

**Ключевые слова:** линейный персонал, электрические поля, карты напряженности, линии электропередачи.

Наиболее простым и экономичным решением для организации защиты линейного персонала от действия электрических полей промышленной частоты является применение расчетных карт распределения напряженности электрических полей (ЭП) вдоль линий электропередачи напряжением 500 кВ (ВЛЭП 500 кВ), построенных по разработанной нами методике [3-6], учитывающей такие факторы как изменения орографии местности и температуры окружающей среды. При этом необходимо отметить, что данная методика внедрена в практику работы Открытой акционерной холдинговой компании (ОАХК) «Барки Точик» Республики Таджикистан в виде руководящего документа РД 1М-001-2014 (Построение карт распределения напряженности электрического поля промышленной частоты вдоль ВЛЭП 500 кВ) [2]. По разработанной нами методике для всех пролетов линии 500 кВ, проходящей по юго-западной части Республики Таджикистан были рассчитаны распределения напряженности электрических полей промышленной частоты при различных температурах окружающего воздуха (от + 27 °С до + 45 °С с шагом изменения температуры + 3 °С).

Ниже на (рис.1) представлено влияние рельефа местности и температуры окружающего воздуха на изменения напряженности электрического поля промышленной частоты вблизи ВЛЭП 500 кВ.

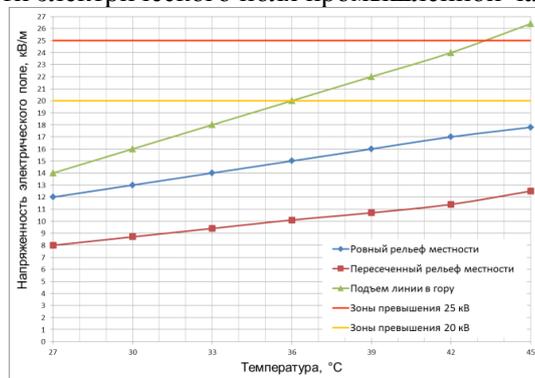


Рис.1. Влияние рельефа местности и температуры окружающего воздуха на изменение напряженности ЭП ПЧ вблизи ВЛЭП 500 кВ

Из (рис.1) видно, что с увеличением температуры окружающего воздуха значение напряженности электрического поля промышленной частоты увеличивается. Согласно (рис. 1) при одних и тех же температурах окружающего воздуха, но при разном рельефе местности значения напряженности электрического поля промышленной частоты существенно отличаются. Особенно надо отметить изменения напряженности электрического поля промышленной частоты при подъеме линии в гору. Как видно (из рис. 1) при подъеме линии в гору в местах наибольшего провиса проводов при различных температурах окружающего воздуха значение напряженности ЭП ПЧ увеличивается до 20 кВ/м и более, достигая при температуре + 45 °С значения 26,4 кВ/м.

Таким образом, для предотвращения вредного действия электрического поля на организм персонала, обслуживающего линии напряжением 500 кВ, необходимо, чтобы приведенное время пребывания персонала в зоне действия электрического поля не превышало 8 ч [1].

Это можно обеспечить путем подбора таких временных отрезков на календаре, когда на любом пролете работа не приведёт к превышению допустимого приведенного времени пребывания линейного персонала в зонах действия электрических полей промышленной частоты вдоль ВЛЭП 500 кВ.

Рассмотрим организацию работ на примере пролетов ВЛЭП 500кВ (рис.1) (подъем линии в гору при температурах + 45;33 и 27°С).

Приведенное время пребывания ( $T_{пр}$ ) персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью электрического поля промышленной частоты вычисляются согласно [1].

Результаты расчетов времени пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью электрического поля промышленной частоты приведены в (табл. 1).

Таблица 1.

Расчётное приведенное время пребывания линейного персонала в зонах действий ЭП ПЧ при  $t=+ 45;33$  и  $27^{\circ}\text{C}$

Рельеф местности	Время, час	Зоны действия ЭП ПЧ, кВ/м при $t=+ 45; 33$ и $27^{\circ}\text{C}$			
		5÷10	10÷15	15÷20	20÷25
Подъем линии в гору	$t_E$	0,4	1,04	1,5	0,4
	$T_{пр}$	37,63			
	$t_E$	0,4	0,05	0,05	0
	$T_{пр}$	7,69			
	$t_E$	0,2	0,067	0	0
	$T_{пр}$	3			

Из (табл. 1) видно, что при температуре окружающего воздуха, равной + 45°С, приведенное время пребывания линейного персонала в зонах действия электрического поля промышленной частоты превышает допустимых 8 ч. Тогда согласно (табл. 1) приведенное время пребывания линейного персонала в зонах действиях ЭП ПЧ при температурах окружающего воздуха, равных + 27°С и + 33°С, не превышает 8 ч. Однако при температуре окружающего воздуха + 27°С приведенное время пребывания линейного персонала в зонах действия данных полей относительно температуры + 33°С в среднем в 2,5 раза меньше.

Таким образом, с помощью расчетных карт распределения напряженности электрических полей промышленной частоты, можно организовать работу так, чтобы приведенное время не превышало 8 ч.

### Литература

- ГОСТ 12.1.002 – 84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. Взамен ГОСТ 12.1.002 – 75; введ. 1986 – 01 – 01 [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.
- Сидоров А.И. Руководящий документ как средство улучшения условия труда линейного персонала ОАХК «Барки Точик» [Текст]/ А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров // Электробезопасность. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 35 – 43.
- Сидоров А.И. Моделирование электрического поля промышленной частоты вдоль ВЛЭП 500 кВ в программе Ansys 13 с применением вычислительного кластера «СКИФ Аврора» [Текст]/ А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров, Б.В. Севастьянов, Р.О. Шадрин // Вестник Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. Серия «Управления вычислительной техники и информатики». – 2014. – №1(61). – С 122 – 123.
- Сидоров А.И. Построение карт распределения напряженности электрического поля вдоль ВЛЭП 500 кВ Республики Таджикистан [Текст]/ А.И. Сидоров, И.С. Краинская, С.Ш. Таваров // Вестник Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Серия «Энергетика». – 2014. – №1(25). – С. 56 – 59.
- Таваров С.Ш. О методике построения карты напряженности электрического поля вдоль ВЛЭП 500 кВ [Текст]/ С.Ш. Таваров// Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Выпуск 18. – №37(296). – С. 138–139.
- Сидоров А.И. Электромагнитные поля вблизи электроустановок сверхвысокого напряжения: монография / А.И. Сидоров, И.С. Краинская. – Челябинск: Изд-во: ЮУрГУ, 2008. – 204 с.

*ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет (национальный  
исследовательский университет)*

*Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими*

**A.I. Sidorov, S. Sh. Tavarov**

**OF USE PAYMENT CARDS INTENSITY OF THE ELECTRIC FIELD ALONG THE  
OVERHEAD TRANSMISSION LINE 500 kV LINE STAFF PROTECTION MAINTENANCE DATA  
LINES IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

The article deals with the application of payment cards distribution of the electric field built by the developed technique for organizing the work for the protection of line personnel from the harmful effects of electric fields of industrial frequency with the terrain of the Republic of Tajikistan.

**Keywords:** line staff, electric fields, maps tension power lines.

**А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров**

**ИСТИФОДАБАРИИ ХАРИТАИ ҲИСОБИ ШАДИДИЯТИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ  
ДАР САРОСАРИ ХИЭҲ-И ШИДДАТАШ 500 КВ БАРОИ ҲИМОЯИ ЯК ҚАТОР КОРГАРОН,  
ХАНГОМИ ХИЗМАТРАСОНИИ ХАТИ ИНТИҚОЛ ДАР ШАРОИТИ ҶУМӢУРИИ  
ТОҶИКИСТОН**

Дар мақола истифодаи ҳисоби харитаи тақсимои шадибияти майдон иэлектрикии сохташуда бо усули коркардашуда барои корҳои ташкилӣ оиди ҳимояи як қатор коргарон аз таъсири зарарноки майдони электрики басомадаш саноатӣ бо назардошти шароити ҷойгиршавии Ҷумҳурии Тоҷикистон дида мешавад.

**Вожаҳои калидӣ:** қатори коргарон; майдони электрикӣ, харитаи шиддатнокӣ, хати интиқоли энергия.

**Сведения об авторах**

**Сидоров Александр Иванович**—1948 г.р., доктор технических наук профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, автор более 370 научных работ, 5 монографий, 32 патентов. E-mail: [bgd-susu@mail.ru](mailto:bgd-susu@mail.ru).

**Таваров Саиджон Ширалиевич** – 1986 г.р., старший преподаватель кафедры «Электроснабжение» ТТУ им. акад. М.С. Осими, г. Душанбе, автор более 20 научных работ. E-mail: [tabarovsaid@mail.ru](mailto:tabarovsaid@mail.ru).

**Ш.Т.Дадабаев, В.Н.Ларионов**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ В  
ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ С ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКОЙ**

*В развитых странах переменные электродвигатели потребляют примерно 70% электроэнергии из всей вырабатываемой энергии. Эти машины надежны, просты, но они нерегулируемы. В первую очередь это относится к механизмам с вентиляторной нагрузкой. В настоящее время производительность этих механизмов регулируют клапанами или заслонками, что имеет значительные потери энергии. Для решения этой проблемы последние годы активно внедряются частотное регулирование электропривода, что дает до 25% экономии энергии.*

**Ключевые слова:** электродвигатели, электропривод, вентиляторная нагрузка, переходной режим, дросселирование, частотное регулирование, устройства плавного пуска, векторное управление.

Известно, что на промышленных предприятиях синхронные или асинхронные электродвигатели потребляют примерно 70% электроэнергии. Асинхронные машины надежны, дешевы и просты, но эти электроприводы нерегулируемы. В первую очередь это относится к механизмам с вентиляторной нагрузкой. В настоящее время производительность этих механизмов регулируют клапанами или заслонками. С экономической точки зрения эффективность этих методов очень низка.

Основной проблемой электродвигателей переменного тока являются переходные режимы, т.е. пуск и торможение электродвигателя. Это проблема особенно актуально для электроприводов с

нагрузкой вентиляторного типа, у которых значения пусковых токов могут в 5-7 раз превышать номинальные значения. Броски тока имеют ряд негативных воздействий, как увеличение механической нагрузки двигателя, нестабильность сети, износ и перегрев обмоток статора электродвигателя. Кроме того броски пусковых моментов негативно влияют на работу электроприводов и обычно приводят к поломкам электрических и механических частей электрооборудования.

Оптимальное решение этих проблем привел бы к значительной экономии финансовых и технических средств. Для решения вышеуказанных проблем на практике используют различные методы. Одним наиболее эффективным является частотно регулируемый электропривод, в котором есть возможность изменения скорости электродвигателя в больших диапазонах. Типичными примерами применения высоковольтного ЧРЭП могут служить насосы, компрессоры, вентиляторы и т.д. Недостатками данного метода являются высокая цена преобразователей частоты, сложность схемы.

Второй метод основан на использовании тиристорных регуляторов напряжения, которые обеспечивают плавный пуск, но не решает задачу регулирования скорости электродвигателя.

Для исследования колебаний токов и моментов на рисунке 1 приведена компьютерная модель пуска асинхронного двигателя. Графики переходных процессов протекающих при пуске приведены

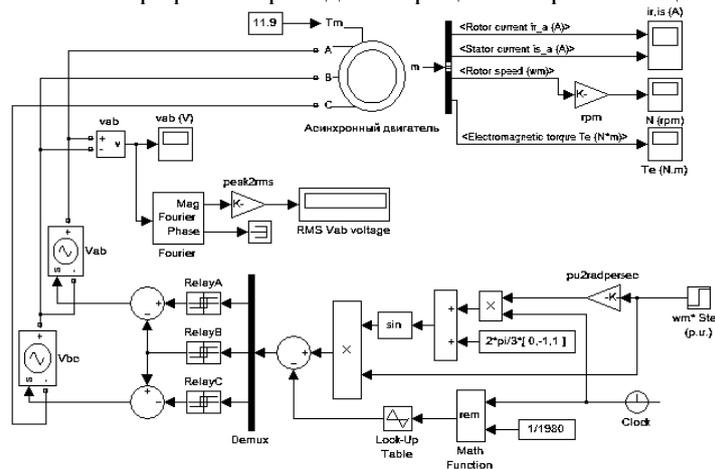


Рис. 1. Виртуальная модель пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в программе MATLAB

на рисунках 2 и 3. Данная модель создана на базе компьютерной программы пакета MATLAB. Как видно из рисунка 2 значения тока во время пуска критичны и создают поток вибраций в обмотках электрических машин

Результаты моделирования показаны ниже.

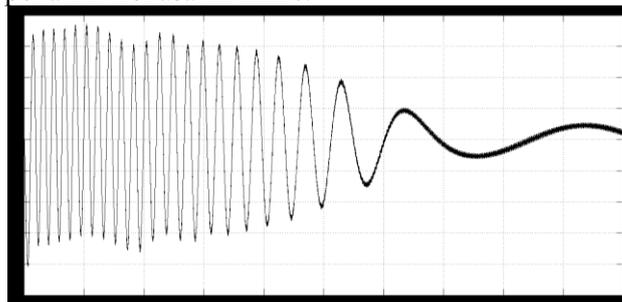


Рис. 2. Изменение тока ротора асинхронного двигателя.

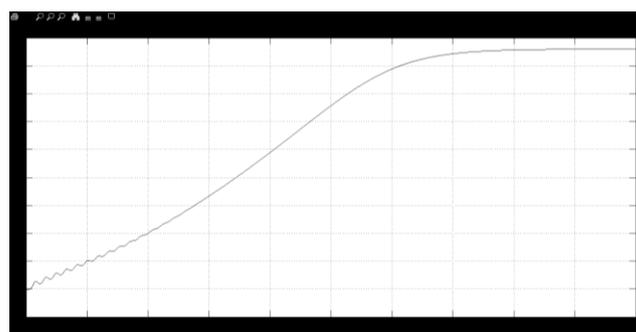


Рис. 3. Изменение скорости вращения ротора асинхронного двигателя.

Для решения данных проблем можно использовать частотные преобразователи. При частотном регулировании возможны принципиально два способа управления: векторный и скалярный. При векторном способе управления обобщенный вектор поля статора во всех установившихся и переходных режимах ориентируется в пространстве по положению вектора потока ротора. Такой способ управления часто используется для динамичных электроприводов, когда требуется быстрое изменение скорости двигателя и малая чувствительность к набросу, (сбросу) момента нагрузки.

Скалярный способ регулирования асинхронного двигателя не учитывает ориентацию потоков статора и ротора в пространстве, здесь поддерживается постоянное соотношение между амплитудой и частотой питающего напряжения  $u/f = const$  [1, 2]. Двигатель при этом работает с постоянной для данной частоты скоростью вращения и электромагнитным моментом [3]. Ниже на рисунке 5 показана модель векторного управления асинхронного двигателя с частотным преобразователем в основе инвертора тока. Результаты моделирования приведены на рисунках 6 и 7.

Альтернативный способ управления к частотному способу является применения устройства плавного пуска (УПП). Принцип работы УПП основан на управление задержки времени открытия тиристора и тем самым изменение напряжения питания электродвигателя. Изменение напряжения питания статора двигателя приводит к уменьшению момента и пускового тока двигателя. Устройство плавного пуска имеет следующие основные функции и возможности, как управляемый темп разгона и замедления, управляемое ограничение тока (обычно до  $3 - 4,5 I_{ном}$ ), управления пусковым моментом, тепловая защита электродвигателя и т.д.

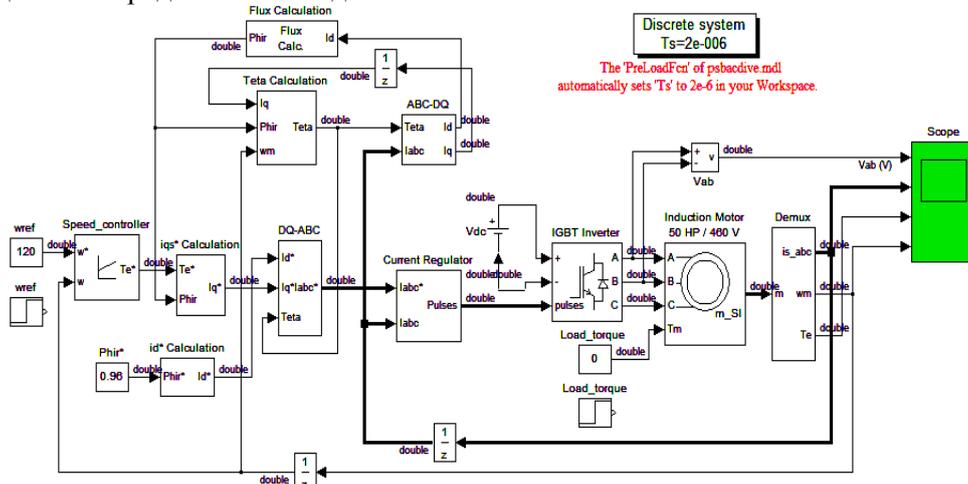


Рис. 5. Модель пуска асинхронного двигателя с частотным управлением

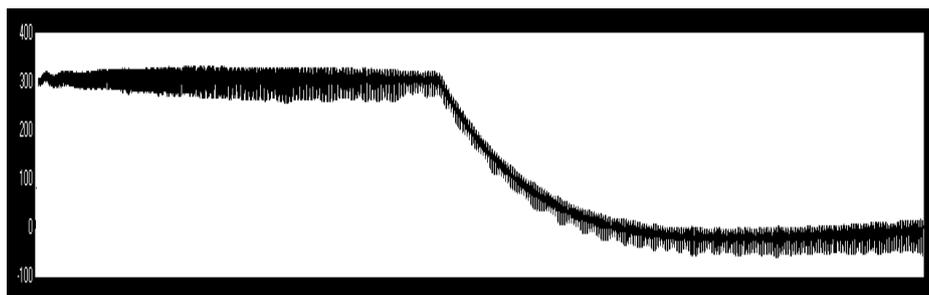


Рис. 6. Изменение электромагнитного момента асинхронного двигателя.

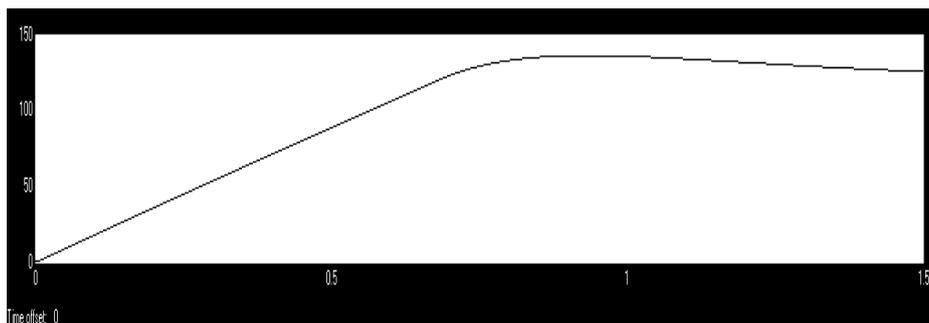


Рис. 7. Изменение скорости вращения ротора асинхронного двигателя.

Анализ способов управления высоковольтных электродвигателей переменного тока показал, что использование регулируемых электроприводов имеет ряд преимуществ и весьма эффективны по сравнению с традиционными способами управления электроприводами переменного тока. Предполагаемая величина экономии электроэнергии при использовании ЧРЭП составляет около от 15 до 25%, а также за счет плавных пусков электродвигателя увеличится технический ресурс оборудования.

#### Литература

1. А. М. Вейнгер. Регулируемые электроприводы переменного тока. Конспект вводных лекций. – Москва: 2009. – 104 с.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод/Под ред. И.Я. Браславского. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с., ил.
3. Горюнов А.Н. Исследование эффективности применения регулируемого электропривода насосных агрегатов первого подъема: Диссертация. – М.: 2013.
4. К.Н. Лебедев С.А. Бузун Адаптивные софтстартеры для погружных электронасосных агрегатов: Монография. – Зерноград: Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, 2012. – 96 с.
5. Л.П. Петров, О.А. Андриященко, В.И. Капинос. Тиристорные преобразователи напряжения для асинхронного электропривода /Под ред. Л.П. Петров – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.

**Политехнический Институт Таджикского Технического университета имени академика М. С. Осими в городе Худжанде.**

**Ш.Т.Дадабаев, В.Н.Ларионов**

#### **ТАТҚИҚОТ ОИД БА ИСТИФОДАБАРИИ РОҶҶОИ ИДОРАКУНИИ САРФАҚҶҶЁНА ДАР ҲАРАКАТОВАРҶОИ ЭЛЕКТРИКИИ БОРАШОН ВЕНТИЛЯТОРӢ**

Дар давлатҳои рушдифта муҳаррикҳои тағйирёбанда тақрибан 70% нерӯи барқи истеҳсолшавандаро истеъмол мекунанд. Ин мошинҳо эътимоднок ва соҳти одди дошта, вале ғайри танзимшаванда мебошанд. Асосан ин ба механизмҳои борашон вентиляторӣ дахл дорад. Ҳозир маҳсулнокии чунин механизмҳо бо воситаи клапанҳо танзим карда мешавад, ки талафи назаррас дорад. Барои ҳалли ин масъала солҳои охир ҳаракатоварҳои электрикии бо басомад танзимшаванда ворид карда мешавад, ки бо воситаи онҳо то 25% сарфаи нерӯи барқ ба даст овардан мумкин аст.

**Вожаҳои калидӣ:** муҳаррикҳои электрикӣ, ҳаракатовари электрӣ, бори вентиляторӣ, речаи гузариш, дросселеронӣ, танзимкунии басомадӣ, таҷхизоти ҳамвор бакорандоз, идоракунии векторӣ.

**Sh.T.Dadabaev, V.N.Larionov**

#### **RESEARCH USE OF ENERGY EFFICIENT WAY TO CONTROL IN THE DRIVE FAN-LOAD**

In the developed countries variable electric motors consume approximately 70 % of the electric power. These machines are reliable, simple but they are no controllable. First of all it concerns to mechanisms with fan loading. Now productivity of these mechanisms adjusts valves or shields, which have significant losses of energy. For the decision of this problem last years actively take root frequency regulation electric drives that may give up to 25 % economy of energy.

**Key words:** electric motors, electric drive, fan load, transition mode, throttle, frequency regulation, soft starters, vector control.

#### **Сведения об авторах**

**Дадабаев Ш.Т.** родился 19-го октября 1987 года в семье рабочих. В 1994 году вступил общеобразовательную среднюю школу, в 2005 году закончил школу и поступил ХФТТУ имени академика М.С. Осими. Данное время ассистент кафедры «Электроснабжения и автоматика» ПИТТУ имени академика М.С. Осими в городе Худжанде.

**Ларионов В.Н.** родился 1939 году, кандидат технических наук, профессор кафедры систем автоматического управления электроприводами, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия. Окончил среднюю общеобразовательную школу в 1956 г. В 1958 г. поступил в МЭИ. В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию. С 2002 г. работает в должности профессора.

Ю.А. Секретарев, Ш.М. Султонов, А.Д. Мехтиев

## ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ МЕЖДУ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ТАДЖИКИСТАНА

*В работе предлагаются решения задачи наивыгоднейшего распределения нагрузки между гидроэлектростанциями энергосистемы Таджикистана, по критерию минимума расхода воды на основе применения оптимизационных методов. Показано применение метода неопределенных множителей Лагранжа.*

**Ключевые слова:** энергосистема, гидроэлектростанция, оптимизация режимов, метод Лагранжа, относительный прирост, расход воды, выработка электроэнергии.

По потенциальным запасам гидроресурсов Таджикистан занимает восьмое место в мире после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады, его гидроэнергетические запасы оцениваются в 527 млрд. кВт·час в год, из которых пока реализованы лишь 5% [1]. Среднегодовое производство электроэнергии в энергосистеме Таджикистана, состоящей в основном из гидроэлектростанций составляет 17 млрд. кВт·ч. Следует отметить, что более 98% электроэнергии, вырабатываемой в Таджикистане, получают на гидроэлектростанциях. Структура запасов энергоресурсов на сегодняшний день показывает, что у Таджикистана нет другой альтернативы в энергетике, кроме как использование гидроресурсов [2]. Вырабатываемая на ГЭС электроэнергия имеет сезонный характер и зависит от стока воды в реках и погодных условий в стране. В зимнем периоде в стране ощущается нехватка электроэнергии, в связи с изолированной работой системы и погодными условиями, которые влияют на выработку и потребление электроэнергии. Отсутствие связей с энергосистемами соседних стран и резкое уменьшение внутреннего спроса в летний период вынуждает систему работать с избыточным резервом мощности. Зимний дефицит электроэнергии вынуждает энергосистему вводить официальные ограничения на поставку электроэнергии. Существующий дефицит мощности и энергии в энергосистеме Таджикистана заставляет задуматься о путях его снижения. Иначе говоря, необходимо найти пути повышения выработки электроэнергии и эффективно использовать гидроресурсы.

Одним из путей решения проблемы дефицита электроэнергии является оптимальное использование воды на водохранилищах ГЭС для выработки электроэнергии. При рациональном управлении водохранилищами можно получить на ГЭС дополнительную выработку электроэнергии 5% и больше [3]. Электроэнергетическая система Таджикистана возможна очень редкая в своем роде система, состоящая только из гидравлических электростанций, и оптимальный режим работы энергосистемы определяется режимами совместной работы этих ГЭС, притом практически в каскаде. Оптимизация режимов такого типа энергосистемы, которая состоит только из гидроэлектростанций, сложная. Это связано с ограниченностью расхода воды на ГЭС. На сегодняшний день в республике не используются никакие методы оптимизации и программы для оптимизации режимов энергосистемы, используя которые можно минимизировать расходы воды и увеличивать выработку электроэнергии на ГЭС. Одной из задач, которую необходимо решить для оптимального режима работы станций в энергосистеме Таджикистана, является оптимальное распределение нагрузки между гидроэлектростанциями энергосистемы, соответствующее минимуму суммарного расхода воды, с учетом потерь активной мощности в сетях. Для решения задачи оптимального распределения нагрузки между станциями можно использовать различные методы оптимизации [3]. В данной работе предлагается решение задачи методом неопределенных множителей Лагранжа.

Этот метод позволяет отыскать условный (относительный) экстремум непрерывной функции, являющейся максимумом или минимумом при выполнении дополнительных условий в форме равенств (уравнение связи). Задача заключается в применении метода Лагранжа к определению оптимальных режимов станций, в частности к нахождению оптимального распределения нагрузки между станциями [4]. Допустим, что в энергосистеме работает  $j$  гидроэлектростанций ( $j=1,2,..n$ ). Каждая ГЭС за период  $T$  может израсходовать определенное количество воды. Задача заключается в том, чтобы в каждом расчетном интервале всего периода  $T$  получить наивыгоднейшее распределение нагрузки между станциями [5].

Математическая модель:

$$1. \text{Целевая Функция: } Q = \sum_{t=k}^{t=k} Q_t \Delta \tau_t \Rightarrow \min \quad (1)$$

$t=1, 2, \dots, k$  – интервал времени, продолжительностью  $\Delta\tau_t$ ,

2. Уравнения связи – расходная характеристика каждой ГЭС- $Q_i(P_i)$ ,

3. Уравнение ограничений. а) Для каждого расчетного интервала имеется балансовое уравнение мощности (к-уравнений)

$$W_{Pt} = P_{nt} + \Delta P_{\Sigma t} - \sum_i P_{it} = 0 \quad (2)$$

б) Для каждой ГЭС задаются ограничения по стоку ( $i$ -уравнений)

$$W_i = W_{Qi} - \sum_{t=1}^{t=k} Q_{it} \cdot \Delta\tau_t = 0 \quad (3)$$

где,  $W_{Qi}$  – заданные ограничения стока,  $Q_{it}$  – расход воды ГЭС

Критерием оптимального распределения нагрузки между станциями энергосистемы является равенство относительных приростов станций:

$$\frac{q_1}{1-\sigma_1} = \frac{q_2}{1-\sigma_2} = \dots = \frac{q_i}{1-\sigma_i} = idem \quad (4)$$

где,  $q_i = \frac{\partial Q_i}{\partial P_i}$  – относительный прирост расхода воды,

$\sigma_i = \frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial P_i}$  – относительный прирост потерь активной мощности в электрических сетях.

Функция Лагранжа имеет вид:

$$\Phi = \sum_{t=1}^{t=k} Q_t + \sum_{t=1}^{t=k} \lambda_t W_{Pt} + \sum_i \lambda_i W_i \Rightarrow \min \quad (5)$$

В работе рассматриваются режимы гидроэлектростанций большой и средней мощностей: Нурекская, Байпазинская, Сангтудинская-1, Сангтудинская-2, Головная и Кайракумская. Остальные ГЭС, имеющие малую мощность, учитываются в балансе энергий как базовая составляющая.

При решении задачи оптимального режима энергосистемы методом Лагранжа основная сложность заключается в построении характеристик относительных приростов (ХОП) для каждой ГЭС. ХОП станции являются основным исходным материалом для определения оптимального режима работы системы. Способы построения ХОП для ГЭС более подробно рассмотрены в работах [6,7].

Характеристика относительного прироста одного агрегата Нурекской ГЭС показана на рисунке 1.

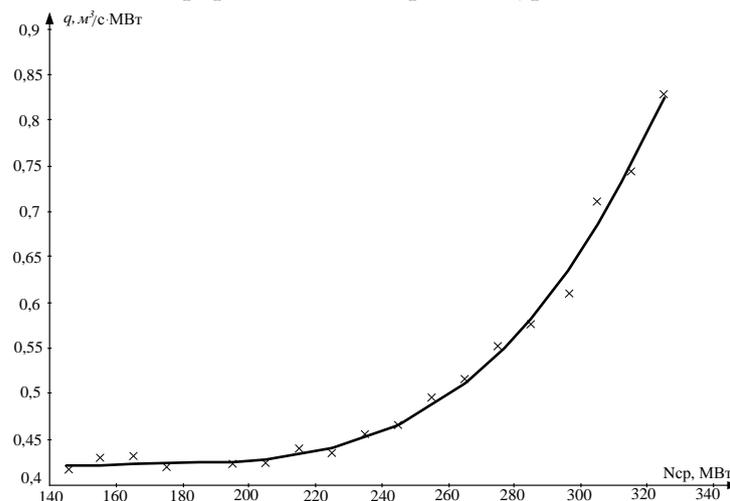


Рис.1. Характеристика относительного прироста одного агрегата Нурекской ГЭС

Для построения ХОП станции в целом необходимо умножить мощность агрегатов на их количества  $N_{ГЭС} = n \cdot N_{ГА}$ , а относительные приросты остаются постоянными  $q_{ГЭС} = q_{ГА}$  [6].

Порядок построения ХОП для Нурекской ГЭС приведен в [8]. ХОП для Нурекской ГЭС показаны на рисунке 2.

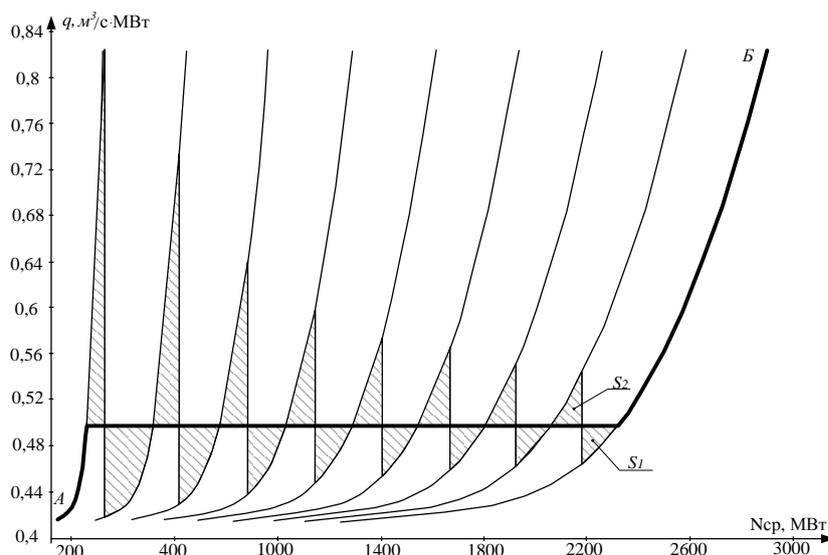


Рис.2. Характеристики относительного прироста Нурекской ГЭС

Кривая А–Б является результирующей характеристикой относительного прироста для Нурекской ГЭС. Характеристику относительного прироста станции можно аппроксимировать в виде полинома. В таблице 1 показаны ХОП всех ГЭС в виде полинома при постоянном значении напора. По таблице видно, что наименьший относительный прирост имеет Нурекская ГЭС, т.е. Нурекская ГЭС будет загружаться в первую очередь.

Таблица 1.

Относительные приросты станций в виде полинома

Станции	$P_{iMAX}$ МВт	$q_{min}$ - $q_{max}$ м³/(М Вт·с)	Уравнение относительного прироста
Нурекская	3000	0.41-0.6	$q_1 = 2.59 \cdot 10^{-8} \cdot P_1^2 - 3.01 \cdot 10^{-5} \cdot P_1 + 0.421$
Байпазинская	600	1.65-3.1	$q_2 = 7.204 \cdot 10^{-6} \cdot P_2^2 - 3.5 \cdot 10^{-4} \cdot P_2 + 2.036$
Сангтудинская-1	670	1.5-2.88	$q_3 = 5.517 \cdot 10^{-6} \cdot P_3^2 - 2.578 \cdot 10^{-4} \cdot P_3 + 1.77$
Сангтудинская-2	220	5-7.5	$q_4 = 1.449 \cdot 10^{-4} \cdot P_4^2 - 2.83 \cdot 10^{-3} \cdot P_4 + 6.133$
Головная	240	3.88-4.28	$q_5 = 7.811 \cdot 10^{-6} \cdot P_5^2 - 1.9776 \cdot 10^{-4} \cdot P_5 + 3.89$
Кайракумская	126	3.9-4.3	$q_6 = 4.67 \cdot 10^{-5} \cdot P_6^2 - 4.111 \cdot 10^{-4} \cdot P_6 + 3.968$

Дифференцируя функцию Лагранжа (5) по переменным  $P_1, P_2, \dots, P_6$ , получим систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial P_1} = \frac{\partial Q_1}{\partial P_1} + \lambda \left( 1 - \frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial P_1} \right) = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial P_2} = \frac{\partial Q_2}{\partial P_2} + \lambda \left( 1 - \frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial P_2} \right) = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \frac{\partial Q_i}{\partial P_i} + \lambda \left( 1 - \frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial P_i} \right) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решая систему уравнений (6), можно получить оптимальное распределение нагрузки между гидроэлектростанциями энергосистемы Таджикистана по критерию минимума расхода воды с учетом потерь активной мощности системы.

**Выводы**

Таким образом, используя метод неопределенных множителей Лагранжа для оптимизации режимов работы ГЭС энергосистемы Таджикистана, можно решить вопрос снижения дефицита электро-

энергии в стране путем повышения выработки электроэнергии в энергосистеме. Характеристики относительных приростов, построенные для Нурекской, Байпазинской, Сангтудинской-1, Сангтудинской-2, Головной и Кайрокумской ГЭС, являются основными исходными данными при использовании метода Лагранжа для оптимизации режимов энергосистемы Таджикистана. Работа является актуальной для Таджикистана. Внедрение этого метода в энергосистеме Таджикистана является своевременным и поможет решить ряд проблем, которые до сих пор ни нашли своё решение при управлении энергосистемой.

#### Литература

1. «Водно-энергетические ресурсы Центральной Азии: проблемы использования и освоения», Евразийский Банк Развития, Отраслевой обзор, 2008
2. Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов. Комплексное использование водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии. Современное состояние, проблемы и пути решения. – Душанбе: Дониш, 2011. – 234 с
3. Крумм Л.А. Методы оптимизации при управлении электроэнергетическими системами. - Новосибирск: Наука, 1981 - 268 с.
4. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учебник / Т. А. Филиппова, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина; Новосибир. Гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 356 с.
5. Гидроэнергетика: учебное пособие / Т.А. Филиппова, М.Ш. Мисриханов, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина. – 2-е изд., перераб. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012.-620с.
6. Выбор параметров ГЭС: учебно-методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию гидротехнических объектов / сост. А.Ю. Александровский, Е.Ю. Затева, Б.И. Силаев.- Саяногорск: СНФ КГТУ, 2005.-176с
7. Горнштейн В.М. Наивыгоднейшие режимы работы гидростанций в энергетических системах. - М.: Госэнергоиздат, 1959 - 248 с.
8. Гидроэлектростанции в XXI веке : сборник материалов Всероссийской науч. под. ред. С.А. Подлесного, В.В. Луфренко. – Саяногорск; Черёмушки: Сибирский федеральный университет; Саяно-Шушенский филиал, 2014. – 328 с.

#### *Новосибирский Государственный технический Университет*

**J.A. Sekretarev, Sh.M. Sultonov, A.D. Mekhtiev**

#### **APPLICATION OF OPTIMIZATION METHODS FOR OPTIMAL DISTRIBUTION OF ACTIVE POWER BETWEEN HYDROELECTRIC POWER PLANTS OF THE ENERGY SYSTEM OF TAJIKISTAN**

The paper proposes a solution of the problem of optimal distribution of active power between hydroelectric power plants of the energy system of Tajikistan, on the criterion of minimum water flow by applying optimization methods. The paper reveals the application of the method of Lagrange multipliers.

**Keywords:** power system, hydroelectric power, optimization modes, Lagrange method, the relative increase, water consumption, electricity generation.

**Ю.А. Секретарев, Ш.М. Султонов, А.Д. Мехтиев**

#### **ИСТИФОДАБАРИИ УСУЛҲОИ ОПТИМИЗАТСИОНӢ БАРОИ ТАҚСИМОТИ ОПТИМАЛИИ БОРИ ЭЛЕКТРИКӢ БАӢНИ НЕРӢГОҲҲОИ БАРҚӢ ОБИИ СИСТЕМАИ ЭНЕРГЕТИКИИ ТОҶИКИСТОН**

Ҳалли масъалаи тақсимшавии оптималии бори электрикӣ баӢни НБО-и системаи энергетикаи Тоҷикистон, аз рӯи меъёри минимуми сарфаи об, бо истифидаи бурдани усулҳои оптимизатсионӣ нишон дода шудааст. Инчунин истофодабарии усули зарбкунандаҳои номуайяни Лагранж нишон дода шудааст.

#### **Сведения об авторах**

**Секретарев Юрий Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, кафедра «Системы электроснабжения предприятий», Новосибирский государственный технический университет, автор более 70 научных работ и 5 монографий, e-mail: Sekretarev@mail.ru.

**Султонов Шерхон Муртазокулович** – аспирант кафедры «Системы электроснабжения предприятий», НГТУ, e-mail: Lion\_1001@mail.ru.

**Мехтиев Али Джаванширович** – заведующий кафедрой ТТС, Карагандинского государственного технического университета, кандидат технических наук, доцент, e-mail: Barton.kz@mail.ru.

**С.Расулов, Анушаи Мирзо**

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОГОРНЫХ РАЙОНОВ ГОРНО-БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ**

В данной статье рассматриваются характерные энергетические и экономические особенности высокогорных районов Горно-Бадахшанской Автономной Области, которые необходимо учитывать при разработке Техничко-экономического обоснования энергетических проектов. На основе проделанного анализа даются рекомендации повышения эффективности развития малой гидроэнергетики не только в горных районах, но и по всей республике.

**Ключевые слова:** экстремальные климатические условия, высокогорные районы, энергетические особенности, малые ГЭС, технико-экономическое обоснование.

Общеизвестно, что высокогорье это, во-первых, высокое поднятие земной поверхности, когда возникает определенная вертикальная зональность, несвойственная равнине, во-вторых, сложная ортография горных хребтов и массивов, с экстремальными климатическими условиями, которые в целом определяют экономические особенности деятельности человека на данную территорию. Поэтому по признаку зональности при проектировании, исследовании и планировании развития края Горно-Бадахшанскую Автономную Область (ГБАО) условно разделяют на Западный и Восточный Памир, т.е. на долинные и высокогорные районы. Эти условные экономические деления возникли давно, в 50-тые годы, в период плановой централизованной экономики социалистического общества. К примеру, для повышения материальной заинтересованности рабочих и служащих при работе в высокогорных районах в 1959 г. были введены коэффициенты к заработной плате в зависимости от высоты местности в следующих размерах: на высоте 1500-2000 м над уровнем моря до 1,15; 2000-3000 м 1,30 и свыше 3000 м до 1,40. Т.е. таким образом, были обозначены границы высокогорных районов страны. Они применялись на всей территории Советского Союза, в том числе в высокогорных районах Таджикистана, главным образом в большинстве высокогорных местах ГБАО.

По размеру площади, высокогорные районы Памира составляют более 30% территории ГБАО, куда входят Мургабский район полностью (26%) и верховья Рушанского, Шугнанского, Рошткалинского и Ишкашимского районов (4%), где проживают около 15% населения края. На один кв. км территории приходится 0.4 человека. Расстояние между сельскими населенными пунктами, где сосредоточены в среднем 40-60 хозяйств, иногда доходит до 120 и более километров [1,2].

Сегодня можно с уверенностью констатировать тот факт, что на данной территории практически отсутствует какое-либо материальное производство, даже примитивное, кроме разведения малоэффективного мелкого домашнего животноводства. Все, что необходимо для повседневной жизни человека в этих местах: продукты питания и другие товары домашнего обихода, полностью завозятся извне региона. Суровые климатические условия не позволяют в настоящее время заниматься там земледелием. Овцеводство в условиях высокогорного Памира также имеет свои отрицательные стороны из-за отсутствия хорошо приспособленных пород домашних овец. Единственное и наиболее рентабельное занятие в этих районах является разведение яков, животные которые хорошо приспособлены к экстремальным условиям высокогорья Памира. Однако поголовье этих редких и ценных животных за последние 20 лет резко снизилось (Рис.1.).

Основная причина спада – это отсутствие кормовой базы. Быстрыми темпами, из-за активного воздействия человека на природу сужается площадь главного кормового ресурса для существования яков и местной экосистемы, это дикорастущий кустарник «телескен», который используется населением как один из видов топлива для пищеприготовления и отопления жилых помещений.

В социально-экономическом плане высокогорные районы Памира в настоящем времени никак не развиваются. В предыдущем общественном строе к ним относились благосклонно, строили школы, больницы, дороги и другие инфраструктуры для обслуживания населения, проживающие в этих труднодоступных местах республики. Население получало постоянный доступ к недорогому электричеству и другим привозным энергоносителям. Это в особенности выявилось после смены общественного

строю, впервые в годы независимости страны, когда жители этих регионов, оказались одни, без поддержки государства, из-за неспособности работать на себя, многие выбрали более лёгкий путь – торговлю.

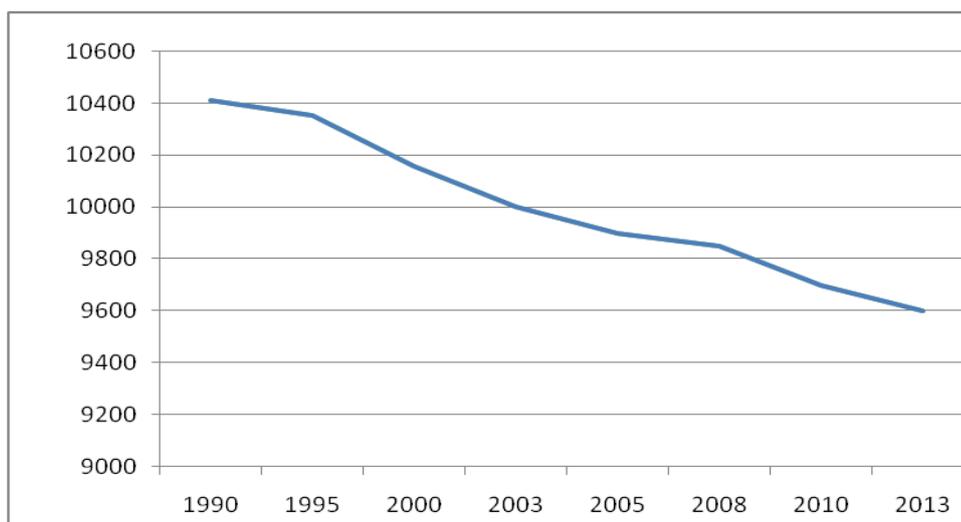


Рис. 1. Динамика спада поголовья яков за 1990-2013гг.

Источник: Обзор развития пастбищ и животноводства таджикской части PALM. Бишкек –Душанбе, 2011г.56с.

По нашему убеждению, главное препятствие развитию ГБАО и в особенности высокогорных районов является, прежде всего, в укоренившемся менталитете, в традиционном пренебрежительном отношении к ним. В отечественной экономической и географической науке вопросам регионального развития горных территорий не уделялось достаточное внимание и в настоящее время существует явный пробел как в теоретических, так и в прикладных аспектах изучения горных территорий [3]. Еще во времена Советского правления обществом им дали название "неперспективные регионы".

С давних времен было известно, что высокогорные районы Памира богаты полезными ископаемыми, что также является отличительной чертой экономики последнего. К сожалению, при наличии крупных месторождений регионального масштаба, как железо, бор, медь, вольфрам, золото, драгоценные камни и др., при наличии рядом дешевых, притом крупных гидроэнергетических ресурсов [1,2], регион славится нищетой и безработицей в своем экономическом развитии.

Другая немаловажная экономическая особенность высокогорных районов Памира заключается в том, что они практически не изучены и не исследованы, как неперспективные регионы Таджикистана. Существующие научные работы и исследования, выполненные в прошлом веке [4,5] и в годы независимости [6,7,8] по проблемам экономики ГБАО носили характер концептуального суждения и в основном преследовали глобальные цели и задачи, поставленные в рамках развития и размещения производительных сил республик Средней Азии. Основные темы исследования были в основном посвящены проблемам комплексного использования водных ресурсов и геологическим разведкам природных запасов горных регионов Таджикистана. Что касается научных статей, подготовленных за последние годы, то они не располагают предметно адресным характером, а авторы преследуют цель приспособить старые научные проблемы и задачи давно ушедшего периода к настоящим реалиям экономики республики.

При планировании, проектировании и управлении развития отраслей экономики любого региона, в том числе высокогорных районов наряду с учетом экономических особенностей необходимо учитывать энергетические особенности района исследования.

Высокогорные районы Памира имеют свои характерные энергетические особенности, которые отличаются от равнинных и долинных местностей. Они не похожи даже на те же высокогорные районы в других регионах Таджикистана. Основная и главная особенность этой территории заключается в том, что они одарены большими возобновляемыми энергетическими ресурсами, такими как гидроэнергетические, солнечные, ветровые и термальные источники энергии. Безусловно, они могут служить важнейшим рычагом для экономического роста локального, а также долинных частей Восточного Памира, которые в настоящее время испытывают большой дефицит электроэнергии. Сегодня практически все возобновляемые как традиционные, так и нетрадиционные ресурсы остаются нетронутыми.

ми, за исключением использования малых водотоков путем строительства микро-гидроэлектростанций (микро-ГЭС) малой мощности, которые обеспечивают только осветительные и низконагрузочные потребности населения.

Малочисленные населенные пункты, расчлененные по обширной территории высокогорных районов Памира, где имеются ограниченные экономические возможности хозяйственной деятельности как частного, так и государственного сектора экономики, за исключением районного центра Мургаба, где работают мелкие коммерческие фирмы (в основном торговые пункты), создают большие трудности при решении энергетических задач. Энергетические особенности высокогорных районов Памира заключаются в следующем:

➤ Отдаленность потребителей от центральной электроэнергетической системы ГБАО. В современных условиях развития экономики Республики Таджикистан, при катастрофических нехватках собственных свободных бюджетных средств на развитие сельской энергетической электрификации невозможно создать систему централизованного электроснабжения потребителей путем строительства достаточно протяженных высоковольтных линий электропередач.

Например, очевидно, что с экономической точки зрения отсутствуют целесообразность передачи небольшой мощности (4-5 мВт в зимнее время и 1-2 мВт летом) от центральной электроэнергетической системы ГБАО в местные электрические сети Мургабского района на расстояние около 300 км, которые функционируют только в пределах районного центра Мургаба. Достаточно отметить, что удельная стоимость строительства одного километра линии 110 кВ в условиях высокогорных районов Памира составляет около 250 000 долларов США без строительства понизительной электрической подстанции 110 кВ, когда удельная стоимость строительства одного кВт мощности малой ГЭС мощностью 4 мВт в таких условиях составляет максимум 4000 долларов США [10].

Таким образом, при решении проблемы электроснабжения населенных пунктов высокогорных районов при подготовке Технического задания на разработку Технико-Экономического Обоснования (ТЭО) строительства генерирующих мощностей необходимо согласовывать с перспективной службой Национальной Энергетической Системы все технически возможные варианты централизации и децентрализации источников электроэнергии. На последующем этапе планирования при увеличении генерирующих мощностей необходимо искать возможности перехода на централизованный вариант электроснабжения. Для этого разработка ТЭО, независимо от вида источника энергии, должна осуществляться в рамках Генеральной схемы развития электроэнергетической системы региона, края или страны. К сожалению, мы даем разрешение на строительство электрических станций и электрических сетей без разрешения технических и экономических требований энергосистемы. У нас до сих пор не разработана Генеральная схема развития электроэнергетики сельских районов страны.

➤ К другой немаловажной энергетической особенности относится дисбаланс мощности и энергии внутри самих децентрализованных зон в пределах высокогорных районов. Когда образуется излишек производства электроэнергии в одних местах и нехватка ее в других точках местных электрических сетях. В таких случаях эффективность строительства линий электропередачи становится очевидной. Кроме того, при усилении принципа централизации в децентрализованных зонах электроснабжения, увеличивается возможность другого принципа энергетического производства – концентрации мощности на электрических станциях при расчете установленной мощности и числа агрегатов последних на стадии разработки Технико-экономического обоснования источника.

Изучение и исследование экономических и энергетических особенностей высокогорных районов Памира, рассмотренных в рамках данной статьи, показывают, что технически будет правильно и экономически целесообразно ввести изменения в порядок и последовательность проведения процесса проектирования энергетических объектов в отдаленных высокогорных районах Памира. В настоящее время существует определенный практически официальный порядок в организации процесса проектирования энергетических источников электроэнергии. Государственные заказы с использованием государственных средств согласно заранее принятой государственной долгосрочной инвестиционной программе и Программе развития энергетики страны на определенный период поручаются Министерству энергетики и водных ресурсов Таджикистана для разработки и подготовки предложения по целесообразности строительства данных объектов с целью получения одобрений от Правительства Таджикистана. Когда проект (заказ) является относительно большим по мощности и объему инвестиций, он направляется на выполнение первой стадии проектирования- для разработки Предварительного технико-экономического обоснования энергетического объекта. Однако, если объект небольшой по своим технико-экономическим параметрам, например строительство Малых ГЭС мощностью 1.5 мВт и ниже, все стадии проектирования сокращаются до одного этапа и приступают сразу к реализации заказа параллельно с подготовкой проектных документаций. Что касается частных и иностранных инвести-

ций, в этом случае порядок сохраняется, только Предварительные и Окончательные технико-экономические обоснования выполняет собственник капитала. Как правило, для проектов небольших мощностей стадия предварительного изучения объекта также не выполняется и оценку их на предмет эффективности производства электроэнергии также считают нецелесообразной, исходя из позиции, что капиталовложения являются частными. Этот механизм реализации проектов существует и действует в практике развития энергетической отрасли Таджикистана уже более 10 лет. Таким образом, для повышения эффективности развития малой гидроэнергетики в республике требуется:

Во-первых, разработать на государственном уровне Генеральную схему развития электроэнергетики для всех сельских регионов Таджикистана в отдельности, где могли быть исследованы и изучены местные энергетические особенности, которые достаточно сильно отличаются друг от друга.

Во-вторых, при отсутствии таких основополагающих документов, необходимо на этапе одобрения проектов, ввести в обязательном порядке в процесс проектирования начальную стадию «Предварительное технико-экономическое обоснование источника энергии», где должны будут исследованы наряду с энергетическими особенностями района проектирования также проблемы экономической эффективности строительства источника с позиции создания и требования местной электроэнергетической системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Раскрытие потенциала развития Памира. Отчет о семинаре «Коллективное планирование инвестиционных проектов в аграрном секторе». ФАО 2010 г. 59с.
2. Таджикский Памир. Проблемы устойчивого развития изолированного горного региона. Центр по развитию и окружающей среде (CDE), Бернский Университет, 2004г. 88с.
3. Ю.П. Баденков. Горные территории в контексте устойчивого развития. Три модели развития. Институт географии РАН, 11с.
4. Мухаббатов Х.М., Хоналиев Н.Х. Памир. Ресурсный потенциал и перспективы развития экономики, Душанбе, 2005г.
5. Хоналиев Н.Х. Производительные силы Памира и проблема их использования. Хорог. 1993г.
6. Наврузшоев А. Землепользование и деградация земель. Материалы стратегического семинара по устойчивому развитию Таджикского Памира. Хорог. 2002г.
7. Собирова К.Д. Вклад Фонда Ага Хана в восстановление экономики и социально-культурных проблем ГБАО Республики Таджикистан. 2003г. 146с.
8. Бахромов З.М. Социально - экономическая и культурная жизнь ГБАО Республики Таджикистан в годы независимости. Автореферат 2009г. 23с.
9. Комплексная программа научно-технического прогресса Таджикской ССР на 1986-2005гг.
10. Rehabilitation of the Ak-Suu Mini Hydropower Plant. Summary Report, 2011г. 21с.

**Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими**

**С.Расулов, Анушаи Мирзо**

#### ХУСУСИЯТҲОИ ИҚТИСОДӢ ВА ЭНЕРГЕТИКИИ НОҲИЯҲОИ КӢҲИИ ВИЛОЯТИ МУХТОРИ КӢҲИСТОНИ БАДАХШОН

Дар мақолаи зерин хусусиятҳои ҳоси энергетикӣ ва иқтисодии ноҳияҳои кӯҳии Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон, ки ҳангоми коркарди асоси техникӣ-иқтисодии лоиҳаҳои энергетикӣ ба назар гирифтани муҳим аст, дида баромада шудаанд. Дар асоси таҳлил пешниҳодҳои оиди баланд бардоштани самаранокии рушди гидроэнергетикаи хурд на танҳо дар ноҳияҳои кӯҳӣ, балки дар сатҳи ҷумҳурият тавсия дода мешаванд.

**Вожаҳои калидӣ:** шароитҳои экстремалии иқлимӣ, ноҳияҳои баландкӯҳ, НБО-ҳои хурд, асоси техникӣ-иқтисодӣ.

**S.Rasulov, Anushai Mirzo**

#### ECONOMIC AND ENERGY FEATURES OF GORNO-BADAKHSHAN AUTONOMOUS OBLAST HIGHLANDS

This article discusses the characteristic energy and economic features of mountainous areas of Gorno-Badakhshan Autonomous Region, which must be considered in the development of the Feasibility Study en-

ergy projects. On the basis of this analysis recommendations are improving the efficiency of small hydropower development not only in mountain areas, but also throughout the country.

**Keywords:** extreme climatic conditions, high mountain areas, energy features, small hydro plants, feasibility study.

**Сведения об авторах**

**Расулов Сабур** – кандидат экономических наук, главный консультант по энергетическим вопросам АКФЕД, E-mail: [sabur.rasulov@mail.ru](mailto:sabur.rasulov@mail.ru);

**Анушаи Мирзо** – аспирант, старший преподаватель кафедры «Экономика и управление производством» Таджикского технического университета, E-mail: [anushaimirzo@gmail.com](mailto:anushaimirzo@gmail.com).

С.С.Раджабалиев, И.Н.Ганиев, И.Т.Амонов, А.Э.Бердиев

**КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА Al+2.18%Fe,  
МОДИФИЦИРОВАННОГО СВИНЦОМ И ВИСМУТОМ,  
В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ**

*Методом термогравиметрии исследована кинетика окисления сплава Al+2.18%Fe, модифицированного свинцом и висмутом в твёрдом состоянии. Установлены кинетические и энергетические параметры процесса окисления. Выявлено, что свинец при концентрациях свыше 0.1 мас. % и висмут при 0.005 – 0.1 мас. % снижают окисляемость исходного сплава.*

**Ключевые слова:** сплав алюминия с железом, олова, висмут, кинетика окисления, скорость окисления, кажущаяся энергия активации окисления.

Алюминиевые сплавы широко применяются в различных отраслях промышленности в качестве материала для деталей машин и механизмов самых разных назначений – от бытовой техники до летательных аппаратов. Однако многие машины и механизмы при этом подвержены значительным нагрузкам: удару, циклическому изменению температуры, вибрации и т.п. Учитывая вышеизложенное при конструировании деталей и механизмов необходимо всестороннее изучение свойств этих сплавов [1].

Для исследования кинетики окисления алюминиевого сплава Al+2.18%Fe, со свинцом и висмутом были получены сплавы весом 100г в печи сопротивления типа СШОЛ в тиглях из оксида алюминия. Взвешивание шихты производили на аналитических весах АРВ-200 с точностью  $0.1 \cdot 10^{-6}$  кг. В случае отклонения веса шихты от веса полученного сплава более чем 2% плавку повторяли. В качестве объекта исследования использовали алюминий марки А995 (ГОСТ 11069-2001), железо-ч.д.а.- (порошок), свинец – металлический чистотой 99.5% (ГОСТ 3778-77), висмут марки ВиОО (ГОСТ 10928-90).

Для исследования влияния свинца и висмута на кинетику окисления сплава Al+2.18%Fe, в твердом состоянии, была синтезирована серия сплавов с содержанием свинца и висмута от 0.005 до 0.5 мас.%. Исследование проводили термогравиметрическим методом в атмосфере воздуха при температурах 673 К, 773 К и 873 К по методикам описанным в работах [2-4]. Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава Al+2.18%Fe, модифицированного свинцом и висмутом, представлены в табл.1.

Окисления сплава Al+2.18%Fe протекает по гиперболическому закону. Сформировавшаяся оксидная пленка в начальных стадиях процесса, по-видимому, не обладает достаточными защитными свойствами, о чем свидетельствует рост скорости окисления от температуры (рис.1а). Истинная скорость окисления, вычисленная по касательным, проведённым от начала координат к кривым и рассчитанная по формуле  $K = g/s \cdot \Delta t$ , составляет от  $3.6 \cdot 10^{-4}$  до  $4.8 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>, соответственно, с энергией активации окисления вычисленная по тангенсу угла наклона прямой зависимости  $\lg K - 1/T$ , равное 56.0 кДж/моль (табл.1).

Процесс окисления сплава Al+2.18%Fe, модифицированного 0.005 мас.% свинцом заканчивается к 20-25 минутам. Значения истинной скорости окисления данного сплава при исследованных температурах имеет величину  $4.72 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> до  $5.0 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>. При этом значение кажущейся энергии активации составляет 31.8 кДж/моль (табл. 1).

Таблица 1

Влияние добавок свинца и висмута на кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава Al +2.18 % Fe.

Содержание свинца и висмута в сплаве Al+2.18%Fe, мас. %		Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$ , кг·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	Кажущаяся энергия активации окисления, кДж/моль
Pb	Bi			
0.00		673	3.6	56.0
		773	4.1	
		873	4.8	
0.005		673	4.72	

		773	4.48	31.8
		873	5.0	
0.05		673	4.2	38.2
		773	4.3	
		873	4.6	
0.1		673	3.8	47.8
		773	4.2	
		873	4.5	
0.5		673	3.3	54.34
		773	3.4	
		873	4.2	
	0.005	673	2.68	61.4
		773	2.86	
		873	3.07	
	0.05	673	2.21	74.8
		773	2.72	
		873	2.87	
	0.1	673	2.73	46.4
		773	2.98	
		873	3.16	
	0.5	673	2.88	38.2
		773	3.02	
		873	3.31	

Было установлено, что в течении 10-20 минут от начала окисления кинетические кривые характеризуются заметными скоростями окисления. Значения истинной скорости окисления сплава Al+2.18% Fe, содержащего 0.05 мас.% свинца изменяется от  $4.2 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> до  $4.6 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> при температурах 673 К, 773 К и 873 К с энергией активации 38.2 кДж/моль.

Влияние модифицирование 0.1 мас. % свинцом сплава Al+2.18%Fe, на его окисляемость изучали при температурах 673 К, 773 К и 873 К (рис. 2 а). Максимальная величина  $\Delta g/s$  при окислении равняется 0.9 кг/м<sup>2</sup>, минимальная 0.56 кг/м<sup>2</sup>. Значения кажущейся энергии активации окисления, составляет 47.8 кДж/моль.

Окисление сплава Al+2.18% Fe, модифицированного 0.5 мас.% свинцом исследовали при температурах 673 К, 773 К и 823 К (рис. 2 б). Скорость окисления нарастает медленно. Истинная скорость окисления изменяется в пределах от  $3.3 \cdot 10^{-4}$  до  $4.2 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup> и характеризуется значением кажущейся энергии активации 54.3 кДж/моль (табл.1).

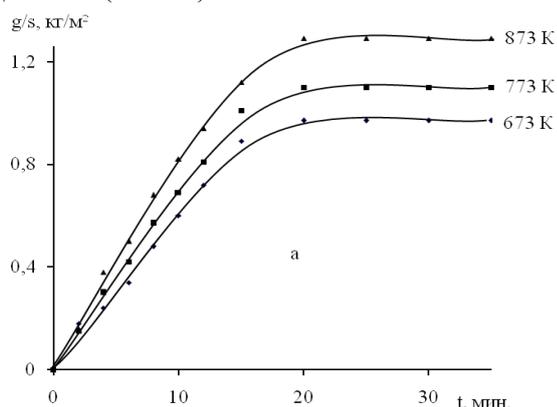


Рис.1. Кинетические кривые окисления сплава Al+2.18% Fe

Из табл. 1. видно, что кинетические кривые окисления сплава с 0.005 мас. % висмутом характеризуются значительными скоростями окисления. Значения истинной скорости окисления сплава Al+2.18% Fe, содержащего 0.005 масс. % висмута изменяется от  $2.68 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup> до  $3.07 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup> в интервале температур 673 К, 773 К и 873 К с энергией активации 61.4 кДж/моль.

Кинетические кривые окисления сплава Al+2.18% Fe, модифицированного 0.05 мас. % висмутом приведены при температурах 673 К, 773 К и 873 К (рис 2 в). Максимальная величина  $\Delta g/s$  при окислении равняется  $1.5 \text{ кг/м}^2$ , минимальная  $1.16 \text{ кг/м}^2$ . Кажущаяся энергия активации окисления, вычисленная по тангенсу угла наклона прямой зависимости  $\lg-1/T$ , составляет  $74.8 \text{ кДж/моль}$  (табл.1).

Окисление сплава Al+2.18% Fe, модифицированного 0.1 мас.% висмутом исследовали при температурах 673 К, 773 К и 873 К. Истинная скорость окисления изменяется в пределах от  $2.73 \cdot 10^{-4} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $3.16 \cdot 10^{-4} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ , а значение кажущейся энергии активации составляет  $46.4 \text{ кДж/моль}$  (табл. 1).

Кинетические кривые процесса окисления сплава Al+2.18% Fe, содержащего 0.5 мас.% висмута приведены на рис. 2 г. Данный сплав подвергался окислению при температурах 673К, 773К и 873К. Истинная скорость окисления изменяется от  $2.88 \cdot 10^{-4} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $3.31 \cdot 10^{-4} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$  и характеризуются низким значением кажущейся энергии активации равное  $38.2 \text{ кДж/моль}$ .

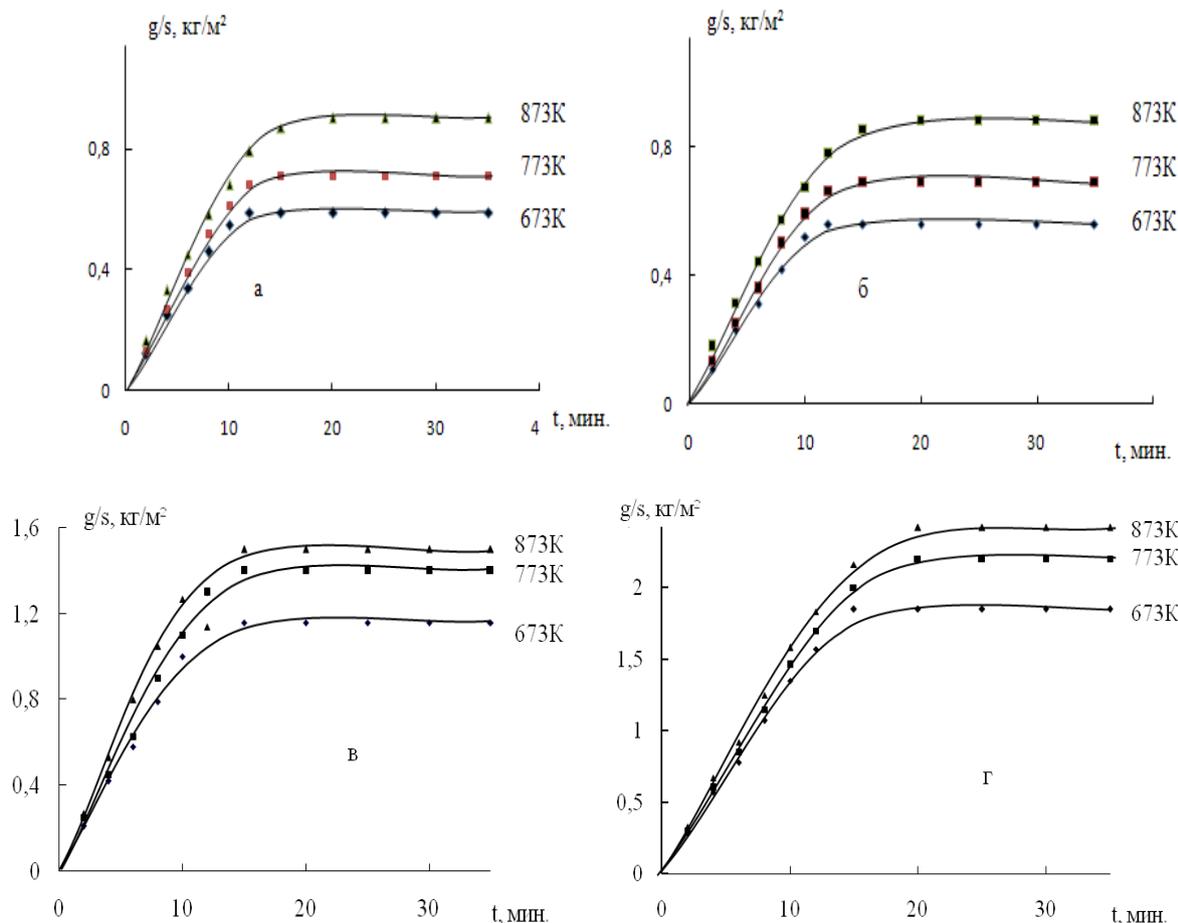


Рис.2. Кинетические кривые окисления сплава Al+2.18%Fe, модифицированного висмутом в твёрдом состоянии, мас.% Pb: 0.1 (а); 0.5 (б). Bi: 0.05(в); 0.5 (г)

Для определения механизма окисления сплавов Al+2.18%Fe в твердом состоянии кривые окисления строились в координатах  $(g/s)^2-t$  (рис.3). Видно, что кривые подчиняются уравнению  $Y=Kt^n$ , в котором  $n$  меняется от 2 до 5 в зависимости от состава окисляемого сплава (табл. 2). Судя по нелинейной зависимости  $(g/s)^2-t$  и данные табл. 2 следует заключить, что процесс окисления сплавов подчиняется гиперболической зависимости.

Таблица 2

Математические модели кривых окисления сплава Al+2.18 % Fe, модифицированного свинцом и висмутом, в твердом состоянии.

Содержание свинца и висмута в сплаве Al+2.18 % Fe, мас.%	Температура окисления, К	Уравнения кривых окисления	Коэффициент регрессии, R
--	--------------------------	----------------------------	--------------------------

0.0	673	$y = 3E-06x^4 - 0,0002x^3 + 0,0027x^2 + 0,052x$	0.994
	773	$y = 3E-06x^4 - 0,0002x^3 + 0,0024x^2 + 0,064x$	0.998
	873	$y = 3E-06x^4 - 0,0002x^3 + 0,0013x^2 + 0,0837x$	0.999
0.05 Pb	673	$y = 6E-06x^4 - 0,0004x^3 + 0,0084x^2 - 0,0147x$	0.970
	773	$y = 6E-06x^4 - 0,0005x^3 + 0,0092x^2 - 0,0095x$	0.992
	873	$y = 8E-06x^4 - 0,0006x^3 + 0,0124x^2 - 0,0177x$	0.997
0.1 Bi	673	$y = 2E-05x^4 - 0,0011x^3 + 0,0225x^2 - 0,0385x$	0.984
	773	$y = 3E-05x^4 - 0,002x^3 + 0,0406x^2 - 0,0755x$	0.991
	873	$y = 3E-05x^4 - 0,0022x^3 + 0,0452x^2 - 0,055x$	0.993

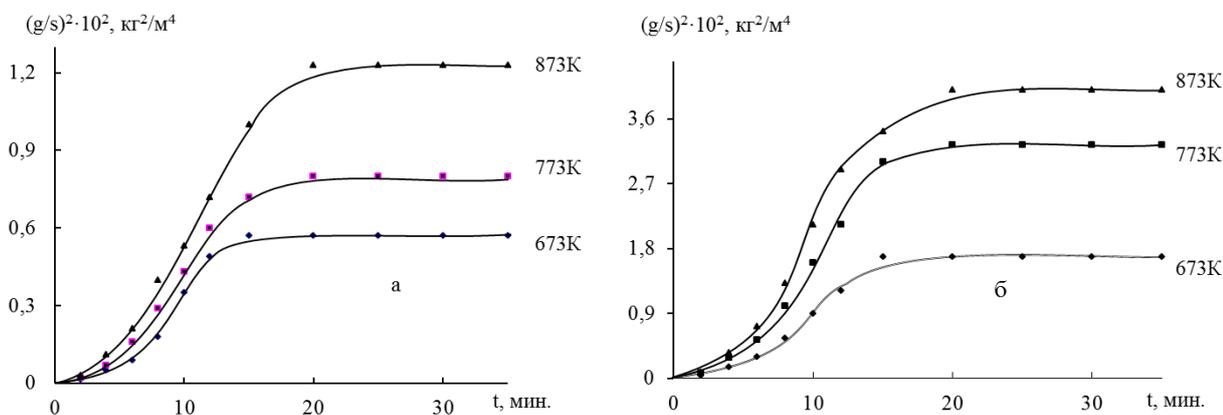


Рис. 3. Квадратичные кинетические кривые окисления сплава  $Al+2.18\%Fe$ , модифицированного свинцом и висмутом, в твёрдом состоянии, мас. %: 0.05Pb(a); 0.5Bi (б).

Изохроны окисления сплава  $Al+2.18\%Fe$ , модифицированного висмутом представлены на рис. 4. Видно, что с увлечением концентрации висмута скорость окисления уменьшается, как при 10 минутной выдержке сплавов в окислительной атмосфере (кривая 1), так и при 20-минутной выдержке (кривая 2). Эта закономерность более четко выражается при 773К, о чем также свидетельствует увеличение кажущейся энергии активации с ростом концентрации висмута.

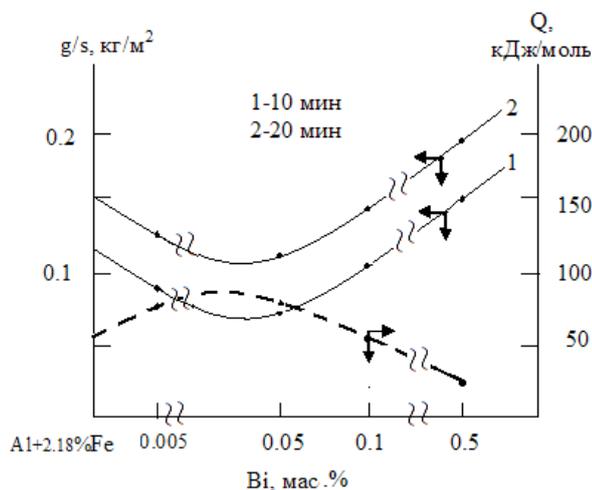


Рис. 4. Изохроны окисления сплава  $Al+2.18\%Fe$ , модифицированного висмутом при 773К

#### Литература

1. Томашов И.Д., Чернова Г.Л. Коррозия и коррозионностойкие сплавы. М.: Металлургия, 1973. 232 с.
2. Лепинских Б.М., Киселёв В.Н.//Известия АН СССР. Металлы. 1974. №5. С.51-54.
3. Амонов И.Т., Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Сплавы алюминия с железом, РЗМ и элементами подгруппы галлия. Германия: LAP LAMBERT Academic publishing. 2012. 246с.
4. Сангов М.М., Ганиев И.Н., Гулов С.С., Бердиев А.Э. Физикохимия силуминов с элементами подгруппы германия и РЗМ. Германия: LAP LAMBERT Academic publishing. 2014. 142с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*  
*\*Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан*

С.С.Ражабалиев, \*И.Н. Ганиев, И.Т.Амонов, \*А.Э. Бердиев

### **КИНЕТИКА И ОКСИДШАВИИ ХҶЛАИ $Al+2.18\%Fe$ , КИ БО СУРБ ВА ВИСМУТ ДАР ҲОЛАТИ САХТ ЦАВҲАРОНИДА ШУДААСТ**

Бо усули термогравметрии оксидшавии хӯлаи  $Al+2.18\%Fe$ , ки бо сурб ва висмут цавҳаронида шудааст дар ҳолати сахт мавриди омӯзиш қарор дода шудааст. Бузургии кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавӣ муайян карда шуд нишон дода шудааст, ки сурб ва висмут дар миқдори ғилзати (концентратсия) зиёда аз 0.005- 0.1%-и вазнӣ, суръати оксидшавии хӯлаи ибтидоиро паст мекунанд.

**Вожаҳои калидӣ:** хӯлаи алюминий, сурб, висмут, кинетикаи оксидшавӣ, суръати оксидшавӣ, энергияи зоҳирии авҷирии оксидшавӣ.

S.S.Rajabaliyev, \*I.N.Ganiyev, I.T.Amonov, \*A.E.Berdiev

### **KINETICS OF OXIDATION OF THE ALLOY OF $Al+2.18\%Fe$ , ALLOYED BY LEAD AND BISMUTH IN THE FIRM STATE**

The method of thermogravitation measurements investigated kinetics oxidation of an alloy of  $Al+2.18\%Fe$  alloyed by lead and bismuth in a firm state. Kinetic and power parameters of process of oxidation are established. It is revealed that lead at concentration over 0.1 Mas. % and bismuth at 0.005 – 0.1 Mas. % reduce oxidability of an initial alloy.

**Keywords:** alloy aluminum – tin – bismuth – oxidation kinetics – the rate of oxidation – the apparent activation energy of oxidation – oxidation.

#### **Сведения об авторе**

**Раджабалиев Сафомудин Сайдалиевич.** – 1983 г.р., окончил (1970г.) ТТУ им. академик М.С.Осими, ст. преподаватель, Таджикский технический университет им. академика М.Осими,

E-mail: [Safo\\_02@mail.ru](mailto:Safo_02@mail.ru)

**Ганиев Изатулло Наврузович** – 1948 г.р., окончил химико-технологический институт им. С.М. Киров, г.Казань (1970), академик АН Республики Таджикистан, доктор химических наук, профессор, автор свыше 800 научных работ, область научных интересов – физико-химический анализ, материаловедение алюминиевых сплавов, коррозия и защита от коррозии.

E-mail: [ganiyev48@mail.ru](mailto:ganiyev48@mail.ru)

**Амонов Илхом Темурович** -1971г.р, кандидат технических наук, доцент, проректор по науки и международному связям ТТУ им. М.С. Осими. контактная телефон: (992)-918-68-79-21

**Бердиев Асадкул Эгамович** – 1975 г.р., кандидат технических наук, вед. научник сатрудник лабораторией «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И.Никитина, Конт.тел. (992) 934577282

Н.Б. Одинаева, Ф.Р. Сафарова, И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов

### **АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА $Zn+0.5\%Al$ , ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА $NaCl$**

*Приведены результаты исследования анодного поведения сплава  $Zn+0.5\%Al$ , легированного индием, в среде электролита  $NaCl$ . Показано, что добавки индия (0.005-0.1 мас.%) улучшают коррозионную стойкость исходного сплава  $Zn+0.5\%Al$  в 2-5 раза. Предложенные составы цинк-алюминиевых сплавов, содержащих индий могут использоваться в качестве анодного протектора для защиты от коррозии стальных изделий и сооружений.*

**Ключевые слова:** сплав Zn+0.5% Al, индий, потенциостатический метод, потенциалы свободной коррозии и питтингообразования, скорость коррозии, анодное поведение.

Коррозия морских и подземных металлических сооружений и конструкций наносит огромный материальный ущерб. Поэтому большое внимание уделяется созданию и применению протекторной защиты, которая является одним из наиболее надежных и эффективных средств борьбы с электрохимической коррозией.

Сплавы цинка с алюминием используются как анодные материалы для защиты от коррозии стальных сооружений. Для повышения коэффициента полезного действия протекторов из указанных сплавов при защите от коррозии необходимо дополнительное легирование более электроотрицательными металлами. Известно, что металлы подгруппы галлия, отличаясь значительной электроотрицательностью, часто используются как легирующие добавки для смещения коррозионного потенциала металла – основы в область отрицательных потенциалов. Учитывая данную особенность указанных металлов, нами металлический индий использовался для решения поставленной задачи [1-5].

В научной литературе и в сети интернета нами не обнаружены сведения, относящиеся к влиянию индия на коррозионно-электрохимическое поведение цинк-алюминиевого сплава Zn+0.5% Al.

Цель работы заключается в исследовании влияния добавок индия на анодное поведение сплава Zn+0.5% Al в среде электролита NaCl различной концентрации.

Для проведения исследований была получена серия сплавов, содержащих индий от 0.005 до 1.0 мас.% в шахтной лабораторной печи типа СШОЛ в тиглях из оксида алюминия. Из расплава отливались цилиндрические образцы диаметром 10 мм и высотой 140 мм. Боковые части образцов покрывались смолой, состоящей из смеси 50% канифоли и 50% парафина. Рабочей поверхностью служил торец электрода. Перед погружением электрода в электролит его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжировали, тщательно промывали спиртом и затем погружали в раствор электролита NaCl. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянная – 20°C с помощью термостата МЛШ-8.

Электрохимические исследования тройных сплавов проводили потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме на потенциостате ПИ-50-1.1 со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с, в среде электролита NaCl. Электродом сравнения служил хлорсеребряный, вспомогательным – платиновый. Подробно методика электрохимического исследования сплавов описана в работах [6-8].

Образцы сплавов потенциодинамически поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося при погружении, до резкого возрастания тока в результате питтингообразования. Затем образцы поляризовали в обратном направлении. Наконец, образцы поляризовали вновь в положительном направлении и из анодных кривых определяли основные электрохимические характеристики оголенной рабочей поверхности образцов электродов. Кривые прямого и обратного тока снимались со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с.

Результаты исследований представлены в табл. 1 и 2. Как видно, со временем потенциалы свободной коррозии сплавов смещаются в положительную область. С ростом содержания индия наблюдается смещение потенциала свободной коррозии в отрицательную область. Стабилизация потенциала свободной коррозии сплава Zn+0.5% Al, содержащего индий, происходит в течение 15 минут от начала процесса. С ростом концентрации электролита NaCl в 10 (0.3% NaCl) и в 100 раз (3% NaCl) потенциал свободной коррозии уменьшается, что косвенно свидетельствует о снижении коррозионной стойкости сплавов по мере роста агрессивности коррозионной среды (табл. 1).

Из табл. 2 видно, что потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов по мере роста концентрации легирующей добавки-индия смещаются в отрицательную область. С ростом концентрации хлорид-ионов указанные потенциалы увеличиваются.

Добавки индия в пределах 0.005-0.1 мас.% уменьшает скорость коррозии исходного сплава Zn+0.5%Al в 2-5 раза. Такая зависимость имеет место во всех трёх исследованных средах (табл. 2). Дальнейший рост концентрации индия несколько увеличивает скорость коррозии исходного сплава, однако по абсолютной величине он меньше, чем для исходного сплава, то есть 1.0 мас.% (табл. 2).

Таблица 1.

Изменения потенциала свободной коррозии ( $-E_{св.кorr.}$ , В) сплава Zn+0.5% Al, легированного индием, во времени в среде электролита NaCl

Среда	Содержание индия в сплаве, и с.%	Время, мин							
		1/3	2/3	1	5	15	35	40	60
0.03% NaCl	-	0.960	0.957	0.953	0.950	0.948	0.948	0.948	0.948
	0.005	0.988	0.986	0.982	0.980	0.978	0.978	0.978	0.978
	0.01	1.005	1.003	1.000	0.996	0.993	0.993	0.993	0.993
	0.05	1.014	1.010	1.006	1.003	1.000	1.000	1.000	1.000
	0.1	1.042	1.040	1.037	1.034	1.031	1.031	1.031	1.031
	0.5	1.065	1.062	1.060	1.056	1.051	1.051	1.051	1.051
	1.0	1.080	1.079	1.075	1.070	1.068	1.068	1.068	1.068
0.3% NaCl	-	1.019	1.018	1.016	1.010	1.007	1.007	1.007	1.007
	0.005	1.070	1.069	1.067	1.062	1.052	1.052	1.052	1.052
	0.01	1.108	1.106	1.103	1.098	1.090	1.090	1.090	1.090
	0.05	1.131	1.130	1.128	1.123	1.115	1.115	1.115	1.115
	0.1	1.146	1.146	1.143	1.135	1.127	1.127	1.127	1.127
	0.5	1.159	1.158	1.156	1.150	1.145	1.145	1.145	1.145
	1.0	1.175	1.173	1.171	1.167	1.160	1.160	1.160	1.160
3% NaCl	-	1.070	1.068	1.064	1.060	1.058	1.058	1.058	1.058
	0.005	1.115	1.112	1.108	1.105	1.102	1.102	1.102	1.102
	0.01	1.130	1.129	1.126	1.120	1.118	1.118	1.118	1.118
	0.05	1.140	1.137	1.133	1.132	1.130	1.130	1.130	1.130
	0.1	1.162	1.158	1.155	1.154	1.150	1.150	1.150	1.150
	0.5	1.178	1.174	1.171	1.167	1.164	1.164	1.164	1.164
	1.0	1.195	1.193	1.190	1.185	1.180	1.180	1.180	1.180

Таблица 2.

Коррозионно-электрохимические характеристики сплава Zn+0.5% Al, легированного индием, в среде электролита NaCl

Среда	Содержание индия в сплаве, и с.%	Электрохимические свойства				Скорость коррозии	
		$-E_{св.кorr.}$	$-E_{кorr.}$	$-E_{п.о.}$	$-E_{рен.}$	$I_{кorr.} \cdot 10^{-2}$	$K \cdot 10^{-3}$
		В				А/м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup> · ч
0.03% NaCl	-	0.960	0.968	0.745	0.809	0.037	0.45
	0.005	1.000	1.005	0.780	0.793	0.013	0.16
	0.01	1.055	1.063	0.798	0.807	0.010	0.12
	0.05	1.020	1.025	0.817	0.822	0.008	0.10
	0.1	0.985	0.990	0.775	0.787	0.007	0.09
	0.5	0.971	0.984	0.770	0.787	0.015	0.18
	1.0	0.963	0.975	0.750	0.766	0.017	0.21
0.3% NaCl	-	1.007	1.016	0.760	0.766	0.050	0.61
	0.005	1.035	1.041	0.796	0.811	0.019	0.23
	0.01	1.055	1.064	0.810	0.837	0.017	0.21
	0.05	1.073	1.070	0.828	0.855	0.015	0.18
	0.1	1.020	1.028	0.800	0.805	0.011	0.13
	0.5	1.015	1.015	0.795	0.811	0.021	0.25
	1.0	1.010	1.008	0.780	0.795	0.023	0.28
3% NaCl	-	1.070	1.086	0.779	0.804	0.055	0.67
	0.005	1.088	1.092	0.813	0.822	0.021	0.25
	0.01	1.135	1.140	0.823	0.835	0.018	0.22
	0.05	1.148	1.150	0.843	0.855	0.016	0.20
	0.1	1.095	1.100	0.815	0.820	0.014	0.17
	0.5	1.087	1.090	0.807	0.824	0.024	0.29
	1.0	1.075	1.080	0.793	0.811	0.027	0.33

Таким образом, проведённые исследования показывают, что добавки индия в количествах 0.005–0.1 мас.% повышают анодную устойчивость исходного сплава Zn+0.5% Al в исследуемых средах. Разработанные составы указанных сплавов могут использоваться в качестве анодного протектора для защиты от коррозии стальных изделий и сооружений.

#### Литература

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы.– М.: Металлургия, 1986, 247 с.
2. Обидов З.Р., Ганиев И.Н., Алиев Дж.Н., Ганиева Н.И.– Журнал прикладной химии. 2010. т.83, с. 962-965.
3. Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Обидов З.Р. Коррозия двойных сплавов алюминия с элементами периодической системы.– Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011, 208 с.
4. Обидов З.Р., Ганиев И.Н.– Журнал прикладной химии. 2012. т.85. №11, с. 1781-1785.
5. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Анодные защитные цинк-алюминиевые покрытия с элементами II группы.– Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 288 с.
6. Обидов З.Р.– Физикохимия поверхности и защита материалов. 2012. т.48. №3, с. 305-308.
7. Амини Р.Н., Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Анодные защитные цинк-алюминиевые покрытия с бериллием и магнием.– Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 178 с.
8. Амонов И.Т., Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Сплавы алюминия с железом, РЗМ и элементами подгруппы галлия.– Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 256 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,  
Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан*

**Н.Б. Одинаева, Ф.Р. Сафарова, И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов**

#### **РАФТОРИ АНОДИИ ХҶЛАИ Zn+0.5% Al, КИ БО ИНДИЙ ЧАВҶАРОНИДА ШУДААСТ, ДАР МУҶИТИ ЭЛЕКТРОЛИТИ NaCl**

Дар мақола натиҷаи таҳқиқоти рафтори анодии ҳулаи Zn+0.5%Al, ки бо индий чавҷаронида шудааст, дар муҷиати электролити NaCl оварда шудааст. Нишон дода шудааст, иловаҳои индий (0.005-0.1%-и вазн) устувории зидди коррозсионии ҳулаи аввалияи Zn+0.5%Al-ро 2-5 маротиба беҳбуд мекунад. Ҳулаҳои номбаршудаи рӯҳ-алюминий, ки индий дорад, ба сифати протектори анодӣ барои ҳифзи ашёҳои пулодӣ ва иншоотҳо истифода мешаванд.

**N.B. Odinaeva, F.R. Safarova, I.N. Ganiev, Z.R. Obidov**

#### **ANODIC BEHAVIOR of Zn+0.5%Al ALLOY, DOPED WITH INDIUM**

The article presents study results of the anodic behavior of Zn+0.5%Al alloy doped with indium. It is shown that the addition of In (0.005–0.1 wt %) improves the corrosion resistance of the Zn+0.5%Al alloy by a factor of 2 or 5. The proposed zinc–aluminum compositions containing indium can be used as anode protector to protect products and structures made of steel from corrosion.

**Key words:** Zn+0.5% Al alloy, indium, potency statically method, potentials free corrosion and pitting formation, velocity corrosion, anodic behavior.

#### **Сведения об авторах**

**Одинаева Насиба Бегмуродовна** – 1985 г.р., окончила Таджикский национальный университет(2011), аспирант Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, автор 12 научных работ.

**Сафарова Фарзона Раджабалиевна** – 1988 г.р., окончила ТТУ им. акад. М.С.Осими, аспирантка 2-года обучения кафедры «Технология электрохимических производств» факультета «Химической технологии и металлургии» ТТУ им. М.Осими, автор 7 научных работ.

**Ганиев Изатулло Наврузович** – 1948 г.р., окончил Химико-технологический институт им. С.М. Кирова, г.Казань (1970), академик АН Республики Таджикистан, доктор химических наук, профессор, автор свыше 800 научных работ, область научных интересов – физико-химический анализ, материаловедение алюминиевых сплавов, коррозия и защита от коррозии.

**Обидов Зиёдулло Рахматович** – 1982 г.р., окончил ТТУ им. М.С. Осими (2004), кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология электрохимических производств» ТТУ им. М. Осими, автор более 175 научных работ, область научных интересов – физико-химия сплавов, материаловедение цинк-алюминиевых сплавов и защита от коррозии.

**Джураев Т.Д., Исмоилов И.Р., Джумаев У.А., Газизова Э.Р.,  
Муслимов И.Ш.**

### **ПРОГНОЗ И РАСЧЕТ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ МАГНИЯ С ЩЕЛОЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ (ЩМ)**

*В настоящей работе с помощью статистических, термодинамических критериев и зонной теории растворов произведён прогноз и расчет строения диаграмм состояния систем Mg-ЩМ.*

**Ключевые слова:** магний, статистический прогноз, щелочные металлы, диаграммы состояния, монотектика, эвтектика и перитектика.

Как известно, магний широко применяется в промышленности для получения легких сплавов с высокими физико-механическими свойствами.

Изучение характера взаимодействия в многокомпонентных системах на основе магния, т.е. определение характера и температур невариантных превращений, изменения растворимости с температурой и концентрацией легирующих компонентов имеют важное значение для выбора составов сплавов и понимания природы их свойств при различных условиях эксплуатации.

По литературным данным диаграммы состояния систем Mg-ЩМ (Li, Na, K, Rb и Cs) построены. Однако, по мнению автора [1], эти экспериментальные данные [2] являются не достоверными. В связи с этим, авторы настоящего сообщения задались целью проанализировать существующие сведения и построить полные диаграммы состояния этих систем. Для этого использовались статистические и термодинамические критерии для прогноза и последующего расчета полных диаграмм состояния вышеуказанных систем.

Для оценки взаимодействия компонентов в жидком состоянии В.М. Воздвиженский предлагает использовать величину поверхностного натяжения ( $\sigma_i$ ). Тенденция к возникновению расслоения в жидком состоянии увеличивается с возрастанием различия поверхностного натяжения элементов. В качестве одной из осей координат используется отношение отношений:

$$n_{\sigma,u} = (\sigma_1 - \sigma_2) : [U_1(\ln) : U_2(\ln)], \quad (1)$$

где  $\sigma_i$  – поверхностное натяжение;  $U_1(\ln) = \ln U_{отн}^{+2}$ , здесь  $U$  – является относительным ионизационным потенциалом, который характеризует прочность связи валентных электронов с ядром и определяется по формуле:

$$U_{отн} = \left( \sum_{i=1}^{i=n} U_i : nr_n \right) (U_n : r_n), \quad (2)$$

где  $U_i$  – ионизационный потенциал компонента;  $n$  – типичная валентность;  $r_n$  – ионный радиус для степени ионизации;  $n$ ,  $U_n$ ,  $r_n$  – соответствующие величины для водорода. Установлено, что при соблюдении неравенства

$$n_T + n_{\sigma,u} < 1.8 \quad (3)$$

возникают неограниченные жидкие растворы, а в случае неподчинения неравенству образуется расслоение в жидком состоянии, где  $n_T$  – температурный фактор, оценивающий различие прочности межатомной связи у компонентов:

$$n_T = 1 - T_1 : T_2 \quad (4)$$

при ( $T_1 < T_2$ ),  $T_i$  – температуры плавления компонентов.

Согласно работе [1] возникновение перитектического превращения в простых системах возможно, если:

$$n_S \leq 1.20 \text{ и } n_T > 0.55 n_V^2. \quad (5)$$

Несоблюдение хотя бы одного из этих неравенств ведет к образованию эвтектического типа превращения со стороны блока легкоплавкого компонента.

Рассмотрим построенный В.М. Воздвиженским статистический график в координатах  $n_T$ - $n_{\sigma,u}$  (см. рис.1 [1]), который для упрощения строился не в масштабе.

На пересечении соответствующих горизонталей и вертикалей условной точкой обозначается тип взаимодействия компонентов. Системы с расслоением в жидком состоянии группируются в правой нижней части графика. Анализ в системах натрия показывает протяженность области существования расслоения и колеблется в пределах от 74 до 97% (ат.). В остальных четырех системах она близка к 100%, иначе говоря, для них прогнозируются вырожденные монотектичные системы.

Вырожденная монотектика должна образовываться также в этих системах согласно критерию [1]:

$$n_{ПК} = T_{пл.т} : T_{кип.л} \leq 1.03 - 1.10. \quad (6)$$

Однако проведенный нами дополнительно анализ с помощью основных статистических критериев: температурного ( $n_T$ ), энтропийного ( $n_s$ ) и объемного ( $n_v$ ) факторов, при совместном учете фактора поверхностного натяжения и ионизационного потенциала компонентов показывает другие результаты. Результаты расчета, анализа и прогноза, приведены в таблицах 1-3. Можно видеть, что системы Mg-ЩМ характеризуются расслоением компонентов в жидком состоянии и вырожденным монотектичным типом взаимодействия со стороны блока тугоплавкого и с образованием невариантного эвтектического превращения со стороны легкоплавкого компонентов.

Эти выводы не согласуются с данными эксперимента по системам Mg-ЩМ, где в системах магния с калием, рубидием и цезием установлено образование расслоения в жидком состоянии и вырожденной монотектики. Это указывает на несовпадение выводов, сделанных с помощью рассмотренных критериев (см. табл.3).

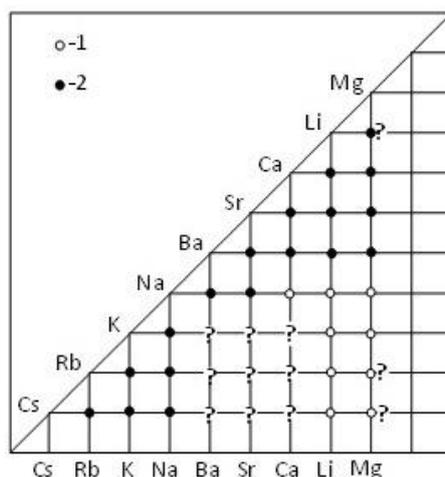


Рис. 1. Статистический график для оценки типа взаимодействия в жидком состоянии в системах с участием ЩМ [1]:

1- расслоения в жидком состоянии; 2 - неограниченные жидкие растворы.

Таблица 1

Результаты расчета температурного ( $n_T$ ), энтропийного ( $n_s$ ), объемного ( $n_v$ ) и  $n_{ПК}$  факторов

№	Элементы	$n_T$	$n_s$	$n_v$	$n_{ПК}$
1	Li	0.72	1.39	0.24	0.49
2	Na	0.84	1.34	1.27	0.73
3	K	0.90	1.34	4.14	0.83
4	Rb	0.93	1.35	5.67	0.94
5	Cs	0.95	1.38	7.30	0.96
6	Fr	0.95	1.35	4.89	0.96

\* $n_{ПК} = T_{пл.т} : T_{кип.л}$  - отношение температур плавления тугоплавкого ( $T_{пл.т}$ ) и температур кипения легкоплавкого ( $T_{кип.л}$ ) компонентов

Таблица 2

Прогноз расслоения в жидком состоянии в системах Mg-ЩМ

№	Элементы	$n_T$	$n_{\sigma,U}$	$n_T + n_{\sigma,U}$	$n_T + n_{\sigma,U} < 1.8$
1	Li	0.72	49.1300	49.8500	Жидкие растворы
2	Na	0.84	885.700	886.540	Расслоение
3	K	0.90	3251.70	3259.60	Расслоение
4	Rb	0.93	4324.32	4325.25	Расслоение
5	Cs	0.95	6187.50	6188.45	Расслоение
6	Fr	0.95	542.850	548.800	Расслоение

Таблица 3

Прогноз невариантного превращения со стороны блока тугоплавкого (Mg) и легкоплавкого (ЩМ) компонентов в системах Mg-ЩМ

№	Элементы	$n_T$	$n_s$	$0,55n_T^2$	Mg		ЩМ	
					$n_{пк} < 1.03$		$n_s \leq 1.20 - 1.24$ и $n_T > 0.55n_T^2$	
					Расч.	Эксп.	Расч.	Эксп.
1	Li	0.72	1.39	0.031	Э	Э	П	П
2	Na	0.84	1.34	0.887	BM	BM	Э	BM
3	K	0.90	1.34	9.426	BM	BM	Э	BM
4	Rb	0.93	1.35	17.68	BM	BM	Э	BM
5	Cs	0.95	1.38	29.30	BM	BM	Э	BM
6	Fr	0.95	1.35	13.15	BM	BM	Э	BM

Примечание: Э-эвтектика; BM - вырожденная монотектика; П-перитектика

Кроме того, ранее было установлено [3], что статистические критерии не позволяют провести четкое разделение диаграмм состояния с расслаиванием на системы с монотектикой и системы, где компоненты кристаллизуются из собственных расплавов, что можно оценить с помощью термодинамических представлений.

Для однозначного прогноза разновидности расслоения мы воспользовались критериями ближнего порядка ( $\sigma_{12}$ ) и энергии взаимнообмена ( $Q_{12}$ ) [2].

Для оценки  $Q_{12}$  был применен метод [3], основанный на использовании электроотрицательностей (E), мольных объемов (V) и параметров растворимости ( $\delta$ ) в приближении Гильдебранда-Мотта:

$$Q_{12} = V(\delta_1 - \delta_2)^2 - 23.06 \cdot z/2(E_1 - E_2)^2, \text{ кДж/г-атом.} \quad (7)$$

Степень ближнего порядка определяли соотношением:

$$(1 - \sigma) / (1 + \sigma) = \exp(-\Delta H / RT), \quad (8)$$

где R – газовая постоянная, а  $\Delta H = [0.5(H_{11} + H_{22})]$ .

Установлено, что системы из двух компонентов, имеющие  $Q_{12} > 0$  и  $\sigma_{12} \approx 1$  (см. табл. 4), характеризуются расслаиванием компонентов в жидком состоянии и образованием ограниченных растворов в твердом состоянии, т.е. в них проявляется невариантное монотектическое равновесие (см. рис. 2 (а)), а в системах, имеющих  $Q_{12} > 0$  и  $\sigma \approx -1$ , согласно критериям, при охлаждении расплава происходит последовательная кристаллизация каждого из компонентов в зависимости от их температур плавления (см. рис. 2 (г)).

Исходя из этого, на рис. 2 предлагаются типовые диаграммы состояния магния с вышеупомянутыми металлами.

Можно видеть (см. табл. 4), что экспериментально установленные вырожденные монотектики не подтверждаются термодинамическим анализом. На основании применения новых критериев показано, что в системах Mg-ЩМ вместо вырожденных монотектик со стороны блока тугоплавкого компонента образуются монотектические равновесия, а со стороны блока легкоплавкого компонента – эвтектические равновесия. Общий вид диаграмм состояния систем Mg-ЩМ (кроме лития) имеют вид (см. рис. 3). Используя методику [4], нами рассчитаны координаты узловых точек прогнозируемых диаграмм состояния (см. рис. 3).

К расчету параметров взаимодействия в системах Mg-ЩМ

Система Mg-ЩМ	Q <sub>12</sub>	σ <sub>12</sub>	Тип превращения			
			Со стороны блока Mg		Со стороны блока ЩМ	
	кДж/г-ат	Расч.	Эксп.	Эксп.	Расч.	
Mg-Li	-18.40	0.913	Э	Э	П	П
Mg-Na	-20.63	0.882	М	М	ВМ	Э
Mg-K	27.33	0.701	М	ВМ	ВМ	Э
Mg-Rb	63.58	0.463	М	ВМ	ВМ	Э
Mg-Cs	82.59	0.300	М	ВМ	ВМ	Э
Mg-Fr*	115.0	0.100	М	ВМ	ВМ	Э

Примечание: Э-эвтектический; ВМ - вырожденная монотектика; М-монотектика;

\* данные получены экстраполяцией

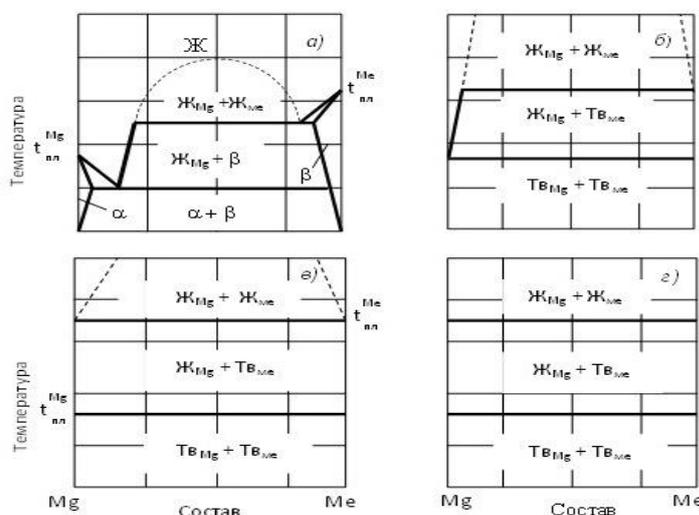


Рис. 2. Типовые диаграммы фазовых равновесий с расслаиванием на основе магния: Mg – магний; Me – примесь; а,г – предельные и б,в - промежуточные виды расслаивания

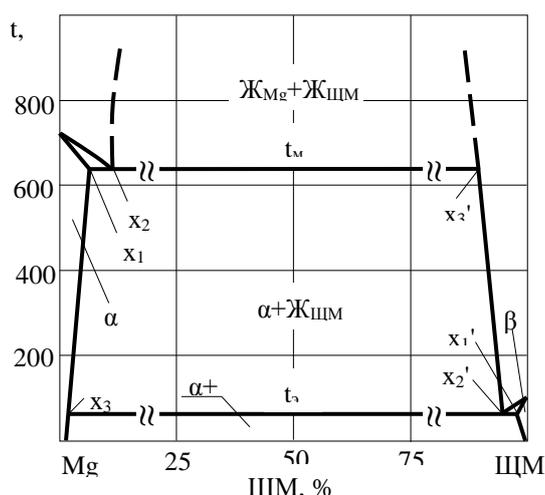


Рис. 3. Координаты узловых точек (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>1</sub><sup>'</sup>, x<sub>2</sub><sup>'</sup>, x<sub>3</sub><sup>'</sup>, t<sub>M</sub> и t<sub>e</sub>) диаграмм состояния систем Mg-ЩМ с монотектическим равновесием блока тугоплавкого и с эвтектическим равновесием блока легкоплавкого компонентов

Результаты расчетного построения диаграмм состояния систем Mg-ЩМ (Na, K, Rb, Cs и Fr) приведены на рис. 4., которые представляют собой системы с расслаиванием монотектического типа с

наличием областей гомогенности. Во всех системах магния с ЩМ (кроме лития) со стороны ординаты второго компонента наблюдаются эвтектические превращения, а со стороны магния - монотектические.

Особо следует отметить, что диаграмма состояния Mg-Li, согласно прогнозу не является монотектической, т.к. не отвечает условиям:  $Q_{12} > 0$  и  $\sigma_{12} \approx -1$  ( $\sigma_{12} \neq 0$ ) (см. табл. 4). Поэтому считаем, что экспериментальная диаграмма состояния Mg-Li является более достоверной, чем остальные системы Mg-ЩМ (см. рис.4). Согласно статистическому прогнозу (см. табл. 3) со стороны легкоплавкого компонента должно наблюдаться повышение температурной стабильности лития при легировании магнием, что подтверждается экспериментальными данными диаграммы состояния Mg-Li (см. рис. 4).

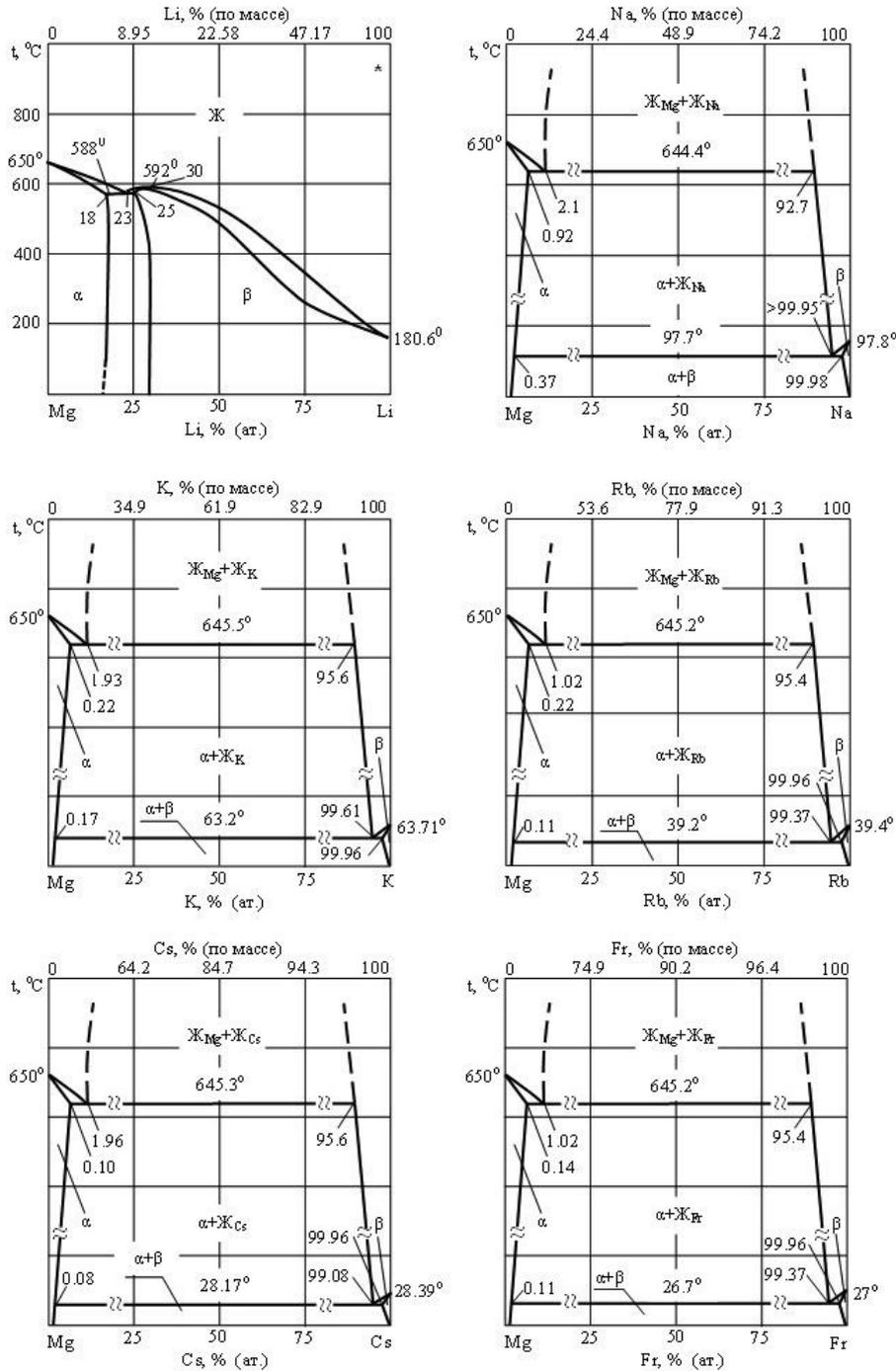


Рис. 4. Диаграммы состояния двойных систем магния с литием [2], натрием, калием, рубидием, цезием и францием

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воздвиженский В.М. Прогноз двойных диаграмм состояния – М.: Металлургия, 1975, 224 с.
2. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Под ред. акад. РАН Н.П.Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996, 1997, 2001, т. 1-3, 992, 1024, 1320 с.
3. Джураев Т.Д., Вахобов А.В. Степень ближнего порядка – критерий для определения разновидностей расслаивающихся систем / Докл. АН Тадж.ССР, 1986, т. 29, № 1, с. 32-35.
4. Джураев Т.Д. К расчету взаимной растворимости щелочноземельных и редкоземельных металлов в твердом состоянии // Докл. АН. ТаджССР, 1989, т. 32, №10, с. 681-684.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими*

**Т.Д.Джураев, И.Р.Исмоилов, У.А.Чумаев, Э.Р.Газизова, И.Ш.Муслимов**

**ПЕШГУЌИ ВА ҲИСОБИ ДИАГРАММАҲОИ ҲОЛАТИ МАГНИЙ  
БО МЕТАЛЛҲОИ ИШҚОРӢ (МИ)**

Дар мақолаи зерин диаграммаҳои ҳолати системҳои Mg-МИ, ки дар адабиётҳо мавҷуданд, таҳлил намуда, пешбинӣ ва ҳисоби онҳоро бо ёрии усулҳои критерияҳои статистикӣ, термодинамикӣ ва назарияи маҳлӯлҳои дузонагӣ аз нав сохти ин диаграммаҳои ҳолатро пешниҳод карда шудааст.

**Вожаҳои калидӣ:** магний, баҳодихии статистикӣ, металлҳои ишқорӣ, диаграммаҳои ҳолат, монотектика, эвтектика ва перитектика.

**T.D.Juraev, I.R.Ismoilov, U.A.Jumayev, E.R. Gazizova, I.Sh.Muslimov**

**PREDICTION AND CALCULATION DIAGRAMS OF MAGNESIUM  
WITH ALKALI METALS (AM)**

In this paper using statistical, thermodynamic criteria and band theory solutions promoted forecast and calculation of the structure diagrams of the systems Mg-alkali metals.

**Keywords:** magnesium, statistical prediction, alkali metals, state diagrams, monotektika, eutectic and peritectic.

**Сведения об авторах**

**Джураев Тухтасун Джураевич** - профессор кафедры «Металлургия цветных металлов» (МЦМ) ТТУ им. акад. М.С. Осими, д.х.н., автор 320 научных трудов.

**Исмоилов Исмоил Ризоевич** - аспирант кафедры «МЦМ» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор 1 научной статьи.

**Джумаев Умед Сайфиддинович** - аспирант кафедры «МЦМ» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор 3 научных статей.

**Газизова Эльвира Рашитовна** - доцент кафедры «МЦМ цветных металлов» ТТУ им. акад. М.С. Осими, к.х.н., автор 100 научных трудов

**Муслимов Имомали Шохимардович** - доцент кафедры «МЦМ» ТТУ им. акад. М.С. Осими, к.х.н., автор 25 научных трудов.

**С.Д.Алиханова, И.Н.Ганиев, Р.Х.Саидов, З.Р.Обидов, Д.Г.Шарипов**

**ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ СПЛАВА  
Zn55Al, ЛЕГИРОВАННОГО ЦЕРИЕМ**

*В режиме «охлаждения» исследовано влияние добавок церия на температурную зависимость теплофизических свойств и термодинамических функции сплава Zn55Al. Показано, что с ростом содержания церия и температуры увеличиваются теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, энтропия и энтальпия сплавов, значение энергии Гиббса при этом уменьшается.*

**Ключевые слова:** сплав Zn55Al, церий, удельной теплоемкости, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, температурная зависимость.

Изучение тепловых свойств сплава Zn55Al, легированного церием различной концентрации, несомненно, представляет как научный, так и практический интерес, особенно в свете широкого использования его в качестве защитных покрытий [1-5]. Сведения о термодинамических функциях сплава Zn55Al с церием в литературе практически отсутствуют.

Сплавы Zn55Al с содержанием церия до 0,5 мас.% для исследования получали в печи сопротивления марки СШОЛ. Содержание церия в сплавах контролировалось с помощью микроанализатора к электронному растровому микроскопу Южно-Корейского производства серии AIS-2100. Исследуемые объекты имели цилиндрическую форму диаметром 16 мм и высотой 30 мм.

В связи с этим в настоящей работе нами в режиме «охлаждения» [6] исследованы удельная теплоемкость и коэффициент теплоотдачи сплава Zn55Al, легированного церием в широком интервале температур. Исследуемые объекты имели цилиндрическую форму диаметром 16 мм и высотой 30 мм. Для измерения температуры использован измеритель Digital Multimeter UT71B, который позволял прямую фиксацию результатов измерений на компьютере в виде таблицы. Интервал измерения температуры составил 0,1 °C. Вся обработка результатов измерений производилась с помощью программы на MS Excel. Графики строились с помощью программы Sigma Plot. Значения коэффициента корреляции составляли величину более  $R_{корр} > 0,998$ , подтверждая правильность выбора аппроксимирующей функции.

Экспериментально полученные зависимости температуры образцов сплава Zn55Al с церием представлены на рис. 1 и описываются уравнением (1).

$$T = 415.594 \exp(-0.0027825\tau) + 354.5006 \exp(-0.00011711\tau) \quad (1)$$

Дифференцируя уравнение (1) по  $\tau$ , получаем уравнение для определения скорости охлаждения сплавов Zn55Al с церием вида (2):

$$\frac{dT}{d\tau} = -ab \exp(-b\tau) - pk \exp(-k\tau). \quad (2)$$

По этому уравнению нами были вычислены скорости охлаждения образцов сплава Zn55Al с церием. Значения  $a, b, p, k, ab, pk$  в уравнении для исследованных сплавов приведены в табл. 1, а зависимости  $dt/dt$  на рис. 2.

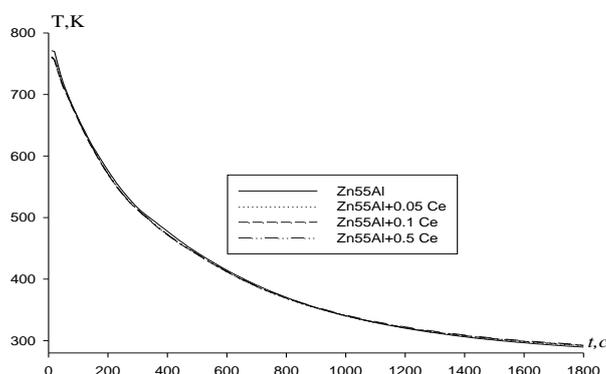


Рис. 1. График зависимости температуры образцов (Т) от времени охлаждения (t) для сплава Zn55Al, легированного церием.

Таблица 1

Значения коэффициентов  $a, b, p, k, ab, pk$  в уравнении (2) для сплава Zn55Al с церием

Ce, мас. %:	a, К	b, $10^{-3} \text{ c}^{-1}$	P, К	k, $10^{-4} \text{ c}^{-1}$	ab, $\text{Kc}^{-1}$	pk, $\text{Kc}^{-1}$
0,0	415.59	2.78	354.50	$1.17 \cdot 10^{-4}$	1.15	$4.14 \cdot 10^{-2}$
0,05	413.84	2.78	349.40	$1.02 \cdot 10^{-4}$	1.15	$3.56 \cdot 10^{-2}$
0,1	391.47	3.03	375.57	$1.49 \cdot 10^{-4}$	1.18	$5.59 \cdot 10^{-2}$
0,5	391.51	3.03	376.53	$1.48 \cdot 10^{-4}$	1.18	$5.57 \cdot 10^{-2}$

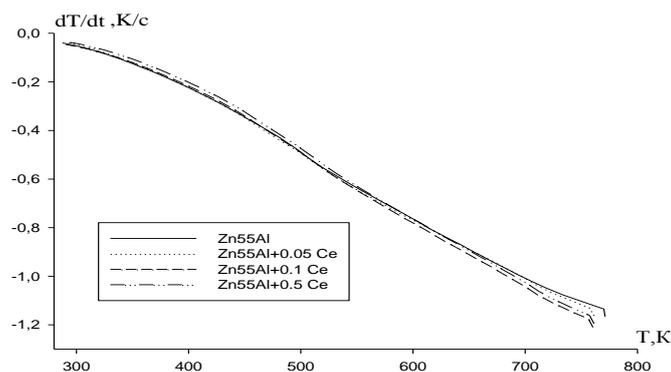


Рис. 2. Температурная зависимость скорости охлаждения сплава Zn55Al, легированного церием.

Для вычисления удельной теплоемкости сплава Zn55Al, легированного церием были использованы  $\alpha$  (T) для сплава марки Zn55Al по уравнению (3):

$$|\alpha(T)| = -5.4722 - 0.0834T + 3.0880 \cdot 10^{-4}T^2 - 2.2725 \cdot 10^{-7}T^3. \quad (3)$$

С помощью программы Sigma Plot, обрабатывая имеющиеся литературные и экспериментальные данные по теплоемкости сплава Zn55Al и церием, получили следующие уравнения температурной зависимости удельной теплоемкости для сплава Zn55Al (4) и церием (5) (в скобках указаны соответствующие коэффициенты регрессии):

$$C_p^{Zn55Al} = 612.9926 - 0.1277T + 2.3465 \cdot 10^{-4}T^2 - 5.1942 \cdot 10^{-8}T^3, \quad (R=1,0000) \quad (4)$$

$$C_p^{Ce} = 113.4286 + 0.3276T - 3.3571 \cdot 10^{-4}T^2 + 1.6667 \cdot 10^{-7}T^3 \quad (R=1,0000) \quad (5)$$

Далее по вычисленным данным теплоемкости и экспериментально полученным величинам скорости охлаждения образцов сплавов вычислили температурную зависимость коэффициента теплоотдачи ( $\alpha$ , Вт/К·м<sup>2</sup>) для сплава Zn55Al с церием. Результаты расчёта представлены в табл. 2.

Таблица 2

Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи (Вт/К·м<sup>2</sup>) сплава Zn55Al с церием

T, K	Содержание церия в сплаве Zn55Al, мас. %			
	0.0	0.05	0.1	0.5
599	17,24	17,28	17,42	17,67
607	17,53	17,56	17,74	17,99
614,2	17,85	17,85	18,08	18,32
623,2	18,14	18,16	18,43	18,66
632,2	18,44	18,46	18,78	19,01
642,2	18,73	18,75	19,12	19,34
651,2	19,05	19,05	19,47	19,69
661,2	19,36	19,36	19,83	20,05
671,2	19,68	19,66	20,19	20,40
682,2	19,99	20,00	20,58	20,78
693,2	20,31	20,32	20,96	21,16
705,2	20,62	20,66	21,35	21,55
718,2	20,92	21,02	21,78	21,97

Используя значения коэффициента теплоотдачи ( $\alpha$ , Вт/К·м<sup>2</sup>), была вычислена удельная теплоемкость образцов сплава Zn55Al по уравнению (6):

$$C_p = 612.9926 - 0.1277T + 2.3465 \cdot 10^{-4}T^2 - 5.1942 \cdot 10^{-8}T^3 \quad (6)$$

и легированных церием сплава, мас. % Ce:

$$Zn55Al+0.05\%Ce \quad C_p = 612.7428 + 0.1278T + 2.3436 \cdot 10^{-4}T^2 - 5.1833 \cdot 10^{-8}T^3 \quad (7)$$

$$\text{Zn55Al+0.1\%Ce} \quad C_p = 612.4036 + 0.1276T + 2.3419 \cdot 10^{-4}T^2 - 5.1723 \cdot 10^{-8}T^3$$

$$\text{Zn55Al+0.5\% Ce} \quad C_p = 610.4948 + 0.1287T + 2.3180 \cdot 10^{-4}T^2 - 5.0849 \cdot 10^{-8}T^3$$

Вычисленные значения  $C_p$  для сплава Zn55Al с церием через 25 К представлены в табл. 3.

Таблица 3

Температурная зависимость удельной теплоёмкости (Дж/кг·К)  
сплава Zn55Al с церием

T, К	Содержание церия в сплаве Zn55Al, мас. %			
	0,0	0,01	0,1	0,5
300	671,02	670,78	670,59	670,36
325	677,50	677,25	677,06	676,83
350	684,21	683,96	683,76	683,53
375	691,14	690,89	690,67	690,46
400	698,29	698,04	697,81	697,60
425	705,66	705,41	705,16	704,96
450	713,24	712,99	712,72	712,53
475	721,03	720,77	720,48	720,31
500	729,01	728,75	728,44	728,29
525	737,19	736,93	736,59	736,46
550	745,57	745,30	744,94	744,82
575	754,13	753,86	753,47	753,37
600	762,87	762,60	762,18	762,10

Для расчета температурной зависимости энтальпии, энтропии и энергии Гиббса использовали интегралы от молярной теплоемкости:

$$H(T) = H(0) + \int_0^T C_p(T) dT, \quad S = \int_0^T C_p(T) d \ln T, \quad G(T) = H(T) - TS(T)$$

Получены следующие уравнения температурных зависимостей энтальпии (Дж/моль) для сплава Zn55Al.

$$H(T) = H(0) + 27.6458T - 0.01875T^2 + 3.0165 \cdot 10^{-5}T^3 - 1.2652 \cdot 10^{-8}T^4, \quad (8)$$

и сплавов с церием, мас. % Ce:

$$\begin{aligned} 0.05\% \text{Ce} \quad H(T) &= H(0) + 27.6959T - 0.0028T^2 + 3.531 \cdot 10^{-6}T^3 - 5.857 \cdot 10^{-10}T^4; \\ 0.1\% \text{Ce} \quad H(T) &= H(0) + 27.7112T - 0.0028T^2 + 3.5323 \cdot 10^{-6}T^3 - 5.851 \cdot 10^{-10}T^4; \\ 0.5\% \text{Ce} \quad H(T) &= H(0) + 27.8568T - 0.0029T^2 + 3.5256 \cdot 10^{-6}T^3 - 5.7522 \cdot 10^{-10}T^4; \end{aligned} \quad (9)$$

Результаты расчёта энтальпии сплава Zn55Al с церием приведены на рис. 3.

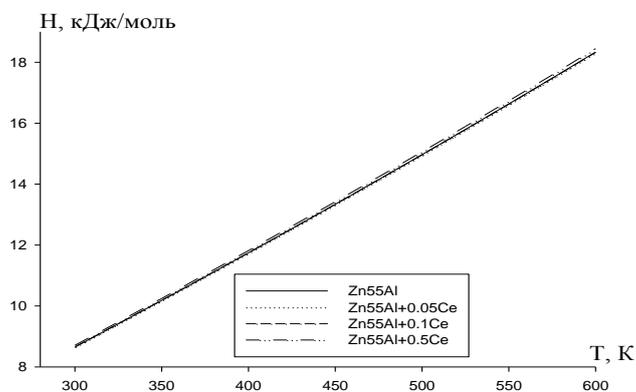


Рис. 3. Температурная зависимость энтальпии для сплава Zn55Al, легированного церием.

Получены следующие уравнения для температурных зависимостей энтропии сплава Zn55Al

$$S(T) = 27.6827 \ln T - 0.0057669T + 5.298 \cdot 10^{-6}T^2 - 7.819 \cdot 10^{-10}T^3, \quad (10)$$

и сплавов с церием, мас. %:

$$\begin{aligned}
 0.05\% \text{ Ce} \quad S(T) &= 27.6959 \ln T - 0.00571T + 5.2965 \cdot 10^{-6} T^2 - 7.8093 \cdot 10^{-10} T^3 \\
 0.1\% \text{ Ce} \quad S(T) &= 27.7112 \ln T - 0.0057T + 5.2985 \cdot 10^{-6} T^2 - 7.8013 \cdot 10^{-10} T^3 \\
 0.5\% \text{ Ce} \quad S(T) &= 27.8568 \ln T - 0.0058T + 5.2885 \cdot 10^{-6} T^2 - 7.6698 \cdot 10^{-10} T^3
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Результаты расчета энтропии по уравнениям (10) через 25 К приведены в табл. 4.

Таблица 4

Рассчитанные значения энтропии (Дж/моль · К)  
для сплава Zn55Al с церием

Т, К	Содержание церия в сплаве Zn55Al, мас. %			
	0,0	0,05	0,1	0,5
300	160,08	160,14	160,22	161,08
325	162,52	162,58	162,66	163,54
350	164,80	164,85	164,94	165,83
375	166,94	167,00	167,08	167,98
400	168,96	169,02	169,11	170,02
450	170,89	170,94	171,03	171,95
475	172,72	172,77	172,86	173,80
500	174,47	174,52	174,61	175,56
525	176,15	176,20	176,29	177,25
550	177,76	177,82	177,91	178,87
575	179,32	179,37	179,46	180,44
600	180,83	180,88	180,97	181,95

Для температурной зависимости энергии Гиббса для сплава Zn55Al:

$$G(T) = -27,6827T(\ln T - 1) - 0,02883T^2 - 1.766 \cdot 10^{-5} T^3 + 1.955 \cdot 10^{-10} T^4
 \tag{12}$$

и сплавов с церием, мас. % Ce:

$$\begin{aligned}
 0.05\% \text{ Ce} \quad G(T) &= -27.6959T(\ln T - 1) - 0,0028T^2 - 1.7655 \cdot 10^{-6} T^3 + 1.9523 \cdot 10^{-10} T^4 \\
 0.1\% \text{ Ce} \quad G(T) &= -27.7112T(\ln T - 1) - 0,0028T^2 - 1.7662 \cdot 10^{-6} T^3 + 1.9492 \cdot 10^{-10} T^4 \\
 0.5\% \text{ Ce} \quad G(T) &= -27.8568T(\ln T - 1) - 0,0029T^2 - 1.7629 \cdot 10^{-6} T^3 + 1.9174 \cdot 10^{-10} T^4
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Результаты расчета температурной зависимости G(T) для сплава Zn55Al с церием через 50 К приведены в табл. 5.

Таблица 5

Температурная зависимость энергии Гиббса (кДж/мол·К)  
для сплава Zn55Al с церием

Т, К	Содержание церия в сплаве Zn55Al, мас. %			
	0,0	0,01	0,03	0,1
300	-39,37	-39,38	-39,40	-39,62
325	-43,40	-43,41	-43,44	-43,67
350	-47,49	-47,51	-47,53	-47,79
375	-51,64	-51,65	-51,68	-51,97
400	-55,84	-55,85	-55,88	-56,19
450	-60,09	-60,10	-60,13	-60,47
475	-64,38	-64,40	-64,43	-64,79
500	-68,72	-68,74	-68,77	-69,15
525	-73,11	-73,12	-73,16	-73,56
550	-77,53	-77,54	-77,59	-78,02
575	-81,99	-82,01	-82,05	-82,51
600	-86,50	-86,51	-86,56	-87,04

В целом, проведенные исследования показали, что с ростом температуры удельная теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, энтальпия и энтропия увеличиваются, а значения энергии Гиббса уменьшаются.

## Литература

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы.– М.: Металлургия, 1986, 247 с.
2. Обидов З.Р.– Физикохимия поверхности и защита материалов. 2012. т.48. №3, с. 305-308.
3. Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Обидов З.Р. Коррозия двойных сплавов алюминия с элементами периодической системы.– Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011, 208 с.
4. Обидов З.Р., Ганиев И.Н.– Журнал прикладной химии. 2012. т.85. №11, с. 1781-1785.
5. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Анодные защитные цинк-алюминиевые покрытия с элементами II группы.– Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 288 с.
6. Низомов З., Гулов Б.Н., Саидов Р.Х., Аvezов З.– Вестник национального университета. 2010. вып. 3 (59), с. 136-141.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,  
Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан,  
Таджикский национальный университет*

**С.Ҷ. Алиханова, И.Н. Ганиев, Р.Х. Саидов, З.Р. Обидов, Ҷ.Г. Шарипов**

**ХОСИЯТИ ГАРМИФИЗИКӢ ВА ФУНКСИЯҶОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӢЛАИ  
Zn55Al, КИ БО СЕРИЙ ҶАВҲАРОНИДА ШУДААСТ**

Дар речаи «хунуккунӣ» таъсири иловаҳои серий дар вобастагии ҳарорати хосиятҳои гармифизикӣ ва функсияҳои термодинамикии хӯлаи Zn55Al таҳқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки бо зиёдшавии миқдори серий ва ҳарорат гармигунҷоиши хос, коэффисиенти гармидиҳӣ, энтропия ва энталпияи хӯлаҳо афзоиш ёфта, қимати энергияи Гиббс кам мешавад.

**S.J. Alikhanova, I.N. Ganiev, R.H. Saidov, Z.R. Obidov, J.G. Sharipov**

**THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND THERMODYNAMIC FUNCTIONS ALLOY Zn55Al,  
DOPED WITH CERIUM**

In the "cooling" to investigate the influence of cerium addition on the temperature dependence of thermal properties and thermodynamic functions alloy Zn55Al. It is shown that with increasing cerium content and temperature increase heat capacity, heat transfer coefficient, enthalpy and entropy alloys, the value of the Gibbs energy decreases.

**Key words:** alloy Zn55Al, cerium, specific heat capacity, enthalpy, entropy, Gibbs energy, the temperature dependence.

**Сведения об авторах**

**Алиханова Сураё Джамшедовна** – 1986 г.р., окончила Хорогского Государственного университета (2008), аспирант Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, автор более 18 научных работ.

**Ганиев Изатулло Наврузович** – 1948 г.р., окончил химико-технологический институт им. С.М. Киров, г.Казань (1970), академик АН Республики Таджикистан, доктор химических наук, профессор, автор свыше 800 научных работ, область научных интересов – физико-химический анализ, материаловедение алюминиевых сплавов, коррозия и защита от коррозии.

**Саидов Рахимджон Хамрокулович** – 1969 г.р., окончил ТТУ им. М.С. Осими (1993), кандидат технических наук, доцент, область научных интересов – физико-химический анализ, материаловедение алюминиевых сплавов, коррозия и защита от коррозии.

**Обидов Зиёдулло Рахматович** – 1982 г.р., окончил ТТУ им. М.С. Осими (2004), кандидат технических наук, доцент, заведующей кафедрой «Технология электрохимических производств» ТТУ им. М. Осими, автор более 175 научных работ, область научных интересов – физико-химия сплавов, материаловедение цинк-алюминиевых сплавов и защита от коррозии.

**Шарипов Джурабек Гулович** – 1985 г.р., окончил Таджикского национального университета (2007), соискатель Таджикского национального университета, автор 5 научных работ, область научных интересов – теплофизические свойства сплавов.

Дж. Н. Алиев

### ТВЕРДОСТЬ СПЛАВОВ Zn5Al И Zn55Al, ЛЕГИРОВАННОГО ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Анализ измерения твёрдости цинк – алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированного щелочноземельными металлами (Ca, Sr, Ba) показал увеличение твёрдости исходных сплавов. В целом добавки щелочноземельных металлов в состав исходных цинк – алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al повышает твёрдость.*

**Ключевые слова:** цинк-алюминиевый сплав – кальций – стронций – барий – твёрдость – сплав Zn5Al – сплав Zn55Al – измерения твёрдости.

Измерение твердости является одним из широко распространенных видов механических испытаний металлов [1]. Широкое применение этого вида испытаний обусловлено следующими его преимуществами:

- измерение твердости проводится, как правило, без разрушения изделия (образца) и, следовательно, может проводиться непосредственно на готовой детали. Габариты деталей при этом могут колебаться в очень широких пределах – от нескольких десятых и сотых долей миллиметра (часовые пружины) до нескольких метров (станины станков, валки прокатных станов);
- методики измерения твердости и подготовки испытуемых образцов сравнительно просты и оперативны; их легко освоить;
- приборы и оборудование для измерения твердости, как правило, проще, чем при других методах испытаний. Их можно установить в любой лаборатории или в соответствующем участке цеха;
- по полученному значению твердости можно сделать предварительные выводы о других механических свойствах металла (сплава), так как большинство свойств металлов и сплавов определяются одним и тем же показателем – его структурой;
- измерение твердости позволяет судить о наличии (или отсутствии) в деталях упрочненных поверхностей в результате различных видов термической обработки сплавов, связанной с изменением структуры по сечению детали.

В данной работе представлены результаты исследования твердости по Бринеллю сплавов системы цинк – алюминий – щелочноземельные металлы (ЩЗМ), где ЩЗМ- кальций, стронций и барий не прошедших термическую обработку. Исследования проведено на приборе ТШ-2. Испытанию подвергались образцы толщиной 5 мм, диаметром 16мм. Результаты испытания представлены в таблице.

Цинк является одним из основных легирующих элементов алюминиевых сплавов (как медь, магний). Цинк ухудшает свариваемость алюминия и его сплавов. Увеличение содержания цинка в алюминии приводит к значительному росту горячеломкости сплавов. С введением цинка в алюминий повышается вязкость расплава. Это отрицательно влияет на способность жидкой фазы залечивать трещины в кристаллизации металла. Цинк – один из немногих элементов, понижающих модуль упругости алюминия [2].

Сплавы Al-Zn относятся к группе термически упрочняемых. Эффект термической обработки (закалка + естественное старение) - невелик (12...15 МПа). Увеличение цинка в сплаве до 6% повышает модуль упругости с 80 до 130 МПа, при этом пластичность основного металла и сварного соединения значительно падает (со 180 до 110).

Как видно из таблицы при добавке в состав цинк – алюминиевых сплавов, щелочноземельных элементов до 0,05 мас.% твердость исходных сплавов увеличиваются незначительно.

Таблица

Твердость сплавов Zn5Al и Zn55Al легированного кальцием, стронцием и барием.

№ n/n	Состав сплавов, мас. %	Нагрузка P, кг	Диаметр шарика D, мм	Диаметр отпечатка d, мм	Твёрдость НВ, кг/мм <sup>2</sup>
1	Zn5Al	250	5	2,8	37
2	Zn5Al + Ca 0.005%	250	5	2,7	40
3	Zn5Al + Ca 0.01%	250	5	2,4	52
4	Zn5Al + Ca 0.05%	250	5	2,4	52
5	Zn5Al + Ca 0.1%	250	5	2,3	57
6	Zn5Al + Ca 0.3%	250	5	2,2	63

7	Zn5Al + Sr0.005%	250	5	2,5	48
8	Zn5Al + Sr0.01%	250	5	2,4	52
9	Zn5Al + Sr0.05%	250	5	2,3	57
10	Zn5Al + Sr0.1%	250	5	2,2	63
11	Zn5Al + Sr0.3%	250	5	2,1	69
12	Zn5Al + Ba0.005%	250	5	2,6	44
13	Zn5Al + Ba0.01%	250	5	2,4	52
14	Zn5Al + Ba0.05%	250	5	2,3	57
15	Zn5Al + Ba0.1%	250	5	2,2	63
16	Zn5Al + Ba0.3%	250	5	2	76
17	Zn55Al	250	5	2,7	40
18	Zn55Al + Ca 0.005%	250	5	2,5	48
19	Zn55Al + Ca 0.01%	250	5	2,4	52
20	Zn55Al + Ca 0.05%	250	5	2,3	57
21	Zn55Al + Ca 0.1%	250	5	2,2	63
22	Zn55Al + Ca 0.3%	250	5	2	76
23	Zn55Al + Sr0.005%	250	5	2,5	48
24	Zn55Al + Sr0.01%	250	5	2,2	63
25	Zn55Al + Sr0.05%	250	5	2	76
26	Zn55Al + Sr0.1%	250	5	1,8	95
27	Zn55Al + Sr0.3%	250	5	1,7	107
28	Zn55Al + Ba0.005%	250	5	2,5	48
29	Zn55Al + Ba0.01%	250	5	2,4	52
30	Zn55Al + Ba0.05%	250	5	2,3	57
31	Zn55Al + Ba0.1%	250	5	2,1	69
32	Zn55Al + Ba0.3%	250	5	2	76

Дальнейшее повышение концентрации легирующих добавок приводит к значительному увеличению твердости сплавов. Наибольшее положительное воздействие на исходный цинк-алюминиевый сплав Zn5Al оказывают добавки бария, содержащие 0.3 мас.% (рис.1).

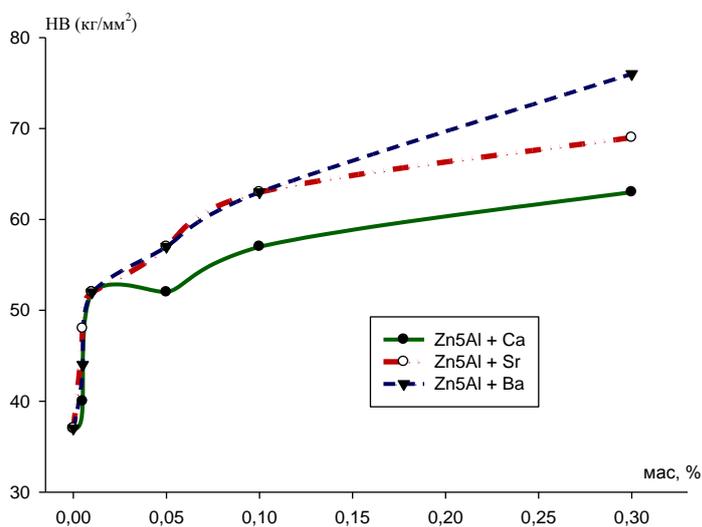


Рис. 1. Диаграмма изменений твердости сплава Zn5Al с увлечением концентрации ЦЗМ.

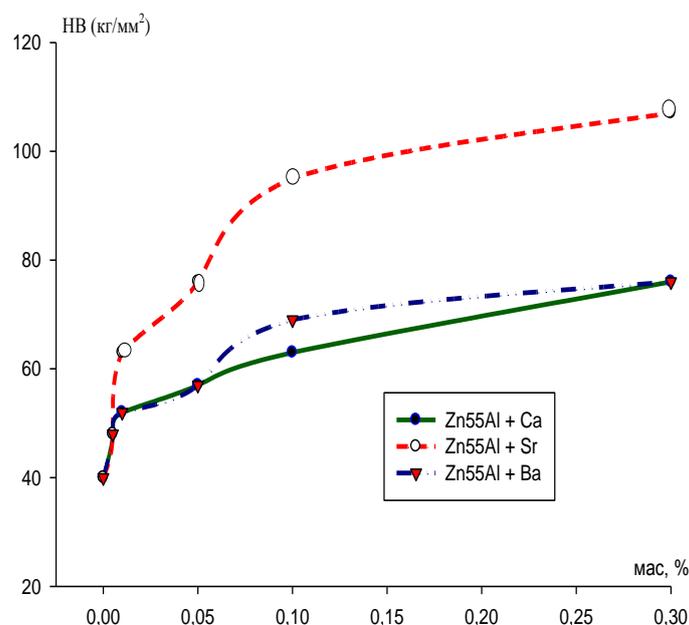


Рис. 2. Диаграмма изменений твердости сплава Zn55Al с увлечением концентрации ЦЗМ.

Наибольшее положительное воздействие на исходный цинк-алюминиевый сплав Zn55Al оказывают добавки стронция, содержащий 0,3 мас.% (рис.2).

Повышение твердости в цинк-алюминиевых сплавах, легированных щелочноземельными металлами, обусловлено образованием интерметаллических соединений  $SrAl_2$ – $SrAlZn$  и  $SrAlZn$ – $SrZn_2$ ;  $BaAl_2$ – $BaAlZn$  и  $BaAlZn$ – $BaZn_2$  [3-4].

В целом, добавки щелочноземельных металлов (Ca, Sr, Ba) в состав исходных цинк-алюминиевых сплавах Zn5Al и Zn55Al повышает твердость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И.О. Думанский, В.М. Александров, В.Л. Сытин. Измерение твердости металлов и сплавов: методическая указания к выполнению лабораторной работы по материаловедению. – Архангельск: САФУ, 2013. – 18 с.
2. Бочвар А.А., Свидерская З.А. Явление сверхпластичности в сплавах цинка с алюминием // Изв. АН СССР. ОТН., 1945, № 9.- С.821-824.
3. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Назаров Х.М. Металлургия стронция и его сплавов. – Душанбе: Дониш, 2000. –190с.
4. Х.М.Назаров, А.В.Вахобов, И.Н.Ганиев, Т.Д.Джураев. Барий и его сплавы. – Душанбе: Дониш, 2001. –211с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

**Ч.Н.Алиев**

#### САХТИИ ХҶЛАҶОИ Zn5Al ВА Zn55Al БО МЕТАЛҶОИ ИШҚОРЗАМИНИ ЧАВҶАРОНИДАШУДА

Таҳлили муайян намудани саҳтии хӯлаҳои рӯҳ – алюминий Zn5Al ва Zn55Al бо металҳои ишқорзаминӣ (Ca, Sr, Ba) чавҷаронидашуда, зиёдшавии саҳтии хӯлаҳои ибтидоиро нишон дод. Дар умум иловаи металҳои ишқорзаминӣ ба таркиби хӯлаҳои ибтидоии рӯҳ – алюминий Zn5Al ва Zn55Al саҳтиро зиёд мекунад.

**Вожаҳои калидӣ:** хӯлаи руҳ-алюминий, калсий, стронсий, барий, саҳтӣ, хӯлаи Zn5Al, хӯлаи Zn55Al, чен кардани саҳтӣ.

**J.N. Aliev**

**HARDNESS OF THE ALLOY AND Zn5AlZn55Al, DOPED ALKALINE EARTH METAL**

Analysis of measuring the hardness of zinc - aluminum alloys and Zn5Al Zn55Al, doped alkaline earth metals (Ca, Sr, Ba) showed an increase in the hardness of the starting alloys. In general, supplements alkaline earth metals in the raw zinc - aluminum alloys and Zn5Al Zn55Al increases hardness.

**Key words:** zinc-aluminum alloy - calcium - strontium - barium - hardness - alloy Zn5Al - alloy Zn55Al - hardness measurements.

**Сведения об авторе**

**Алиев Джамшед Насридинович** – 1972 г.р., окончил ТТУ им.акад. М.С. Осими (1994), кандидат технических наук, и.о.доцента кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» Механико-технологического факультета, автор более 32-ух научных работ.

А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, И. Ганиев, А.Ю. Бурцев, Ф.А. Гафаров

### СПОСОБ И СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРА ТКР-11

На сегодняшний момент до 70% от общего количества двигателей внутреннего сгорания оснащают системой газотурбинного наддува, надежность которых не отвечает требованиям. Разработана и предложена конструкция стенда для исследования надежности турбокомпрессоров автотракторных двигателей, результатам исследования которой посвящена данная статья. Выявлено, что при взаимном сочетании гидроаккумулятора и тормозного устройства достигается увеличение эксплуатационной надежности турбокомпрессора автотракторной техники.

**Ключевые слова:** автомобили и тракторы, система смазки, турбонаддув, турбокомпрессор, диагностирование, выбег турбокомпрессора, тормозное устройство, надежность.

**Актуальность темы.** Распространенным способом повышения мощности ДВС является - газотурбинный наддув. Но, в тот же момент газотурбинный наддув имеет существенный недостаток - недостаточная эксплуатационная надёжность турбокомпрессора (ТКР) [1-8].

Повысить эксплуатационную надежность позволяет применение гидроаккумулятора в системе смазки ДВС [3, 5, 6, 7, 8].

Исходя из вышеизложенного, **целью работы является** повышение эксплуатационной надёжности турбокомпрессоров ДВС на основе совершенствования процесса смазки применением гидроаккумулятора.

Были сформулированы следующие **задачи исследования:** 1. Провести анализ причин низкой эксплуатационной надежности турбокомпрессоров в эксплуатации; 2. Теоретически определить факторы, влияющие на задержку поступления масла к узлам двигателя, а также возможный отвод тепла из зоны подшипника ТКР при его выбеге; 3. Изготовить установку для испытания турбокомпрессоров, определить параметры ее работы на различных режимах; 4. Провести стендовые испытания и изучить взаимосвязи параметров процесса торможения ротора при использовании в конструкции гидроаккумулятора и тормозного устройства.

**Теоретические исследования.** Время поступления масла к узлам двигателя. Этот фактор зависит от технического состояния двигателя, конструктивных особенностей системы смазки, вязкостно-температурных характеристик масла и производительности масляного насоса [5].

Время поступления масла можно определить из выражения:

$$\tau_{\text{зап}} = \frac{V_{\text{см}} - V_{\text{ост}}}{Q_{\text{д}} - Q_{\text{ут}}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{см}}$  – объём смазочной системы;  $V_{\text{ост}}$  – объём масла, который остаётся в смазочной системе (масло не стекает из фильтров и частично остаётся в маслопроводах);  $Q_{\text{д}}$  – действительная производительность масляного насоса;  $Q_{\text{ут}}$  – величина утечек из системы смазки в картер за единицу времени.

Величина утечек масла в картер состоит из следующих составляющих:

$$Q_{\text{ут}} = Q_{\text{диф}} + Q_{\text{ред}} + Q_{\text{чф}} + Q_{\text{уз}}, \quad (2)$$

где  $Q_{\text{диф}}$  – расход масла через дифференциальный клапан (перепуск масла во всасывающую магистраль насоса);  $Q_{\text{ред}}$  – расход масла через редукционный клапан;  $Q_{\text{чф}}$  – расход масла через фильтр;  $Q_{\text{уз}}$  – утечка масла через узлы и сопряжения двигателя.

Если рассматривать низкую скорость фильтрации в качестве основного фактора увеличения времени поступления масла к деталям при холодном пуске, то время задержки будет определяться следующим выражением:

$$\tau_{\text{зап}} = \frac{V_{\text{см}} - V_{\text{ост}}}{Q_{\text{пф}} + \alpha_{\text{кф}} Q_{\text{кф}}}, \quad (3)$$

где  $V_{CM}$  - объём смазочной системы;  $V_{OCT}$  - объём масла, который остаётся в смазочной системе от предыдущей работы;  $\alpha_{K\Phi}$  - коэффициент, учитывающий колебательный процесс клапана;  $Q_{ПФ}$  - расход масла через полнопоточный фильтр;  $Q_{K\Phi}$  - расход масла через перепускной клапан фильтра.

Расход масла через поры фильтра можно записать:

$$Q_{ПФ} = Z_{ПФ} \frac{\Delta P}{\delta_{\phi} \cdot \eta}, \quad (4)$$

где  $\Delta P$  - перепад давления на фильтре;  $\eta$  - динамическая вязкость масла;  $Z_{ПФ}$  - проницаемость пористого материала фильтра;  $\delta_{\phi}$  - толщина фильтрующей перегородки.

Согласно [6], пропускная способность клапана определяется выражением:

$$Q_{K\Phi} = \mu_{K\Phi} S_{Щ} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (5)$$

где  $\mu_{K\Phi}$  - экспериментальный коэффициент расхода клапана;  $S_{Щ} \approx \pi \cdot d_{K\Phi} \cdot h \cdot \sin \beta_{K\Phi}$  - площадь щели клапана;  $d_{K\Phi}$  - диаметр отверстия клапана;  $h$  - высота поднятия клапана;  $\beta_{K\Phi}$  - угол конуса клапана;  $\Delta P$  - перепад давления в клапане.

Экспериментальный коэффициент  $\mu_{K\Phi}$  зависит от числа Рейнольдса  $Re = \frac{2h}{\nu} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$ , где  $\nu$

- кинематическая вязкость масла. При малых значениях  $Re$  данная зависимость приближается к линейной:

$$\mu_{K\Phi} = k \frac{2h}{\nu} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (6)$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности (определяется экспериментально).

Окончательное выражение для расхода масла через клапан:

$$Q_{K\Phi} = 4k\pi d_{K\Phi} h^2 \sin \beta_{K\Phi} \frac{\Delta P}{\eta}, \quad (7)$$

Время запаздывания поступления масла к узлам двигателя:

$$\tau_{зап} = \frac{\eta}{\Delta P} \left( \frac{V_{CM} - V_{OCT}}{\frac{Z_{ПФ}}{\delta_{\phi}} + 4\alpha_{K\Phi} k \pi d_{K\Phi} h^2 \sin \beta_{K\Phi}} \right), \quad (8)$$

где  $\alpha_{K\Phi}$  - экспериментальный коэффициент, характеризующий зависимость расхода клапана от числа  $Re$ ;  $d_{K\Phi}$  - диаметр отверстия клапана;  $h$  - высота поднятия клапана;  $\beta_{K\Phi}$  - угол конуса клапана.

Таким образом, время запаздывания прямо пропорционально вязкости масла и обратно пропорционально перепаду давления на фильтре. Перепад давления сначала растёт до определённой величины, а затем, по мере заполнения системы маслом, начинает снижаться. Вязкость масла также является переменной. Она снижается по мере прогрева масла.

Подача масла для смазывания подшипника ТКР осуществляется через полость, образованную между опорными поясками, где ротор вращается с частотой  $40000 \text{ мин}^{-1}$ . При непосредственной подаче масла в пустотелую полость подшипника происходит трение между валом и маслом с выделением большого количества тепла. При этом значительная часть энергии вращения ротора затрачивается на преодоление сил внутреннего трения масла, которая превращается в тепло, и в результате чего снижается КПД турбокомпрессора.

Произведем расчет сил трения и роста температуры, если длина подшипника  $l = 0,07$  м, его диаметр  $d = 0,0179$  м, скорость вращения  $n = 40000 \text{ мин}^{-1}$  принимаем нагрузку в подшипнике  $w = 200$  Н.

Применяемое масло для смазки подшипника турбокомпрессора - Лукойл Люкс турбодизель SAE 10W40 API CF, рабочая расчетная температура масла на входе +100°C, температура вспышки +220°C.

Динамическая вязкость масла  $\mu = 0,02 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$  (при +50°C, [5]). Учитывая рост температуры в подшипнике, для расчетов принимаем ( $\mu = 0,006 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$  (при +140°C [5])).

Плотность масла  $\rho = 830 \text{ кг/м}^3$ ; теплоёмкость масла  $c = 1800 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ ; давление масла на входе  $P_e = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ; диаметр вала  $d = 0,0179 \text{ м}$ ; диаметр отверстия  $d_0 = 0,018 \text{ м}$ ; диаметральный зазор  $2\Delta = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ ; относительный зазор  $\varphi = \frac{2\Delta}{d} = 3,346 \cdot 10^{-3}$ .

Принимаем, что длина подшипника  $l = 0,070 \text{ м}$  равна длине всей втулки, откуда  $\frac{l}{d} = \frac{0,070}{0,0179} = 3,9$ .

$$\text{Удельная нагрузка: } P_m = \frac{w}{l \cdot d}, \text{ Н/м}^2 \quad (9)$$

$$\text{Угловая скорость вращения: } \omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \text{ с}^{-1} \quad (10)$$

$$\text{Окружная скорость вращения вала: } v = \omega \cdot \frac{d}{2}, \text{ м/с} \quad (11)$$

$$\text{Характеристика режима работы подшипника: } \lambda_1 = \frac{\mu \cdot \omega}{P_m}, \quad (12)$$

$$\text{Коэффициент нагруженности подшипника: } \Phi_r = \frac{w \cdot \psi^2}{l \cdot d \cdot \omega \cdot \mu_{140}}, \quad (13)$$

Коэффициент трения в подшипнике, учитывающий потери в масле:

$$f = \left[ \frac{\pi}{\Phi_r} + 0,55 \left( \frac{l}{d} \right)^{1,5} \right] \cdot \psi, \quad (14)$$

Мощность, выделяющаяся в подшипнике за счет трения:

$$N_{mp} = w \cdot f \cdot v, \text{ Вт} \quad (15)$$

$$\text{Момент сил трения в подшипнике: } M_{mp} = \frac{N_{mp}}{\omega}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (16)$$

$$\text{Коэффициент сопротивления вращению: } \xi = \frac{2 \cdot \varphi \cdot M_{mp}}{\mu_{140} \cdot \omega \cdot l \cdot d^2}, \quad (17)$$

Результаты расчета по 9-17 представлены в таблице 1.

Таблица 1.

$P_m, \text{ Н/м}^2$	$\omega, \text{ с}^{-1}$	$v, \text{ м/с}$	$\lambda_1$	$\Phi_r$	$f$	$N_{mp}, \text{ Вт}$	$M_{mp}, \text{ Н} \cdot \text{м}$	$\zeta$
$1,593 \cdot 10^5$	$4,189 \cdot 10^3$	37,553	$1,577 \cdot 10^{-4}$	0,071	0,162	$1,219 \cdot 10^3$	0,291	3,443

Приращение температуры в смазочном слое:

$$\Delta t = \frac{\xi \cdot \omega \cdot \mu_{140}}{c \cdot \rho \cdot \varphi^2 \cdot q}, \quad (18)$$

$$\Delta t = \frac{3,443 \cdot 4,189 \cdot 10^3 \cdot 0,006}{1800 \cdot 830 \cdot (3,346 \cdot 10^{-3})^2 \cdot q} = \frac{2,966}{q}$$

Выразим  $q$  через расход масла, в результате получим:

$$\Delta t = \frac{2,966 \cdot 0,5 \cdot \varphi \cdot \omega \cdot l \cdot d^2}{Q}, \quad (19)$$

Результаты расчета значения приращения температуры в смазочном слое при различных значениях величины расхода масла через подшипник ТКР представлены в таблице 2.

Таблица 2

$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$
$q, \text{л/мин}$	1	2	3	4	5
$\Delta t, \text{°C}$	27,5	14,1	9,3	7,1	5,6

На основании полученных данных построим зависимость приращения температуры в смазочном слое ( $\Delta t, \text{°C}$ ) от величины расхода масла через подшипник ТКР  $Q, \text{м}^3/\text{с}$  (рисунок 1).

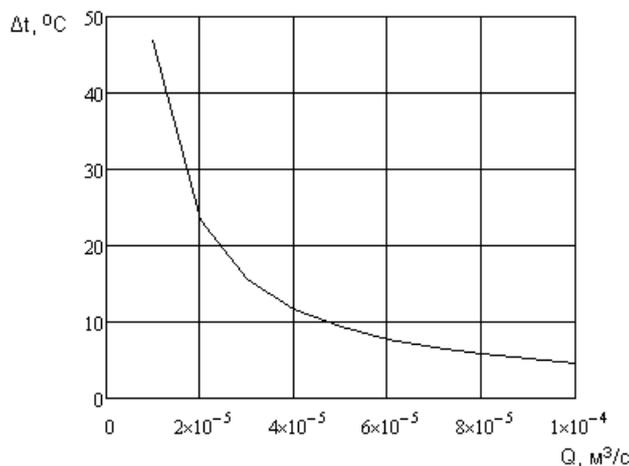


Рисунок 1 - Зависимость приращения температуры в смазочном слое ( $\Delta t, \text{°C}$ ) от величины расхода масла через подшипник ТКР  $Q, \text{м}^3/\text{с}$

Из графика на рисунке 1 видно, что при  $Q = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  (1 л/мин) приращение температуры в смазочном слое составляет  $\Delta t = 27,5 \text{ °C}$ .

При температуре масла в системе  $t_{\text{вх}} = +100 \text{ °C}$  максимальная температура по условиям работы подшипника должна составлять не более  $t_{\text{max}} = 100 + 40 = +140 \text{ °C}$ . Для обеспечения безаварийной работы подшипника ТКР подбираем гидроаккумулятор емкостью 2 литра с характеристикой расхода  $Q = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  (2 л/мин). При этом приращение температуры в смазочном слое составляет  $\Delta t = 14,1 \text{ °C}$ , что согласуется с нормативными требованиями.

**Результаты экспериментальных исследований.**

В результате экспериментальных исследований были получены графики изменения выбега ротора турбокомпрессора (рисунки 2, 3, 4).

Испытания были проведены в нескольких режимах: частоту вращения ротора турбокомпрессора доводили последовательно до 10000, 20000 и 40000  $\text{мин}^{-1}$  и производили фиксацию времени выбега ротора ТКР последовательно: ряд 1 - выбег ротора в штатном режиме; ряд 2 - выбег ротора с включённым гидроаккумулятором; ряд 3 - выбег ротора с включённым тормозным устройством; ряд 4 - выбег ротора с включённым гидроаккумулятором и тормозным устройством.

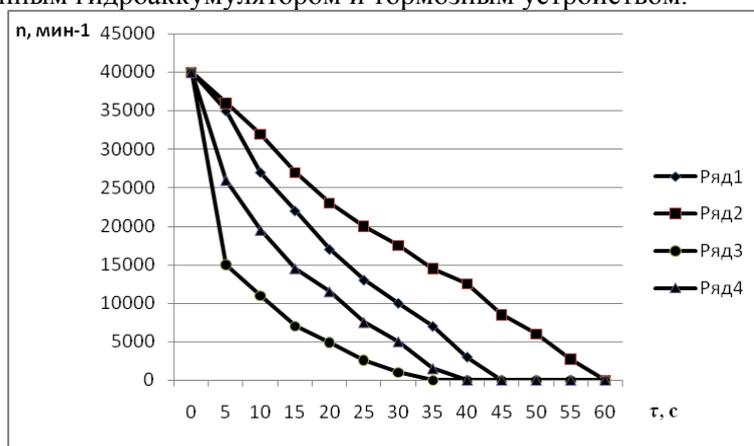


Рисунок 2 – Изменение времени выбега  $t, \text{с}$  ротора турбокомпрессора при исходной частоте вращения  $n = 40000 \text{ мин}^{-1}$ : ряд 1 - выбег ротора в штатном режиме; ряд 2 - выбег ротора с включённым

гидроаккумулятором; ряд 3 - выбег ротора с включённым тормозным устройством; ряд 4 - выбег ротора с включённым гидроаккумулятором и тормозным устройством  
 На рисунках 3 и 4 приведены те же обозначения, что и на рисунке 2.

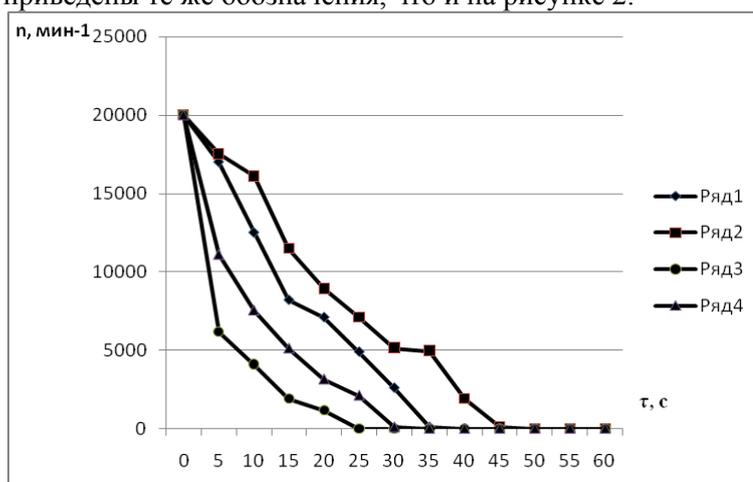


Рисунок 3 – Изменение времени выбега  $t$ , с ротора турбокомпрессора при исходной частоте вращения  $n=20000 \text{ мин}^{-1}$

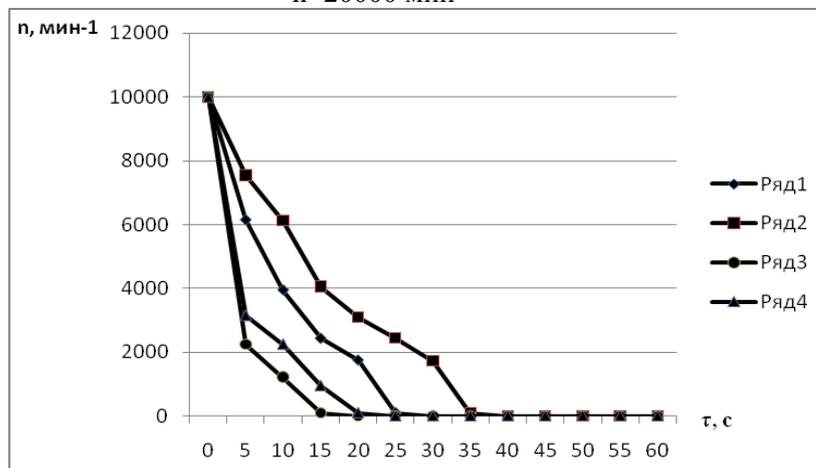


Рисунок 4 – Изменение времени выбега  $t$ , с ротора турбокомпрессора при исходной частоте вращения  $n=10000 \text{ мин}^{-1}$

Истечение масла из гидроаккумулятора продолжается 51 секунду. Как видно из рисунков 8 и 9, выбег ТКР намного меньше по времени. Поэтому на режимах  $n=10000, 20000 \text{ мин}^{-1}$  опасности сухого трения не возникает.

При установлении  $40000 \text{ мин}^{-1}$ : выбег ротора в штатном режиме составил 41 секунду (кривая 1); при использовании гидроаккумулятора выбег ротора увеличился до 57 секунд (кривая 2); при использовании гидроаккумулятора и тормозного устройства выбег ротора сократился до 37 секунд (кривая 4); при использовании только тормозного устройства выбег ротора составил 32 секунды (кривая 3).

При этом из рисунка 2 видно, что кривая истечения масла из гидроаккумулятора продолжается до временного значения 51 секунды. Следовательно, при использовании гидроаккумулятора и тормозного устройства при внезапной остановке ротора ТКР удастся избежать полусухого и сухого трения, а следовательно продлить срок службы ТКР.

**Выводы:**

Оснащённость современных автотракторных дизелей системой газотурбинного наддува уже достигла 70% от общего количества ДВС. Однако имеется существенный недостаток - низкая эксплуатационная надёжность турбокомпрессора. Для повышения эксплуатационной надёжности турбокомпрессора предложен стенд для исследования ТКР, оснащенный гидроаккумулятором и тормозным устройством.

В результате экспериментальных исследований установлено: при установлении  $40000 \text{ мин}^{-1}$ : выбег ротора в штатном режиме составил 41 секунду (кривая 1); при использовании гидроаккумулятора выбег ротора увеличился до 57 секунд (кривая 2); при использовании гидроаккумулятора и тормозного устройства выбег ротора сократился до 37 секунд (кривая 4). При этом из рисунка 3 видно, что кривая

истечения масла из гидроаккумулятора продолжается до временного значения 51 секунды. Предлагаемая система проявляет свой результат в виде исключения возникновения помпажа при работе тормозного устройства ротора турбокомпрессора, исключает влияние температуры окружающей среды на температуру масла в гидроаккумуляторе, повышает эксплуатационную надёжность подшипников, ротора, корпуса и турбокомпрессора в целом, увеличивает срок его службы.

### Литература

1. Малаховецкий А.Ф. Повышение надёжности турбокомпрессоров автотракторных двигателей путём снижения их теплонапряжённости // Дис. канд. техн. наук. Саратов. – 2005 – 141 с.
2. Денисов А.С. Обеспечение надёжности автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. Саратов. гос. техн. ун-т (Саратов). – Саратов: СГТУ, – 2007, – 422 с.
3. Румянцев В.В., Тиунов С.В., Биктимиров Р.Л. Регулирование турбокомпрессоров автомобильных дизелей. (Монографические исследования: техника). Министерство образования и науки; Камская госуд. инж.-экон. акад.- Наб. Челны: Изд-во Камской госуд. инж.-экон. акад., – 2009, – 215 с.
4. Коркин А.А. Повышение долговечности турбокомпрессоров автотракторных двигателей путём использования гидроаккумулятора в системе смазки. Автореферат дисс... на соискание ученой степени кандидата технических наук. Саратов, – 2010, – 24 с.
5. Захаров В.П. Совершенствование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла двигателей КАМАЗ-ЕВРО с учётом изменения технического состояния. Автореферат дисс... канд. техн. наук. Саратов. – 2011. – 24 с.
6. Гриценко А.В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания (экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей). Дис... докт. техн. наук. Челябинск. – 2014. – 397 с.
7. Плаксин А.М. и др. Продление срока службы турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора в системе смазки // Плаксин А.М., Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Глемба К.В., Лукомский К.И. Фундаментальные исследования, М.: – № 6 (часть 4), – 2014, – С. 728-732.
8. Плаксин А.М. и др. Увеличение надёжности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора // Плаксин А.М., Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Глемба К.В., Лукомский К.И. Вестник Красноярского ГАУ, – № 8, – 2014, – С. 176-180.

**А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, И. Ганиев, А.Ю. Бурцев, Ф.А. Гафаров**

### СТЕНД ВА УСУЛИ ТАШХИСИ ТУРБОКОМПРЕССОРИ ТКР-11

Чи тавре, ки таткикотҳои илми нишон дод дар замони хозира 70% муҳарриқҳои дарунсуз бо системаи дудкаши гидротрубини тачхизонида буда эътимодинати истифодабарии он паст мебошад. Аз ин лихоз мақола ба усули ташхиси турбокомпрессорҳо дар сенди нави пешниҳод шуда, ки таркибаш аз гидроаккумулятор ва тачхизоти боздори иборат мебошад бахшида шудааст. Дар натиҷаи татқиқот муайян карда шудааст, ки истифодаи якҷояи гидроаккумулятор ва механизми боздори эътимодинати кории турбокомпрессоро якҷанд маротиба баланд мегардонад.

**A.V. Gritsenko, A.M. Plaxin, I. Ganiev, A.Y. Burtsev, F.A. Gafarov**

### METHOD AND STAND FOR DIAGNOSING TURBOCHARGER TCR-11

To date, 70% of the total number of internal combustion engines equipped with turbocharged system. From the analysis of research papers on the subject, it follows that the reasons for the low operational reliability of turbochargers, are: low training of operators of tractors and vehicles do not comply with the start sequence, warm and equipped with a turbocharged diesel engine stops, the wrong choice of modes of engine design flaws and shortcomings in the work operational service.

### Сведения об авторах

**Гриценко Александр Владимирович**, доктор технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация автотранспорта и производственное обучение», Челябинская государственная агроинженерная академия. Область научных интересов – безразборная диагностика узлов и систем автомобиля, надёжность технических систем. Тел. 89193580484; e-mail: [alexgrits13@mail.ru](mailto:alexgrits13@mail.ru)

**Плаксин Алексей Михайлович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», Челябинская государственная агроинженерная академия. Область научных интересов – диагностика узлов и систем автомобиля, обеспечение работоспособности машин. Тел. 89127986329; e-mail: [alexgrits13@mail.ru](mailto:alexgrits13@mail.ru)

**Ганиев Иномджон**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Агротехнология» Политехнического института Таджикского технического университета им. акад. М. Осими. Область научных интересов – механизация процессов в растениеводстве, надежность технических систем. Тел. (+992)8901165; e-mail: [inom.ganiev13@mail.ru](mailto:inom.ganiev13@mail.ru)

**Бурцев Александр Юрьевич**, инженер, ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия»; тел. (+992)906-920-67-25 [burceval2009@yandex.ru](mailto:burceval2009@yandex.ru)

**Гафаров Фаридун Абдулазизович** - инженер, аспирант кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими (ТТУ). Область научных интересов – эксплуатация автомобильного транспорта.

**Юнусов М.Ю., Сахибов Н.Б., Сохибов А.Б.**

### СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТОПКОКСКОГО ПАЛЫГОРСКИТА

*В статье приводятся результаты изучения сорбционной активности палыгорскитовых глин месторождения Топкок по отношению к продуктам старения отработанных промышленных масел.*

**Ключевые слова:** палыгорскит, промышленное масло, адсорбция, оптическая плотность.

Бентонитовые и бентонитоподобные глины получили большое распространение во многих отраслях народного хозяйства. Большие запасы и доступные цены природных сорбентов определили дальнейшее их применение в технологических схемах вторичной переработки и регенерации нефтяных и растительных масел [1].

С точки зрения природоохраны, перспективным направлением использования данных природных материалов является использование их в виде адсорбентов для очистки отработанных моторных, промышленных, трансформаторных и др. масел. Известно, что 1 т отработанных нефтяных масел может привести в негодность объем питьевой воды суточного потребления города с населением 30 тыс. чел. Имеются другие многочисленные факты загрязнения окружающей среды этими видами нефтепродуктов.

В технологическом плане, в отличие от бентонитов, палыгорскитовые глины не нашли широкого применения, вероятнее всего ввиду незначительных мировых запасов. Однако они представляют научный интерес, прежде всего, из-за большой адсорбционной ёмкости и избирательности к продуктам окисления масел. В связи с этим научными сотрудниками Таджикского технического университета им. акад. М.С.Осими были проведены исследования по выявлению эффективности сорбционных свойств палыгорскитов месторождения Топкок Республики Таджикистан.

Глины месторождения Топкок преимущественно состоят из палыгорскита. В табл. 1 приведен химический состав образцов указанных глин.

Обращает внимание несколько повышенное содержание окиси магния в глинах месторождения Топкок, где в средней части гиварского горизонта в глинистой пачке мощностью до 18 м обнаружены исключительно монтмориллонитовые глины (3-5 м). В пробах №982-987, представляющих данный разрез, концентрации окиси магния составляют 4,08-6,85%. Этот факт может свидетельствовать о присутствии в породе небольшой примеси палыгорскита, т.к. непосредственно выше по разрезу залегает пачка, собственно палыгорскитовых глин мощностью от 6 до 13 м. По результатам рентгеноструктурного и электронномикроскопического анализов глины установлено, что описываемые толщи на 50% и более состоят из минерала палыгорскита, а во фракциях диаметром 0,001 мм содержание этого минерала достигает 85-90%. Химические анализы палыгорскитовых глин сузакского яруса разреза Топкок сходны между собой. По химическому составу палыгорскитовые глины близки к бентонитам и бентонитовым глинам, о чем свидетельствуют количественные содержания  $\text{SiO}_2$  (52,40-55,88%) и окиси щелочных металлов:  $\text{Na}_2\text{O}$  (0,30-1,35%) и  $\text{K}_2\text{O}$  (2,33-2,89%). Несколько ниже, чем в чистых бентонитах, содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10,83-12,92%). Содержание окиси кальция в общем невысокое (1,13-3,10%), что может быть обусловлено несколько увеличенной

концентрацией MgO (5,10-6,85%) в палыгорскитовых глинах. Содержание SO<sub>3</sub> низкое – 0,13 – 0,42%, в единичных образцах повышается до 1,3% за счет вторичного гипса [3]. Химические анализы

Таблица 1

Химический состав образцов палыгорскита Топкокского месторождения

№ образцов	Компоненты, % масс.														
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
982	54,50	0,60	11,78	3,68	0,65	0,04	6,85	3,11	0,30	2,33	15,28	4,42	1,10	0,22	0,45
983	52,40	0,70	12,92	4,08	0,65	0,05	5,21	5,08	0,42	2,73	14,54	4,20	3,30	0,39	0,78
984	44,90	0,56	10,83	3,66	0,58	0,06	5,10	11,56	0,46	2,41	18,32	3,54	8,52	0,42	0,70
985	55,84	0,60	12,92	9,36	0,58	0,04	5,51	1,41	0,76	2,89	13,08	5,06	0,01	1,30	0,41
986	55,88	0,60	12,92	4,12	0,61	0,04	5,51	1,13	1,35	2,89	13,98	5,66	0,55	0,13	0,41
987	52,56	0,60	11,78	3,86	0,58	0,04	5,71	5,92	0,40	2,73	14,8	3,66	4,40	0,38	0,84
988	39,62	0,76	10,26	4,26	0,22	0,05	2,44	16,64	0,90	1,65	20,60	3,82	4,28	0,63	1,60

палыгорскитовых глин сузакского яруса разреза Топкок сходны между собой. По химическому составу палыгорскитовые глины близки к бентонитам и бентонитовым глинам, о чем свидетельствуют количественные содержания SiO<sub>2</sub> (52,40-55,88%) и окиси щелочных металлов: Na<sub>2</sub>O (0,30-1,35%) и K<sub>2</sub>O (2,33-2,89%). Несколько ниже, чем в чистых бентонитах, содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10,83-12,92%). Содержание окиси кальция в общем невысокое (1,13-3,10%), что может быть обусловлено несколько увеличенной концентрацией MgO (5,10-6,85%) в палыгорскитовых глинах. Содержание SO<sub>3</sub> низкое – 0,13 – 0,42%, в единичных образцах повышается до 1,3% за счет вторичного гипса [3].

Существенное влияние на формирование химического типа бентонитовых глин оказывают оксиды щелочных элементов Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O. Сравнение суммарных значений оксидов щелочных и щелочноземельных элементов показывает постоянное преобладание последних над первыми, что свидетельствует о принадлежности топкокского палыгорскита к щелочноземельному типу.

Исследование структурно-сорбционных свойств, изученных образцов глин, показало их близость к ранее известным и традиционно применяемым в технологических процессах очистки масел природным сорбентам (табл. 2).

По насыпной и кажущейся плотности топкокский палыгорскит занимает промежуточное место между Зикеевской опокой и Черкасским монтмориллонитом, активированным 10%-й серной кислотой. Довольно развитая поверхность по азоту обнаружена в топкокском палыгорските в природном виде (122 м<sup>2</sup>/г), а по радиусу пор данные природные сорбенты близки к асканиту (40-60 Å), и уступают лишь силикагелю (80-100 Å).

Таблица 2

Структурно-сорбционные свойства сорбентов

Сорбент	Плотность, г/см <sup>3</sup>			Поверхность по азоту, м <sup>2</sup> /г	Радиус пор, Å
	насыпная	кажущаяся	истинная		
Топкок	0,701	1,102	1,745	122	40-60
Зикеевская опока	0,620	1,365	2,210	90	62
Черкасский монтмориллонит	1,034	1,820	2,700	60	15-17
Асканит	0,880	1,084	1,841	-	40-70
Силикагель АСКГ	0,437	0,699	2,040	300	80-100

Результаты лабораторных исследований дают основание полагать, что указанные глины вполне можно использовать в технологическом процессе очистки отработанных промышленных и моторных масел. Данный сорбент без какой-либо химической активации проявил хорошие адсорбционные свойства относительно продуктов окисления отработанных промышленных масел.

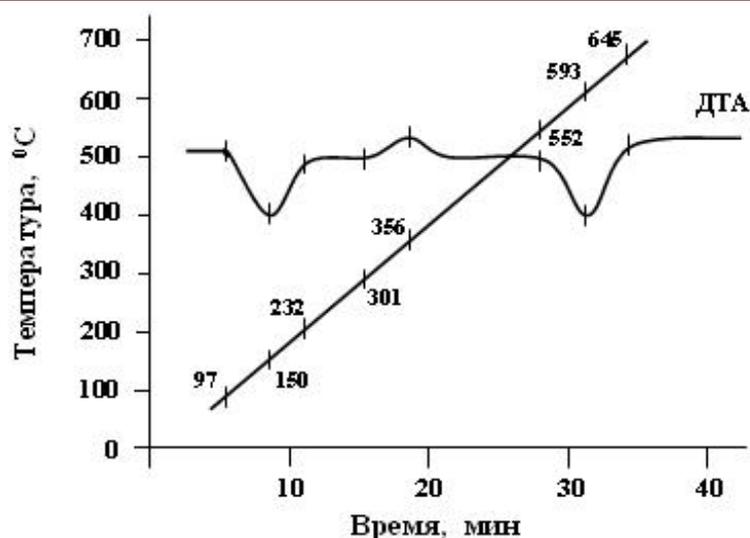


Рис. 1 Термограмма палыгорскитовой глины в исходном виде

Согласно результатам анализа, на термограмме сорбента, снятой на дериватографе ОД-102 при температурном интервале – 20 ÷ 750<sup>o</sup>C (рис. 1), выявлено:

- эндотермический эффект в интервале температур 100-150 <sup>o</sup>C, обусловленный удалением адсорбированной влаги;
- экзотермический эффект в интервале температур 300-400 <sup>o</sup>C, связанный с переходом Fe<sup>2+</sup> в Fe<sup>3+</sup>;
- эндотермический эффект в интервале температур 550-650 <sup>o</sup>C, связанный с удалением кристаллогидратной влаги.

При нагреве природного сорбента происходят процессы, связанные как с физическим удалением влаги, так и с разрушением кристаллогидратов. Эти данные определяют способы получения и активации сорбентов.

В связи с вышеизложенным, образцы глин подвергались термоактивации при температуре 150 <sup>o</sup>C в течение 3 часов. Адсорбционные свойства образцов применительно к продуктам окисления отработанного в течение 3500 часов индустриального масла (табл. 3) были испытаны методом перколяции, т.е. пропусканием адсорбата через слой гранулированного сорбента. При этом размер гранул сорбента составлял 0,1 – 0,25 мм [2].

Таблица 3

Изменение физико-химических свойств и группового углеводородного состава масла И-20А в процессе эксплуатации

Показатели	Свежее масло И-20А	Отработанное масло И-20А в течение (час)			
		1000	2000	3000	3500
Вязкость при 50 <sup>o</sup> C, мм <sup>2</sup> /с	19,55	19,72	21,10	21,92	22,27
Кислотное число, мг КОН/г	0,04	0,12	0,19	0,26	0,22
Число омыления, мг КОН/г	0,07	0,94	0,47	1,60	1,42
Зольность, % масс.	0,004	0,030	0,060	0,044	0,012
Коксуемость, % масс.	0,10	0,12	0,16	-	-
Содержание асфальтенов, % масс.	отс.	-	0,07	-	-
Водорастворимые кислоты и щелочи	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
Групповой углеводородный состав, % масс.:					
-парафино - нафтеновые	60	-	56	-	60
-легкие ароматические	20	-	17	-	20
-средние ароматические	3	-	7	-	4
-промежуточная фракция	16	-	17	-	12
-смолы	1	-	3	-	4

Оценку качества регенерата производили по изменению оптической плотности фракций адсорбируемого масла. Кривые адсорбции, выбранных образцов палыгорскита Топкок, были сопоставлены с ранее известными и традиционно применяемыми в технологии очистки нефтяных масел, Черкасским монтмориллонитом и асканитом (рис.2).

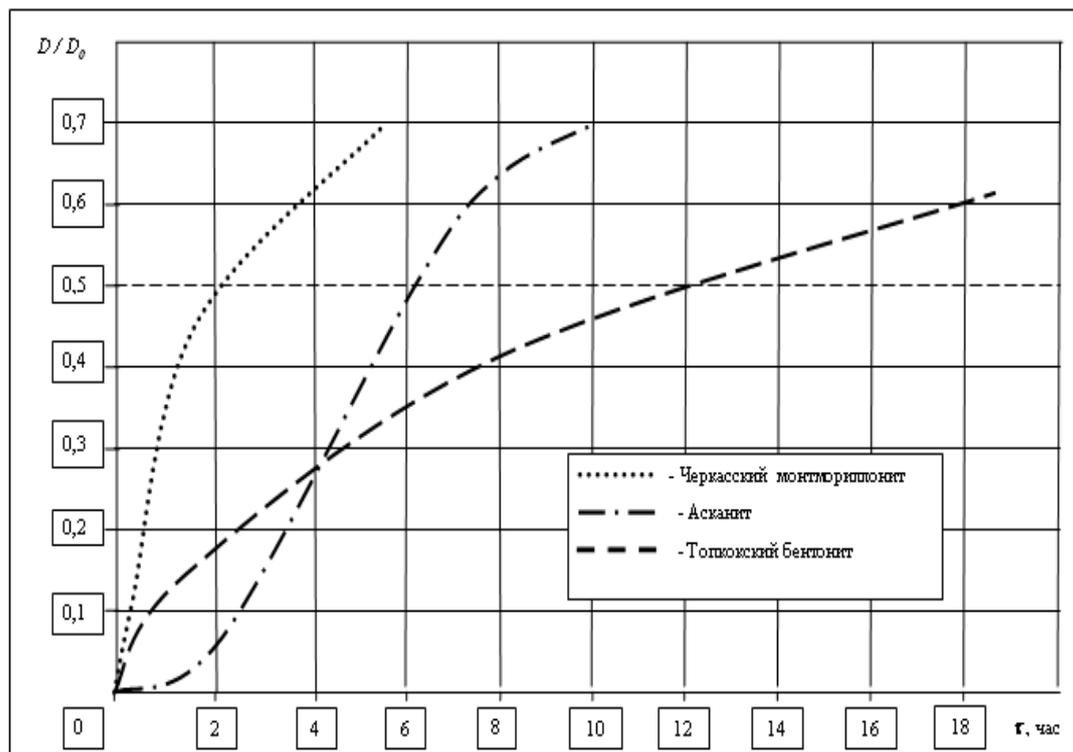


Рис. 2 Выходные кривые адсорбции в динамических условиях:

$D$  – текущее значение оптической плотности образцов масла,  $D_0$  – оптическая плотность исходного масла до очистки,  $\tau$  – время прохождения масла через слой сорбента.

Более пологая кривая адсорбции топковского палыгорскита свидетельствует о наилучших адсорбционных качествах данной глины в исходном виде.

Таким образом, можно заключить, что палыгорскитовые глины месторождения Топкок могут быть использованы в качестве сорбента в технологическом процессе очистки отработанных промышленных масел без кислотной активации.

#### Литература:

1. Кариев А.Р., Джамалов А.А., Бабаева В.С., Юнусов М.Ю. Использование сорбционных свойств бентонитовых глин эоцена разреза Шар-шар для осветления растительного масла // Докл. АН Тадж. ССР. – Т.34, №9. – 1991. – С. 573 – 575.
2. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов: Дис. ... канд. тех. наук. – Душанбе, 2006. – 115 с.
3. Кариев А.Р. Бентониты Таджикистана: их классификация, генезис и применение в народном хозяйстве. – М., 2001. – 232 с.

**М.Ю.Юнусов, Н.Б.Сахибов, А.Б.Сохибов**

#### ХОСИЯТҲОИ СОРБСИОНИИ ПОЛИКОРСКИТИ ТОПҚОҚ

*Дар мақола натиҷаҳои таҳлили фаъолнокии адсорбсионии гилҳои палигорскитии қони Топкок нисбат ба маҳсули қўшнашавии равғанҳои партовии индустриалӣ оварда шудааст.*

*Вожаҳои калидӣ: полигорскит, равгани индустриалӣ, адсорбсия, зичии оптикӣ.*

**M.Y.YunusovЮ, N.B.Sahibov, A.B.Sohibov**

### **SORPTION PROPERTIES OF TOPKOKS POLIGORSKIT**

The results of studying of sorption activity the poligorskit of clays of a field of Topkok in relation to products of aging of the fulfilled industrial oils are given in article.

**Keywords:** poligorskit, industrial oil, adsorbtion, optical density.

#### **Сведения об авторах**

**Юнусов Мансур Юсуфович**, 1963 года рождения, окончил Таджикский политехнический институт, кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ им. академика М.С.Осими. Автор свыше 20 научных работ, 1 патента и 4 авторских свидетельств. Область научных интересов: утилизация отработанных смазочных материалов, ресурсосберегающие технологии, альтернативные топлива и смазочные материалы.

**Сахибов Нурулло Бобоевич**, 1961 года рождения, окончил Таджикский политехнический институт, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Подвижной состав железнодорожного транспорта» ТТУ им. академика М.С.Осими. Автор 15 научных работ и 2 авторских свидетельств. Область научных интересов: топливо и смазочные материалы.

**Сохибов Аваз Бобоевич** – 1966 г.р., окончил (1991 г) ДГПИ имени Т.Г. Шевченко, старший преподаватель кафедры «Информатика и вычислительная техника», автор 7 научных работ, область научных интересов математическое моделирование физико – химических процессов.

Д.Н.Низомов, И.Каландарбеков, А.А.Ходжибоев\*

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОШЕННЫХ ПЛАСТИН МЕТОДОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ**

В статье изложены алгоритм и результаты численного решения задач скошенных пластин методом сосредоточенных деформаций. Полученные матрицы коэффициентов и внутренней жесткости треугольного элемента позволили сформировать матрицу внешней жесткости исследуемой системы. Алгоритм реализован на примере тестовой задачи, и результаты численного решения сопоставлены с известными решениями.

**Ключевые слова:** треугольный элемент – матрица внутренней жесткости – метод сосредоточенных деформаций – матрица внешней жесткости – аналитическое решение.

Рассматриваются задачи, в которых упругое тело – пластинка толщиной, равной 1, ограничено контуром, состоящим из наклонных к осям координат прямых (треугольные подпорные стенки и плиты треугольного профиля, пластины со скошенными краями).

Пусть задана скошенная пластина с прямолинейными границами контура. Для аппроксимации такой пластины, кроме прямоугольных элементов, требуются вводить и треугольные элементы. При использовании ортогональной сетки все элементы во внутренней области будут прямоугольными, а элементы, примыкающие к контурной линии, будут иметь форму прямоугольных треугольников (рис.1). На наклонном контуре AD скошенной пластины (рис.1,а) могут быть заданы различные граничные условия, и треугольный контурный элемент МСД находится в статическом равновесии от действия сосредоточенных внешних и внутренних сил (рис.1,б).

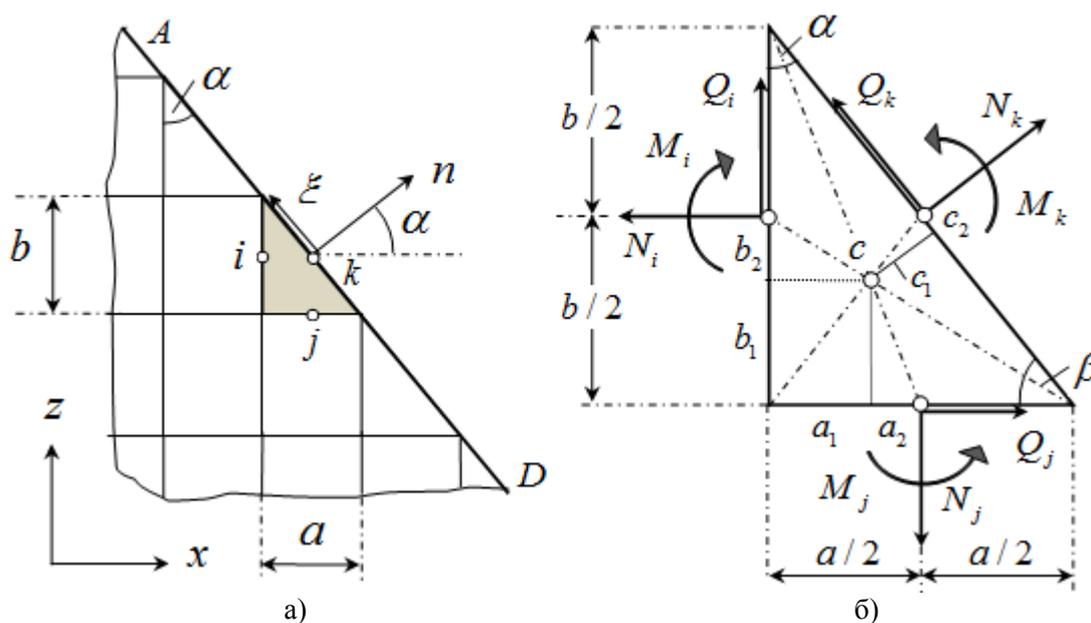


Рис.1. Дискретное представление контура (а); треугольный элемент (б).

Из условия статического равновесия треугольного элемента (рис.1,а), получим

$$\begin{aligned} \sum x &= 0, & -N_i + Q_j + N_k \cos \alpha - Q_k \sin \alpha &= -P_x, \\ \sum m_c &= 0, & -N_i b_2 + M_i + Q_j a_1 + N_j a_2 - M_j - Q_j b_1 + N_k c_2 - M_k - Q_k c_1 &= -M_y, \\ \sum z &= 0, & Q_i - N_j + N_k \sin \alpha + Q_k \cos \alpha &= -P_z. \end{aligned} \tag{1}$$

Здесь:

$$\begin{aligned} a_1 &= a/3, & a_2 &= a/2 - a_1, & b_1 &= b/3, & b_2 &= b/2 - b_1, \\ c_1 &= \sqrt{a^2 + b^2} \cos \gamma / 6, & c_2 &= \sqrt{a^2 + b^2} \sin \gamma / 6, & \gamma &= \beta - \alpha, \end{aligned}$$

$P_x, P_z, M_y$  – заданные сосредоточенные силы и момент, приложенные в центр тяжести треугольного элемента,  $\alpha$  – угол наклона грани AD относительно вертикальной оси. Матрица коэффициентов си-

стемы уравнений (1) треугольного элемента с последовательным рассмотрением узлов  $i, j$  и  $k$  представлена в табл.1. Коэффициенты матрицы внутренней жесткости узла  $k$  наклонного контура в общем виде можно записать в виде

$$c_k^N = \frac{EF_k}{\Delta(1-\mu^2) + EF_k / \xi_n}, \quad c_k^M = \frac{EI_k}{\Delta(1-\mu^2) + EI_k / \omega_n}, \quad c_k^Q = \frac{GF_k^*}{\Delta + GF_k^* / \eta_n}, \quad (2)$$

где  $\xi_n, \omega_n, \eta_n$  – коэффициенты жесткости упругоподатливых опор, установленных в узле  $k$  наклонной грани элемента,  $\Delta = c_1$  – длина отрезка от наклонной грани до центра тяжести элемента,  $EF_k, EI_k, GF_k^*$  – жесткость наклонной грани при растяжении-сжатии, изгибе и сдвиге.

Таблица 1.

Матрица коэффициентов треугольного элемента

$S_i$			$S_j$			$S_k$		
$N_i$	$M_i$	$Q_i$	$N_j$	$M_j$	$Q_j$	$N_k$	$M_k$	$Q_k$
-1	0	0	0	0	1	$\cos \alpha$	0	$-\sin \alpha$
$-b_2$	1	$a_1$	$a_2$	-1	$-b_1$	$c_2$	-1	$-c_1$
0	0	1	-1	0	0	$\sin \alpha$	0	$\cos \alpha$

Задавая коэффициентами жесткости упругоподатливых опор в (2) можно получить различные граничные условия на наклонной грани, например, при их стремлении к бесконечности, получаем жесткое защемление, а при стремлении к нулю – свободное опирание. Таким образом, с учетом (1) и (2) формируются матрицы [A] и [C] для конструкции с наклонным контуром, а затем строится матрица внешней жесткости

$$[K] = [A][C][A]^T.$$

Решение статической задачи сводится к рассмотрению системы уравнений с искомым вектором перемещений

$$[K]\{V\} = \{P\},$$

и определением векторов деформаций и внутренних усилий

$$\{\lambda\} = -[A]^T\{V\}, \quad \{S\}_n = [C]\{\lambda\}_n.$$

Классическим примером конструкции с наклонным контуром является задача о действии гидростатического давления на плотину треугольного поперечного сечения. Из решения бигармонического уравнения с использованием функции напряжений, представленной в виде полинома 3 степени в работе [1] получены формулы для определения напряжений, соответствующие сечению  $z = const$  от вершины треугольника:

$$\sigma_x = -\gamma z, \quad \sigma_z = \left( \frac{\gamma_1}{tg \alpha} - \frac{2\gamma}{tg^3 \alpha} \right) x + \left( \frac{\gamma}{tg^2 \alpha} - \gamma_1 \right) z, \quad \tau_{xz} = -\frac{\gamma}{tg^2 \alpha} x, \quad (3)$$

здесь  $\gamma z$  – давление воды на глубине  $z$ ,  $\gamma_1$  – объемный вес материала плотины. Следует отметить, что решение (3) получено в предположении свободно деформирующейся в вертикальном направлении плотины, т.е. без учета граничных условий нижней грани. Следовательно, эти данные аналитического решения можно использовать для сравнения с результатами численного решения в сечениях плотины на глубине  $z \leq 0,5H$ , где  $H$  – высота плотины.

**Пример.** Плотина треугольного профиля, жестко защемленная в основании, под действием гидростатического давления. Эта задача исследуется для плоского деформированного состояния при  $a/b = 0,8$ ,  $E = 2,5 \cdot 10^4$  МПа ( $2,5 \cdot 10^6$  тс/м<sup>2</sup>),  $\mu = 0,3$ . Исследование методом сосредоточенных деформаций было выполнено с дискретным представлением из 36 элементов ( $h_x = a/8$ ,  $h_z = b/8$ ), показанным на рис.2, где треугольные элементы расположены только на наклонной грани. Здесь результаты МСД сравниваются с численными и аналитическими решениями, известными из литературы.

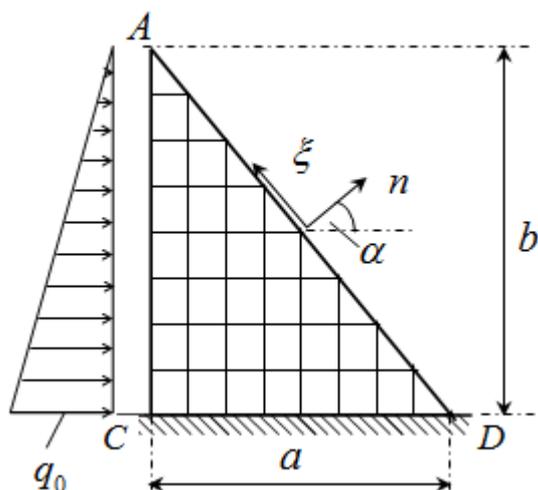


Рис.2 Дискретное представление прямоугольной и треугольной пластинок.

Сопоставление полученных результатов МСД с аналитическим решением (3) и численным решением вариационно-разностным методом (ВРМ) [2] приводится в табл. 2 и 3. Сравнение показывает, что максимальные значения нормальных и тангенциальных напряжений, полученных по МСД (табл.2), отличаются от точного решения меньше чем на пять процентов. Так как аналитическое решение (3) для нижних частей плотины будет не совсем правильным [1], то нормальные и касательные напряжения в опорной части (табл.3), сопоставляются только с данными [2]. Видно, что если максимальное нормальное напряжение  $\sigma_z$  вблизи вертикальной грани отличается примерно на 5%, то вблизи наклонной грани расхождение составляет более 30%.

Таблица 2.

Изменение нормальных и касательных напряжений посередине высоты плотины

$z/b$	$x/h_x$	Аналитическое решение [1]		ВРМ [2]		МСД	
		$\sigma_z$	$\tau_{zx}$	$\sigma_z$	$\tau_{zx}$	$\sigma_z$	$\tau_{zx}$
0,5	0,5	0,5859	-0,0781	0,5110	-0,0715	0,6118	-0,1355
	1,5	0,1953	-0,2344	0,1900	-0,2310	0,2032	-0,2583
	2,5	-0,1953	-0,3906	-0,1705	-0,3845	-0,2250	-0,3822
	3,5	-0,5859	-0,5469	-0,5305	-0,5485	-0,5901	-0,4733
$\Sigma$		0,0	-1,2500	0,0	-1,2355	0,0	-1,2493

Таблица 3.

Нормальные и касательные напряжения вдоль подошвы плотины

Метод		$x/h_x$							
		0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
ВРМ	$\sigma_z$	2,163	0,8255	0,1725	-	-	-	-	-
	$\tau_{zx}$	-1,340	-0,619	-0,587	0,2625	0,5850	0,7915	0,8265	0,7005
МСД	$\sigma_z$	2,282	0,7327	0,0355	-	-	-	-	-
	$\tau_{zx}$	-	-	-	0,3856	0,6482	0,7821	0,7772	0,4570
		0,8389	0,7733	0,7027	-	-	-	-	-

Примерно такая же картина наблюдается в распределении тангенциальных напряжений, где наоборот расхождение более чем на 35% вблизи вертикальной грани. При этом сумма тангенциальных напряжений, умноженная на величину шага  $h_x=1$  в решении МСД, также как и в ВРМ, дает величину, точно равную  $q_0 8h_y / 2$ , где  $q_0=1$ ,  $h_z=1,25$ . При  $a=80$  м,  $b=100$  м, максимальное горизонтальное перемещение плотины от гидростатического давления будет равняться 1,488 см.

Таким образом, разработанные алгоритмы и программы численного решения задач методом сосредоточенных деформаций позволяют исследовать напряженно-деформированное состояние пластин со сложным очертанием контура.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жемочкин Б.Н. Теория упругости. - М.: Госстройиздат, 1957, 256 с.
2. Вайнберг Д.В. Справочник по прочности, устойчивости и колебаниям пластин.- Киев, 1973, 488 с.

*Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ  
Таджикский технический университет имени академика М.Осими*

**Ч.Н.Низомов, И.Каландарбеков, А.А.Хочибоев\***

#### МОДЕЛКУНОНИИ АДАДИИ КОНСТРУКСИЯҲОИ САТҲӢ БО МЕТОДИ МУТАМАРКАЗКУНИИ ДЕФОРМАТСИЯҲО

Дар мақола алгоритм ва натиҷаҳои ҳалли ададии масъалаҳои конструкторҳои сатҳӣ, ки хати канонии онҳо ғайри оддӣ мебошанд, бо истифода аз методи мутамарказкунии деформатсияҳо, мавриди муҳокима қарор ёфтааст. Матритсаҳои коэффисиентҳо ва саҳтиҳои дохилии ба даст оварда имкон доданд, ки матритсаи умумии объекти тадқиқотӣ пайдо карда шавад. Алгоритм дар мисоли тестӣ, ки ҳалли он методҳои дигар маълум аст, тадбиқ карда шудааст.

**Вожаҳои калидӣ:** элементи секунҷа, матритсаи саҳтии дохилӣ, методи мутамарказкунии деформатсияҳо, матритсаи саҳтии берунӣ, методи аналитикӣ.

**J.N.Nizomov, I.Kalandarbekov, A.A.Khodjiboev**

#### NUMERICAL MODELING THE RAMP PLATES METHOD OF CONCENTRATED DEFORMATIONS

The article describes the algorithm and the results of numerical solution of problems method of concentrated deformations ramp plate. The resulting coefficient matrix and the inner triangular element stiffness matrix allowed to form external rigidity of the studied system. The algorithm is implemented on a test problem, and the results of numerical solutions are compared with known solutions.

**Keywords:** triangular element - internal stiffness matrix - a method of concentrated deformations - stiffness matrix of the outer - analytical solution.

#### Сведения об авторах

**Низомов Джахонгир Низомович** - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент АН РТ, заведующий лабораторией теории сейсмостойкости и моделирования Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. Окончил (1969 г.) факультет ПГС МГСУ МИСИ. Автор более 150 научных работ, в том числе нескольких монографий и учебных пособий. Область научных интересов: строительная механика, теория сейсмостойкости, математическое моделирование, численные методы, механика разрушения.

**Каландарбеков Имомёрбек** - доктор технических наук, член - корреспондент Инженерной академии РТ, главный научный сотрудник лаборатории теории сейсмостойкости и моделирования Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. Окончил (1977 г.) строительный факультет Таджикского политехнического института. Автор и соавтор более 80 научных трудов. Область научных интересов: строительная механика, строительные конструкции и теория сейсмостойкости.

**Ходжибоев Абдуазиз Абдусатторович** - доктор технических наук, заведующий кафедрой строительной механики и сейсмостойкости сооружений Таджикского технического университета имени академика М.Осими (ТТУ). Окончил (1974 г.) Таджикский политехнический институт по специальности ПГС. Автор и соавтор более 90 научных работ. Область научных интересов: строительная механика, теория сейсмостойкости, численное моделирование.

## БОЛОПҶШҶОИ ЯКЛУХТИ БЕБОЛОР БАРОИ СОХТМОНИ БИНОҶОИ БИСҶРОШҶНА АЗ ОҶАНУБЕТОНИ ЯКЛУХТ (МОНОЛИТӢ)

*Дар мақола ҳисоб ва лоиҳасозии болопӯшҳои яклухти беболор аз оҳанубетони яклухт барои биноҳои бисҷрошҷна, ки дар минтақаҳои зилзиладор сохта мешаванд, оварда шудааст.*

**Вожаҳои калидӣ:** болопӯши беболор, плита, оҳанубетони яклухт.

Болопӯшҳои яклухти беболор дар биноҳои саноатии яхдонхонаҳо, биноҳои саноати сабук, бордонҳои зеризаминӣ, зеристгоҳҳои метрополитен ва ғ., ки дар онҳо болопӯшҳо бо шифтҳои ҳамвор заруранд, ҳамчунин дар биноҳои истиқоматии муосир низ истифода мешаванд. Ин гуна болопӯшҳо аз плахтаҳо бо овеза (муаллак), сарсутун ва сутунҳо иборат мебошад.

Истифодаи сарсутун дар қисми болоии сутун бо сабабҳои конструктивӣ талаб карда мешавад: 1) барои таъмин намудани пайвасти мазбути плита бо сутун; 2) таъмин намудани мустақкамии зарурии плита ба панаҳшавӣ дар минтақаи канори сутун; 3) камтар намудани дарозии ҳисобии плита (кодоки плита) барои таъмин намудани тақсимшавии якхелаи моментҳо ба бари плита. Бо ҳамин мақсадҳо дар болои сарсутун плахтаҳои махсус лоиҳа карда мешаванд – плахтаҳои болои сарсутун.

Болопӯшҳои беболор барои борҳои муваққатии фойданок бо бузургии 5,10,20 ва 30 кН/м<sup>2</sup> лоиҳакашӣ карда мешаванд; андозаҳои байни меҳварҳои сутунҳо росткунҷа ё квадратӣ (баробарпахлу) қабул карда мешаванд; нисбати кодоки калон ба хурд бо  $L_1/L_2 \leq 4/3$  маҳдуд карда мешавад. Болопӯшҳое, ки нисбати  $L_1/L_2=1$  (андозаҳои якхела – квадратӣ) доранд аз ҳама сарфанок шуморида мешаванд. Қадами сутунҳо асосан бхб м қабул карда мешавад.

Болопӯшҳои яклухти беболор дар муқоиса бо болопӯшҳои яклухти болорӣ бартарихи зеринро доранд:

- баландии сохтмони нисбатан камтар;
- осонгардонии корҳои қолабсозӣ ва оҳанбандӣ;
- шифти ҳамвор;
- осонгардонии корҳои таъмиру пардоздихӣ, шароити хуби истифодабарии санитария–гиғиенӣ.

Дар ҳолати борҳои фойданоки зиёда аз 10кН/м<sup>2</sup> ба болопӯш онҳо нисбати болопӯшҳои болори сарфаноктар мешаванд.

Вобаста аз таъмин намудани мазбутии плахтаҳо, ғафсии плахтаҳои болопӯшҳои беболори яклухт барои бетонҳои вазнин ва сабук баробари

$$h_n = \left( \frac{1}{32} \dots \frac{1}{35} \right) L_1; \quad h_n = \left( \frac{1}{27} \dots \frac{1}{30} \right) L_2; \quad (1)$$

қабул карда мешаванд,

дар ин ҳо  $L_2$  – андозаи тарафи дарози плита (кодоки плита).

Ғафсии плахтаи болопӯши беболорро аз шартӣ роҳ надодани пачақшавии вай бо сарсутун ва бо бори дар як ҷо гузошташуда санҷида мешавад. Барои болопӯшҳои яклухти беболор, ки бо тарзи мувозинати худудӣ ҳисоб карда мешаванд, тавсия дода мешавад, ки сарсутун бо андозаҳои квадрати ва ё росткунҷа лоиҳа карда шавад ва дар буриш хати шикастаро дошта бошад. Андозаи ними бари сарсутунҳо мувофиқан дар тарафҳои кодокҳои  $L_1/L_2$  мувофиқи талаботи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\begin{cases} \frac{a}{2} \geq C_1 + 0,09L_1 \frac{h_1 - h_n}{h_n} \\ \frac{a}{2} \geq C_2 + 0,09L_2 \frac{h_1 - h_n}{h_n} \end{cases} \quad (2)$$

Болопӯшҳои беболори яклухт бо тарзи мувозинати худудӣ ҳисоб карда мешавад. Дар марҳилаи (сатҳи) вайроншавӣ плахтаи беболорро ҳамчун системаи аз қисмҳои алоҳида, ки байни ҳамдигар бо мафсилҳои хатии пластикӣ пайваस्त шуда бошанд, муоина менамоянд. Аз таҷрибаҳо муайян кардаанд, ки барои плахтаҳо аз ҳама хатарноктар борҳои муваққатии тасмағии дар як кодок гузошташуда ва яклухти ба масоҳати плита гузошташуда мебошанд.

Ҳисоби плахтаҳо ба таъсири борҳои тасмағӣ вобаста аз шартӣ мувозинатии моментҳои ҳамаи қувваҳо, ки ба қисми мазбутии плита гузошта шудааст ва андозаҳоиаш – дарозииаш  $L_1 = 2C_2/2$  ва бараш  $L_1$  нисбати меҳваре, ки аз маркази вазнинии буриш дар мафсили пластикии хатии тақягоҳӣ ва ба ҳамвории вай тааллуқ мегузарад, иҷро карда мешавад:

$$\frac{(g + \delta) \cdot l_2 (0.5l_1 - c_1)^2}{8} \leq R_s (A_{sup} \cdot Z_{sup} + A_s \cdot Z_s) \quad (3)$$

дар ин чо  $c_1$  – масофаи байни мафсилҳои пластикии таъҷагоҳӣ то меҳвари қатори сутунҳо ба вай наздиктар аз тарафи  $L_1$ ;  $A_{sup}, A_s$  – масоҳати буриши арматураҳо дар мафсилҳои пластикии таъҷагоҳӣ ва кодоки дар ҳудуди як плита;  $Z_{sup}, Z_s$  – китфи чуфти қувваҳо дар мафсилҳои пластикии таъҷагоҳӣ ва кодоки.

Бо мақсади осон намудани ҳисобҳо тавсия шудааст, ки формулаи (3) бо зарибҳои ифода карда шавад:

$$\theta_{sup} = A_{sup}/A_{si} \quad \text{ва} \quad \theta_s = A_s/A_{si}$$

дар ин чо  $A_{si} = A_{sup}/A_s$  – ҳосили ҷамъи масоҳатҳои буриши арматураҳо:

$$\frac{(g + \delta) l_2 \cdot (l_1 - 2c_1)^2}{8} \leq R_s A_s Z_s (\theta_{sup} \frac{Z_{sup}}{Z_s} + \theta_s); \quad (4)$$

Дар ҳисоби плитаҳои миёна тавсия шудааст, ки  $\theta_{sup} = 0,5 \dots 0,67$ ;  $\theta_s = 0,5 \dots 0,33$  қабул карда шавад.

Плитаҳои канорӣ иловагӣ боз ба шикасти бо нақшаҳои вобаста аз таъҷагоҳ пайдо мешаванд, ҳисоб карда мешаванд.

Мустаҳкамии плитаҳо байни сутунҳо ва аз таъсири борҳои дар ҳамаи масоҳати плита гузошташуда аз шартҳои мувозинатӣ, ки ҳосили ҷамъи моментҳои қувваҳои дохилӣ ва беруна баробари сифр мешаванд, ҳисоб карда мешавад. Агар  $c_1 = c_2$  бошад.

$$\frac{(g + \delta) l_1 \cdot l_2}{8} \left[ \frac{l_1 \cdot l_2}{2} \cdot 2 \cdot c + \frac{4c^3}{3l_1 \cdot l_2} \right] \leq \frac{R_s}{2} \cdot [(A_{sup1} + A_{sup2}) Z_{sup} + (A_{s1} + A_{s2}) Z_s] \quad (5)$$

Барои болопӯшҳои беболори андозаи тарафҳояшон баробар, яъне тарҳи квадрат дошта, ки ба ҳар ду тараф армирониди шудаанд, нобаробарии (10.15) намуди зеринро мегирад:

$$\frac{(g + \delta) l^2}{8} \left[ 1 - 2 \frac{c}{l} + \frac{4}{3} \left( \frac{c}{l} \right)^3 \right] \leq R_s (A_{sup1} \cdot Z_{sup} + A_s \cdot Z_s);$$

$$\frac{(g + \delta) l^2}{8} \left[ 1 - \frac{2c}{l} + \frac{4}{3} \left( \frac{c}{l} \right)^3 \right] \leq R_s \cdot A_s \cdot Z_s (\theta_{sup} \frac{Z_{sup}}{Z_s} + \theta_s). \quad (6)$$

Дар ин формулаҳо:  $c_1$  ва  $c_2$  – катетҳои росткунҷаи буридашуда мувофиқан дар тарафҳои арзӣ ва тӯлӣ; дар болопӯшҳои бо плитаҳои андозаҳои квадратшакл  $c_1 = c_2 = c$  (ниг. ба расми 3,б);  $A_{sup1}, A_{sup2}$  – буриши арзии арматураи болоии (таъҷагоҳии) ба бари плита гузошташуда, мувофиқан ба тарафҳои арзӣ ва тӯлӣ;  $A_{s1}, A_{s2}$  – буриши арзии арматураи поёнии (кодокии) плита ба бари он, мувофиқан ба тарафҳои арзӣ ва тӯлӣ;  $\theta_{sup}, \theta_s, A_s, Z_{sup}, Z_s$  – ҳамчунин, дар муодилаи (10). Арматураҳои корӣ ба бари плита баробар гузошта мешавад.

Тавсия дода мешавад, ки мустаҳкамии плитаҳои беболори болопӯшҳо ба таъсири борҳои яқлукт гузошташуда бо назардошти қувваҳои теладихандаи аз тарафи сутунҳо пайдошударо иҷро менамоянд. Агар қувваи теладихандаи уфуқии сутунҳо дар ҳисоби мустаҳкамии плитаҳои беболор ба ҳисоб гирифта нашавад, буриши арматураҳои қорӣ плитаҳо бо роҳи конструктивӣ камтар карда мешавад, нисбати бузургии ҳисобии онҳо, то 10% агар байни плитаи ҳисоб кардашуда ва қанори болопӯш ду қатор ва зиёда сутунҳо ҷойгир шуда бошанд; то 5% агар байни плитаи ҳисобӣ ва қатори болопӯш як қатор сутун ҷойгир шуда бошад.

Бузургии қувваи уфуқии теладиханда аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$H = M_{max} / (2/3 \cdot h_c) \quad (7)$$

дар ин чо  $H$  – қувваи уфуқии теладиханда дар сутуни додашуда;  $M_{max}$  – моменти каткунандаи қалонтарин дар буриши сутун дар ҳолати ҷой доштани қувваи тӯлии фишуриш;  $h_c$  – баландии сутун ва ё масофаи байни фарши бино то сарсутуни (овезаи) сутун.

Қувваи теладихандаи ҳисобиро ба плитаҳо ба тарзи зерин муайян менамоянд: барои плитаҳои болопӯшҳои мобайнӣ – ҳамчунин ҳосили ҷамъи қувваи теладихандаи чор сутун – сутунҳои болоӣ ва поёнии қанорӣ ва миёнаи қатори якум.

Дар ҳисобҳои плитаҳои болопӯшҳои беболор бо назардошти қувваи теладиханда, онҳоро бо роҳи илова намудани бузургии  $H \cdot Z_f$  ба муодилаи (15) ё (16) иҷро менамоянд, ки дар ин чо  $H$  – қувваи теладихандаи ҳисобӣ барои плитаи ҳисобӣ ва  $Z_f$  – китфи қувваҳои теладихандаи мебошад;

$$Z_f = h_{cup} - X_{cup} - X_s - \frac{X_{sup,f} + X_{sf}}{2} - \frac{l_1 + l_2}{1000}; \quad (8)$$

дар ин чо:  $h_{cup}$  – баландии сарсутун дар чойи чойгиршавии мафсили пластикии таъягоҳӣ (ниг. ба расми 3, б);

$X_s$  – баландии минтакаи фишурдашудаи бетон дар мафсили чандирии хаттии кодокӣ бидуни назардошти қувваи теладиханда;

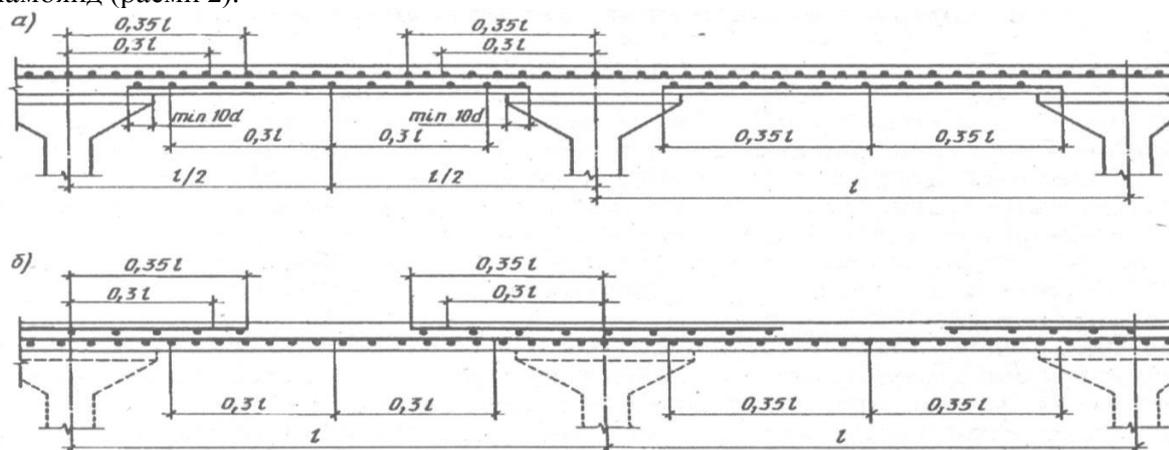
$X_{sup,f}$   $X_{sf}$  – зиёдшавии баландии минтакаи фишурдашудаи бетон, мувофиқан дар бандакҳои чандирии таъягоҳӣ аз таъсири қувваи теладиханда.

Плитаҳои якуми болопӯшҳои беболор мувофиқи эпюраҳои моменти қатқунанда бо симтӯрҳои кафшерии ҳамвор ё лӯлапеч армиронӣ менамоянд. Моментҳои кодокиро симтӯрҳои дар минтакаи поёнии плита гузошташуда қабул менамоянд, моментҳои таъягоҳиро бошад – симтӯрҳои, ки дар минтакаи болоӣ гузошта шудааст қабул менамоянд. Дар таъягоҳҳо, дар масоҳатҳои болои сутуни дар ҳар ду тараф моментҳои қатқунандаи манфӣ таъсир менамоянд, ки шиддати кашидашавиро дар минтакаи болоии плита пайдо менамоянд ва аз ҳамин сабаб симтӯрҳои болои таъягоҳиро ба ҳар ду тараф мегузаронанд (расми 1., а). Дар кодокҳои тасмаи болои сутунӣ (дар байни сарсутунҳо) ва дар тарафи онҳо моменти қатқунандаи мусбат, ба тарафи тасмаи кодокӣ бошад – моменти манфӣ қатқунанда таъсир менамоянд – аз ҳамин сабаб симтӯри армируро дар кодокҳои тасмаи болои сутунӣ дар ҳар ду тараф минтақаҳои поёнӣ ва болоии плитаи беболор чойгир менамоянд. Армураҳои симтӯрҳои болоӣ ва поёниро аз мобайни дарозии плита ба ҳар ду тараф ба дарозии: 50% ба дарозии  $(0,3 - 0,4)L$  ва 50% дигарашро ба дарозии  $0,35L$  ворид карда мешаванд.

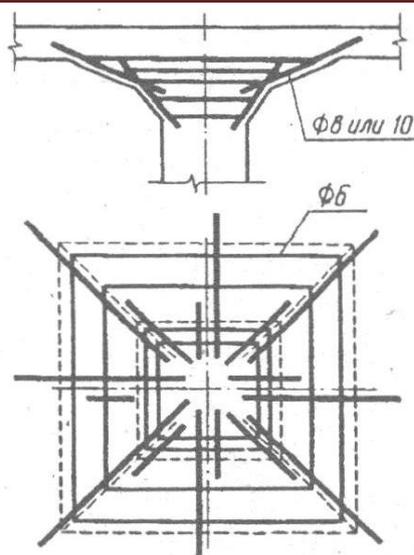
Дар кодокҳо, тасмаҳои кодокӣ ба ҳар ду тараф, моменти қатқунандаи мусбат таъсир менамоянд ва симтӯрҳо дар минтакаи поёнӣ чойгир карда мешавад (расми 1,б). Дар таъягоҳҳои тасмаҳои кодокӣ бошад (дар тасмаҳои болои сутунӣ) моментҳои қатқунандаи мусбат таъсир менамоянд ва армураҳои корӣ (симтӯрҳо) дар қисми болоии тасма чойгир карда мешавад. Барои он, ки армураҳои болоӣ дар баландии ҳисобӣ хобонида бошанд ва қат нашаванд, дар ҳолати бетонрезӣ онҳоро ба болои «курсҳо» – зермонакҳо (пластмаси, сementи) ё ба болои зермонакҳои махсуси бетонӣ мехобонанд.

Зермонакҳоро «курсҳо» дар ҳудуди сарсутунҳо намегузаранд, аз ҳамин сабаб дар болои онҳо армураҳои қутрашон на камтар аз 10 мм –ро истифода мебаранд. Дар болопӯшҳои байни ошёнаҳои симтӯрҳои болои таъягоҳиро дар чойҳои чойгирии сутунҳо қанда менамоянд, ба ғайр аз плитаҳои бомпӯшӣ.

Дар сарсутунҳое, ки шиддати кашидашавӣ пайдо намешавад, шиддати фишуриши бошад дар ҳама мавридҳо камтар аз шиддатҳои ҳисобӣ мебошанд. Аз ҳамин лиҳоз капителҳо (васеъгиҳои сутунҳо дар минтакаи пайваст бо плитаҳои беболор) бо армураҳои конструктивӣ армиронӣ карда мешаванд, ки шиддати кашидашавиро аз таъсири қувваҳои нишасти бетон ва ҳароратӣ пайдо мешаванд, қабул менамоянд ва барои пурқуввату мустаҳкам намудани пайвастагии плитаи беболор бо сутун ва таъмини эътимоднокии банд хизмат менамоянд. Армураҳои рости сарсутун бо қутри 8... 10 мм дар қунҷҳои он чойгир карда мешаванд, ҳамчунон дар миёнаи тарафҳои он онҳоро бо 3–4 армураи арзии қутраш 6 мм пайваст менамоянд (расми 2).



Расми 1. Армиронии болопӯши яқлухти беболор бо симтӯрҳои ҳамвори кафшерӣ: а– тасмаи байнисутунӣ; б– тасмаи кодокӣ



Расми 2. Армирунии сарсутуи яклухти болопуши беволор

#### Адабиёт

- 1.Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями. – М.1979 г
2. Натурные испытания отдельных элементов, узла и фрагмента здания в безригельном каркасе «КУБ» для сейсмических районов. В журнале «Архитектура и строительства Узбекистана», №10, 1990 г. Стр.33-35

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

**Л.Ш.Шарпиов, И.С. Муминов**

### **БЕЗБАЛОЧНОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

В статье приводится расчет и проектирование безбалочного перекрытия из монолитного железобетона для перекрытий многоэтажных зданий в сейсмических районах.

**Ключевые слова:** безбалочное перекрытие, плита, монолитный железобетон

**L.Sh. Sharipov, I.S. Muminov**

### **BEAMLESS SLAB CONSTRUCTION MULTI-STOREY BUILDINGS OF REINFORCED CONCRETE**

In his Articles there is an account and project of girder nest covering from monolithic Ferro concrete for covering multistory buildings in seismic regions.

**Key words:** beamless overlap, plate, reinforced concrete.

#### **Сведения об авторах**

**Шарипов Лутфулло Шарипович** – 1946 г.р., в 1969 г. окончил Таджикский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени акад. М.С.Осими.

**Муминов Ихтиёр Субхонкулович**, 1986 г.р. -2009 году окончил ТТУ имени академика М.С.Осими, ассистент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени акад. М.С.Осими.

Ф.Б.Махмадиев, Ш.Ф.Самиев, Х.Ш.Хабибов

**РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВОГО КЛАСТЕРА И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**

*В данной статье рассматривается продовольственная безопасность страны и продовольственная безопасность населения региона. Авторами рекомендовано для продовольственной самодостаточности Республики Таджикистан формирование кластеризации регионального зернового производства.*

**Ключевые слова:** зерновой кластер, обеспечение продовольственной безопасности, зерновые продукты, стратегии развития страны, формирование и развитие регионального зернового кластера.

В условиях перехода агропромышленного производства к рыночным взаимоотношениям особую актуальность приобретают вопросы формирования и развития регионального зернового кластера как фундаментальной базы для государственной стратегии направления в обеспечение продовольственной безопасности населения Республики Таджикистан. При анализе уровня межрегиональной дифференциации в экономическом состоянии регионов и качестве жизни населения. Сбалансированное региональное развитие зернового кластера предусматривается ориентировать на обеспечение самодостаточных условий, позволяющих каждому региону иметь необходимые и достаточные ресурсы для обеспечения достойных условий жизни граждан, развития и повышения конкурентоспособности зерновой продукции.

Достижение этой цели будет обеспечено в ходе реализации государственной стратегии, направленной на реализацию потенциала развития каждого региона, преодоление формирования и ограничений зернового кластера, создание равных возможностей зерновой продукции и содействие развитию кластерного подхода, проведение целенаправленной работы по развитию государственных стратегических отношений, а также реформирование систем государственного управления и местного самоуправления.

Обеспечение продовольственного развития регионов как один из целевых ориентиров стратегии развития страны требует кластеризации таких направлений региональной политики как: стимулирование экономического развития путем создания новых подходов экономического роста в регионах на основе конкурентных преимуществ; координация инфраструктурных инвестиций государств и инвестиционных стратегий бизнеса в регионах с учетом приоритетов пространственного развития и ресурсных ограничений, в том числе демографических; сокращение дифференциации в уровне и качестве жизни населения в регионах с помощью эффективных механизмов социальной и бюджетной политики.

Государственная политика регионального развития на селе в перспективе будет формироваться, исходя из следующих основных задач: скоординированность принятия на государственном, региональном и местном уровнях мер по созданию условий для развития отраслей экономики и социальной сферы и формированию центров опережающего экономического роста с учетом конкурентных преимуществ каждого региона; предоставление финансовой поддержки регионам с целью обеспечения законодательно установленного минимально допустимого уровня жизни, связанного с предоставлением населению возможностей в целях получения качественного образования, медицинского и культурного обслуживания; оказание финансовой поддержки регионам в целях сокращения дифференциации на условиях проведения преобразований, предусмотренных государственной политикой; развитие инфраструктурной обеспеченности территорий и создание условий для повышения конкурентоспособности экономики регионов, а также решения вопросов социального развития, включая повышение транспортной доступности территорий; совершенствование механизмов стимулирования органов государственной власти субъектов Республики Таджикистан и органов местного самоуправления в целях эффективного осуществления их полномочий и создания максимально благоприятных условий для комплексного развития регионов.

Инновационное АПК сельского хозяйства направления долгосрочного социально-экономического развития Республики Таджикистан проявляется в следующем: развитие научно-технического и образовательного потенциала крупных городских агломераций с высоким качеством среды обитания и человеческим потенциалом, динамичной инновационной и образовательной инфраструктурой; формирование регионально-производственных кластеров, ориентированных на высокотехнологичные производства в приоритетных отраслях экономики,

с концентрацией таких кластеров в зерновых регионах; сформированных региональных производственных кластеров на слабо освоенных территориях, ориентированных на переработку сырья и производство зерна с использованием современных технологий; образование и развитие с высоким уровнем оказания услуг сервиса в регионе с уникальными природно-климатическими условиями; развитие крупных транспортно-логистических и производственных в рамках формирования опорной национальной транспортной сети, обладающей необходимым потенциалом пропускной способности и обеспечивающей целостную взаимосвязь центров экономического роста, с постепенной ее интеграцией в развивающиеся мировые транспортные системы; значительное снижение межрегионального и внутрирегионального уровня и качества социальной среды и доходов населения, а также сближение стандартов жизни между столичными регионами, крупными и малыми регионами, регионами сельским населением; сохранение культурного многообразия, традиционного уклада жизни и занятости крупнейшей агломерации с наиболее динамичным экономическим ростом, обеспечивающим приток населения и инвестиций (в среднесрочной перспективе сохранится тенденция к опережающему развитию регионального кластера и концентрации в них основных финансовых и инновационных ресурсов). При этом важнейшее значение будет иметь инфраструктурный эффект формирования регионального зернового кластера, связанный с реализацией проектов развития АПК новых форм кластера, крупных зерновых комплексов. Это даст возможность быстрому развитию региона самым значительным объемом накопленного инновационного потенциала. В этот период необходимо поддержать развитие южного Таджикистана, которое имеет ключевое значение для обеспечения жизнедеятельности населения юга страны. Эти регионы обладают одним из наиболее зерновых потенциалов инновационного развития республики.

Формирование новых подходов экономического развития АПК это кластеризация региона. Программа реформирования сельского хозяйства в современной экономике формирует курс на кластеризацию агропромышленного, сектора сконцентрированного в крупных регионах Республики Таджикистан. Это потребует создания условий для модернизации предприятий соответствующих отраслей регионов. Развитие южного Таджикистана основано на использовании конкурентных преимуществ - наиболее благоприятных природно-климатических условий для сельского хозяйства, высокого земельного потенциала положения ресурсов это есть кластеризация региона. Однако преобладание в структуре экономики большинства регионов южного сектора низкой производительностью труда требует инновационного развития. Растущий спрос даст импульс развитию современного подхода, связанного с ним производства товаров и услуг, а также модернизации пищевой промышленности и сельского хозяйства, повышающей их конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках, легкой промышленности, развитию зерновых и зернопродуктов.

В регионах, обладающих потенциалом развития зернового кластера перерабатывающих отраслей промышленности. Экономическое развитие направлено на внедрение в этих отраслях новой техники и технологий для производства продукции с высокой добавленной стоимостью. При этом научно-исследовательские и образовательные учреждения потенциал крупных городов Хатлонской области и РРП. Перспективы развития Хатлонской области по зерновому кластеру определяются тремя направлениями. В южном регионе конкурентным преимуществом являются также аграрные ресурсы, на их основе будет развиваться переработка сельскохозяйственного сырья.

Для повышения конкурентоспособности зернового сектора, мукомольной и пищевой промышленности необходимо снижение транспортных издержек, что позволит расширить рынки сбыта и технологически модернизировать эти сектора экономики. Инновационным потенциалом обладает и развитие рекреационных услуг в южных районах. В южных регионах Таджикистана продолжится интенсивное развитие агропромышленного сектора, опирающегося на сельскохозяйственные ресурсы Хатлонской области. Развитие южного региона в значительной мере опирается на огромные природные ресурсы (зерновые, рыбные, соль), а также выгодное географическое положение и близость к рынкам страны. Важнейшим инструментом, организующим развитие регионов южного Таджикистана в среднесрочные перспективы, является реализация Государственной целевой программы "Экономическое и социальное развитие местного управления. Необходимость инновационного развития зерновых отраслей экономики связана с освоением природных ресурсов, а также технологических, экологических, экономических, научно-технических, организационных ресурсов.

Создание зернового кластера региона для обеспечения продовольственной безопасности страны. Перспективы формирования зернового кластера на базе результатов деятельности связаны с созданием зерновых продуктов. Повышение конкурентоспособности зерновой продукции

южного региона, пути (в том числе обеспечение возможности увеличения объемов зерновых продуктов) и создание новых технологий. Реализация инновационного, зернового кластера экономического регионального развития экономического роста. Принципиально важно решить задачу развития зерновой, энергетической, телекоммуникационной, производственной зерновой продукции. Долгосрочные законами целевые программы развития АПК должны определять цели для региональных и местных целевых программ социально-экономического развития субъектов Республики Таджикистан.

Образование в Хатлонский области. Требуются кластерные меры, предусматривающие не только предоставление финансовой помощи, направленной на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов Республики Таджикистан, но и оказание целевой финансовой поддержки региональных проектов развития села, в том числе за счет средств Инвестиционного фонда Исламского Банка развития, а также путем создания особых экономических зон. Основные цели системы продовольственной безопасности нашей страны вытекают из Государственной стратегии. При выработке продовольственной политики государство должно ориентироваться, как минимум, на уровень гарантированного собственного производства жизненно важных продуктов питания, достаточный для питания населения.

#### Список литературы

1. Алтухов А.И. Продовольственная безопасность страны и её оценка. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2008, №5, с.1.
2. Миндрин А.С. Энергоемкость сельскохозяйственного производства: теория, методология, оценка 2014 стр. 235 - 255.
3. Николаев М.В. Кластерная концепция эффективной интеграции регионов в глобальную экономику//Проблемы современной экономики, №1(13).
4. Мадаминов А. А. Зерновое хозяйство Таджикистана: состояние и перспективы развития/Материалы конференции/Душанбе-2004.
5. Петт Б., Муминджанов Х.А. Выращивание пшеницы в Таджикистане. Душанбе, 2006.30.
6. Сельское хозяйство региона. Агентство по статистике при президенте Республики Таджикистан 2012.

**Ф.Б.Махмадиев, Ш.Ф.Самиев, Х.Ш.Ҳабибов**

#### РУШДИ МИНТАКАВИИ КЛАСТЕРИ ҒАЛЛАДОАГИҶО ВА НАҚШИ ОН ДАР ТАЪМИНОТИ БЕХАТАРИИ ОЗУҚАВОРИИ МАМЛАКАТ

Дар мақола амнияти озуқаворӣ аҳоли баррасӣ мешавад. Аз ҷониби мултифон барои ҳудудифоғии озуқаворӣ тавсия дода шудааст, кластерикунонии зермаҷмӯи минтақавии ғалладонагӣ ташаккул меёбад.

**F.B. Mahmadiyev, Sh.F.Samiev, Kh.Sh.Habibov**

#### REGIONAL DEVELOPMENT CLUSTER GRAIN ITS ROLE IN COUNTRY'S FOOD SECURITY

This article focuses on food security and food safety samodastatochnoy region's population. The authors recommended for food samodastatochni Republic of Tajikistan formed clustering regional grain production.

**Key words:** Grain cluster, food security, grain products, strategy development, formation and development of regional grain cluster.

#### Сведения об авторах

**Махмадиев Ф. Б.** -научный сотрудник Института экономики сельского хозяйства ТАСХН.  
Email: [mahmadiyev1986@mail.ru](mailto:mahmadiyev1986@mail.ru)

**Самиев Ш.Ф.** – старший преподаватель кафедры «Экономическая теория» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими

**Ҳабибов Х.Ш.** - соискатель Института экономики сельского хозяйства ТАСХН.

З.М. Каримова

**ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

*В статье сделана попытка проведения анализа существующих взглядов на значимость не только экономических, но и природно-экологических условий, формирующих основу развития региональной экономики, а также позиция автора о необходимости комплексного подхода к рассмотрению экономико-экологических условий развития экономики регионов Республики Таджикистан.*

**Ключевые слова:** региональная экономика, регион, природно-экологический, природно-ресурсный потенциал, экологические угрозы, климатических изменений, загрязнения окружающей среды.

В новых экономических условиях формируется и новая хозяйственная система - региональная экономика. Это обусловлено переходом от административно распределительной системы к рыночным отношениям, децентрализацией управления, демократизацией общественной жизни в целом.

Регион в широком смысле рассматривается как всеобъемлющая система в разрезе «природа – население», то есть как единая территориально-социальная организация. В рамках такой сложноорганизованной системы четко выделяются три ее аспекта:

- природно-экологический;
- хозяйственно-экономический;
- социальный.

При всей взаимосвязи и взаимообусловленности всех трех этих сфер каждая из них обладает своей функциональной ролью.

Природная среда выступает как материальная основа жизнедеятельности. В зависимости от качества природной среды определяется в значительной степени качество жизни населения.

Хозяйственно-экономический разрез представляет собой сферу обеспечения жизнедеятельности - производство материальных благ, оказание услуг - и является стержнем территориальной организации. Но цель обеспечения жизнедеятельности заключена в социальной сфере - повышении качества жизни, создании наиболее благоприятной среды обитания, включая и саму организацию общественной жизни и культуру.

Регион в узком смысле - как хозяйственная система - это часть территории, на которой возникает многосторонний, постоянно развивающийся комплекс связей и зависимостей между предприятиями и организациями разных отраслей. Ее функционирование подчиняется определенным принципам:

- относительная, но достаточно высокая, экономическая и юридическая самостоятельность;
- территориальная целостность;
- наличие органов управления.

Региональная экономика, как научная область знаний, занимается исследованием закономерностей и принципов функционирования всех элементов производительных сил и социальной инфраструктуры в территориальном аспекте - анализом и прогнозированием, а также обоснованием направлений размещения производительных сил с учетом общей стратегии социально-экономического развития и экологических требований; исследованием территориальной организации хозяйства. Но в то же время региональная экономика изучает развитие и размещение производительных сил Республики Таджикистан в целом, ибо экономика каждого региона рассматривается, прежде всего, как часть единого хозяйственного комплекса Республики Таджикистана.

Региональная экономика занимается также разработкой концепций развития экономических и социальных процессов в регионах страны, разработкой экономических рычагов воздействия на процессы размещения инвестиций и регионального развития.

Таким образом, региональная экономика - *это область научных знаний, изучающих развитие и размещение производительных сил, социально-экономические процессы на территории страны и ее регионов в тесной увязке с природно-экологическими условиями [6; с.7].*

В этой связи региональная экономика Таджикистана изучает природно-ресурсный потенциал страны и ее регионов - население, трудовые ресурсы и современные демографические проблемы; определяет основные факторы размещения производительных сил в переходный период к рынку; изучает структуру хозяйства, и определяет пути ее рационализации в целях структурной перестройки экономики страны и ее регионов.

Теоретической основой региональных экономических отношений, является воспроизводственный подход, позволяющий рассматривать в единстве всю систему процесса расширенного воспроизводства. Воспроизводственный процесс включает в себя воспроизводство следующих элементов: трудовых и финансово-кредитных ресурсов, основных фондов, других производственных ресурсов, научных знаний и информации, материальных, бытовых и социальных услуг, а так же окружающей среды. Некоторые авторы [2; с.2] особое внимание уделяют воспроизводству именно природной среды, восстановлению её экологического потенциала, что, несомненно, имеет весьма важное значение в социальном плане.

С точки зрения экономики воспроизводственный процесс представляет собой восстановление, прежде всего, производительных сил региона. И не просто возобновление ими объемов производства, элементов национального богатства (и, соответственно, потребления продукции и услуг), а формирование и рациональное развитие экономического потенциала региона. В этом, по нашему мнению, заключено принципиальное отличие регионального процесса воспроизводства от воспроизводства отдельных объектов (от единичных актов воспроизводства).

В системе факторов производства особое внимание в настоящее время уделяется воспроизводству невещественных форм богатства: знаний, инноваций, информации, личностных факторов (то есть не просто трудовых ресурсов, а творческих, деловых способностей человека, его моральных качеств). Воспроизводство условий жизнедеятельности, по мнению ряда авторов [3; с.21], включает в себя не только сохранение окружающей среды, ее облагораживание, но и улучшение социальной составляющей, факторов здоровой жизни общества, то есть процесс воспроизводства рассматривается в широком плане.

Категория потенциала находит косвенное выражение - через понятие «ресурсы», которые трактуются как ограниченные элементы экономики, то есть как несоответствие потребности и запаса. Подобная трактовка понятия «ресурсы» вступает в противоречие с реальной действительностью и, по-видимому, выполняет роль теоретической конструкции, призванной обосновать теорию факторов производства (ресурсы, соединенные между собой, рассматриваются как факторы). В реальных условиях о функционировании экономики в условиях ограниченности ресурсов можно говорить в большей степени относительно эколого-экономического (природно-ресурсного) фактора.

Высокая зависимость населения от природных ресурсов (более 66% населения заняты в сельском хозяйстве), высокая продовольственная уязвимость (2/3 сельхозпроизводства зависит от орошения, 55% территорий засеянных злаками зависит осадков в поливной сезон), высокий уровень потерь валовой продукции сельского хозяйства от стихийных бедствий (ежегодные потери, связанных с климатическими явлениями, составляют 1/3 всех потерь) свидетельствуют о важности адаптационных программ к изменению климата в сельском хозяйстве. Таким образом, изменение климатических условий в сельском хозяйстве страны, неизбежно столкнется с общим ухудшением экологической ситуации на селе в виде массовой деградации сельскохозяйственных угодий, ухудшением качества почв, снижением естественного плодородия. Тем самым для реализации появившихся благоприятных возможностей потребуются значительные усилия и огромные инвестиции для восстановления качества земель и их охраны [5; с.14].

В странах с высоким уровнем ВВП на душу населения выбросы ПГ на душу населения значительно выше, чем в менее богатых странах. Это обусловлено распространенностью энергоемких видов деятельности, как движение автотранспорта, кондиционирование воздуха и выработка электроэнергии на основе ископаемого топлива.

При этом страны мира значительно отличаются друг от друга по объемам своих выбросов, приводящих к ускоренному накоплению парниковых газов в атмосфере.

К сожалению, вопросам влияния изменений климата на изменение индекса человеческого развития и его составляющих компонентов в Республике Таджикистан уделяется мало внимания. В случае непринятия мер по смягчению и адаптации можно ожидать замедления роста или даже снижения индекса человеческого развития в отдельных регионах страны и, прежде всего, за счет ухудшения здоровья людей, сокращения средней продолжительности предстоящей жизни. Очень важно понимать, что меры по адаптации населения страны к изменению климата будут эффективными лишь в том случае, если их применение будет носить комплексный характер с учетом специфики регионов Республики Таджикистан.

Индекс человеческого развития (ИЧР) регионов Республики Таджикистан более всего коррелируется с их экономическим развитием, так как наиболее дифференцированным компонентом является Валовой Региональный Продукт на душу населения (табл.1) [5; с.83].

Данные таблицы показывают значительное отставание регионов Республики Таджикистан от столицы г. Душанбе, что предполагает при реализации политики адаптации использования политики межбюджетного распределения.

Влияние климатических изменений на средства к существованию населения в регионах зависит от изменчивости сельскохозяйственного производства и специфики человеческого развития региона.

Энергетический сектор в стране уже с трудом справляется с нагрузками в пиковые периоды потребления электроэнергии в зимний период холодов, также связан с повышением температуры в летний период и остро нуждается в модернизации и усилении потенциала. Более высокая температура в летние месяцы с периодами экстремальной жары создает нагрузку на сети электропередач.

Таблица 1

Динамика Валового Регионального Продукта на душу населения в регионах Республики Таджикистан (сомони)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Душанбе	2691,325	3300,721	4740,362	4888,968	7184,254	8690,259
Согдийская область	1097,247	1319,95	1859,663	2250,248	2555,297	3148,735
Хатлонская область	946,5468	1305,018	1856,035	1928,265	2426,495	3007,059
ГБАО	784,9038	1065,789	1523,962	1782,865	2019,417	1855,825
РРП	1425,565	1878,42	2013,852	2415,47	2602,729	2717,395

**Источник:** Национальный отчет о человеческом развитии «Таджикистан: бедность в контексте изменения климата», Душанбе, ПРООН, декабрь 2013 г.

Существенное влияние на климат оказывает землепользование. Орошение, вырубка лесов и сельское хозяйство коренным образом меняют окружающую среду. Например, на орошаемой территории изменяется водный баланс.

Землепользование может изменить значимость отдельно взятой территории, поскольку изменяет свойства подстилающей поверхности и тем самым количество поглощаемого солнечного излучения. Например, есть причины предполагать, что климат Греции и других средиземноморских стран поменялся из-за масштабной вырубки лесов между 700 лет до н. э. и началом н.э. (древесина использовалась для строительства, кораблестроения и в качестве топлива), став более жарким и сухим, а те виды деревьев, которые использовались в кораблестроении, не растут больше на этой территории. Согласно исследованию 2007 года Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory) средняя температура в Калифорнии возросла за последние 50 лет на 2°C, причём в городах этот рост намного выше. Это является в основном следствием антропогенного изменения ландшафта.

Изменение климата является самой важной проблемой, стоящей перед нашим поколением, которое может, в конечном счете, свести на нет все усилия по борьбе с бедностью и существенно ограничить возможности развития для будущих поколений.

Ни одна страна не может в одиночку решить данную проблему, примером чему может служить Киотский протокол. Принцип «общей, но дифференцированной ответственности», составляет основную идейную основу Киотского протокола.

В настоящее время в атмосферу выбрасывается 32,1 Гт CO<sub>2</sub> (табл.2), но для избежание пагубных климатических изменений при прочих равных условиях необходимо удерживать выбросы в объеме 14,5 Гт CO<sub>2</sub> (объем глобального углеродного бюджета). При выбрасывании в атмосферу в два раза больше парниковых газов углеродный бюджет может быть нарушен уже к 2032 году [5; с.23].

Таблица 2

Основные источники выбросов

№	Сектор	Источник по МГЭИК*	Газ
1.	Сельское хозяйство	Сельскохозяйственные площади (Прямые и косвенные выбросы)	Закись азота (N <sub>2</sub> O)
2.	Сельское хозяйство	Кишечная ферментация домашних животных	Метан (CH <sub>4</sub> )
3.	Сельское хозяйство	Выбросы от навоза и компоста	Метан (CH <sub>4</sub> )
4.	Сельское хозяйство	Выращивание риса	Метан (CH <sub>4</sub> )
5.	Энергетика	Жилищно-коммунальное хозяйство	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )
6.	Энергетика	Промышленность и строительство	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )
7.	Энергетика	Подвижной автотранспорт	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )
8.	Энергетика	Другие сектора: Сельское хозяйство	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )
9.	Промышленные процессы	Производство алюминия	PFC <sub>s</sub>
10.	Промышленные процессы	Производство алюминия	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )

\*МГЭИК, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) (Межправительственная группа экспертов по изменению климата).

**Источник:** Национальный отчет о человеческом развитии «Таджикистан: бедность в контексте изменения климата», Душанбе, ПРООН, декабрь 2013 г.

Изменение климата рассматривается как растущая угроза для окружающей среды в Таджикистане. Основной угрозой считается рост температуры, который несет серьезную угрозу ледникам и водным ресурсам. Приземные температуры воздуха растут в большинстве регионов на больших высотах. Самый высокий рост температуры был отмечен в Дангаре (на 1.2°C), и Душанбе (на 1.0°C) за 65-летний период наблюдений. В горных районах рост температуры на 1.0-1.2°C отмечен в Ховалинге, Файзабаде и Ишкашиме. Также увеличилось количество дней с максимальными температурами, достигающими 40°C, и более [5; с.31].

«Прогнозы свидетельствуют о том, что неспособность снизить серьезные экологические риски и остановить углубление неравенства грозит замедлением устойчивого прогресса среди бедных слоев населения, составляющих большинство жителей нашей планеты, и даже обратить вспять процесс глобальной конвергенции человеческого развития».

Современные экологические угрозы [6; с.50]:

- зависимость от ископаемого топлива;
- смертность, вызванная загрязнением атмосферного воздуха;
- загрязнение воды;
- смертность, связанная с загрязнением воздуха внутри помещений;
- стихийные бедствия;
- изменение климата.

Государственная экологическая программа на 1999-2019 гг., нацелена на мониторинг воды, воздуха, земель, санитарных условий, растительности, фауны и охраняемых территорий, и увеличения числа аналитических лабораторий; проведение инвентаризации источников загрязнения, баз данных, экологических карт и создание национальной системы экологической информации; внедрение комплексной оценки экологических условий и воздействий; применение данных дистанционного зондирования для оценки окружающей среды; создание региональной географической информационной системы (ГИС); и поддержка экологического образования, обучения и увеличение осведомленности.

В связи с этим исключительное значение приобретает проблема ресурсосбережения, защиты окружающей среды, сберегающего природопользования, сохранения и преумножения природно-ресурсного потенциала страны и отдельных регионов.

Эколого-экономический потенциал территории включает в себя: экологический потенциал; природно-географические факторы; ресурсный потенциал.

Под экологическим потенциалом понимают способность природных систем без ущерба для себя отдавать человеку продукцию в рамках хозяйства данного исторического типа. В обобщенном виде эколого-экономический потенциал характеризует максимальную возможную (допустимую) антропогенную нагрузку на территорию, технически доступные для использования ресурсы и свойства экологических систем. В более узком смысле экологический потенциал отражает уровень освоения территории, степень загрязнения, и ее рекреационные (восстановительные) возможности.

Регион, как открытая система, не может строить свою политику вне учета внешних факторов, в частности, экономической политики государства.

Лишь исходя из общей направленности экономических реформ в стране, можно формировать собственную стратегию отдельных регионов, учитывающую специфику их экономического, социального и природно-экологического потенциала.

В этой связи реализуемая Среднесрочная Стратегия повышения уровня благосостояния населения Таджикистана на 2013-2015 годы является важным шагом на пути всестороннего решения проблем снижения бедности, в том числе и экологического потенциала страны.

### Литература

1. Дорогов Н.И. Управление региональной собственностью. Иваново, ИвГУ, 1999.
2. Ланцов В.А., Бабкина Л.Н., Песецкая Е.В. Потенциал территории: экономические, социальные и экологические аспекты. СПб: УРСС, 1994.
3. Лексин В.Н., Швецов А.Н. Государство и регионы. Теория и практика государственного регулирования. М.: УРСС, 1998.
4. Мишуров С.С., Щуков В.Н. Основы регионалистики. 2003. -75с.
5. Национальный отчет о человеческом развитии «Таджикистан: бедность в контексте изменения климата», Душанбе, ПРООН, декабрь 2012 г.
6. Региональная экономика: Учебник для вузов/ Т.Г. Морозова, М.П. Победина, Г.Б. Поляк и др.; Под ред. проф. Т.Г. Морозовой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ, 2001. - 472 с.

7. Стратегия повышения уровня благосостояния населения Таджикистана на 2013-2015 годы. – Душанбе, 2013.

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

**З.М. Каримова**

### **ШАРОИТҲОИ ИҚТИСОДИВУ ЭКОЛОГИИ ФАЪОЛИЯТИ ИҚТИСОДИЁТИ МИНТАҚАВӢ**

Дар мақола таҳлили нуқтаи назари мавҷуда ба аҳамияти на танҳо иқтисодӣ, балки шароитҳои табию экологии ташаккули инкишофи иқтисодиёти миллӣ, ғайр аз ин, мавқеи муаллиф нисбати зарурати равиши маҷмаавӣ барои дида баромадани шароитҳои иқтисодиву экологии рушди иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шудааст.

**Вожаҳои калидӣ:** иқтисодиёти минтақавӣ, минтақа, потенциали табию экологӣ, табию манбавӣ, таҳдидҳои экологӣ, тағйиротҳои иқлимӣ, ифлосшавии муҳити атроф.

**Z.M. Karimova**

### **ECONOMICAL AND ECOLOGICAL OPERATING CONDITIONS OF REGIONAL ECONOMY**

In article attempt of carrying out the analysis of existing views of the importance not only economic, but also the natural and ecological conditions forming a basis of development of regional economy, and also a position of the author about need of an integrated approach to consideration of economical and ecological conditions of development of economy of regions of the Republic of Tajikistan is made.

#### **Сведения об авторе**

**З.М. Каримова**, старший преподаватель кафедры Производственный менеджмент Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, пр. Раджабовых 10, 734042 Душанбе, Республика Таджикистан. Элек. почта [z\\_karimova@mail.ru](mailto:z_karimova@mail.ru), тел.: 236-20-16.

**Мукаддасзода Фирдавс Мукаддас**

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА**

*В статье рассмотрены теоретические вопросы формирования государственно-частного предпринимательства как фактор дальнейшего стабильного роста национальной экономики.*

*Анализован процесс финансирования инвестиционных потребностей с точки зрения эффективного использования резервов и потенциалов частного сектора в реализации государственных инвестиционных программ.*

*С учетом открытости национальной экономики и растущих экзогенных экономических угроз автором отмечается, что реализация политики привлечения частного сектора к развитию реальных отраслей национальной экономики посредством формулы государственно-частного предпринимательства является важным направлением промышленного развития страны.*

**Ключевые слова:** *государственное регулирование экономики, государственно-частное партнерство, бизнес, инвестиция, финансовый кризис.*

Так как экономика роста требует эффективного использования капитала, сотрудничество государства и частного сектора даёт гарантии и уверенность привлечения инвестиций в реализацию экономических проектов. Поэтому, на наш взгляд, совместное предпринимательство залог минимизации расходов и максимизации эффекта как для частных структур, так и для государства в целом.

На современном этапе развития страны, с учетом обеспечения экономической безопасности, степень государственного регулирования экономики и усиление государственно-частного партнерства являются факторами стабильного и устойчивого роста национальной экономики.

Анализ динамики развития мировой экономики и экономические циклы показывают, что если на первых стадиях развития капиталистического строя придерживались теории либерализации экономических отношений, то мировые экономические кризисы доказали необходимость государственного вмешательства и регулирования экономических процессов.

Так, модель IS-LM-BP – кейнсианская модель открытой экономики, показывает такое соотношение уровня доходов и процентной ставки, при котором обеспечивается одновременное равновесие в трех секторах – реальном, денежном и внешнем – которое может достигаться путем отдельного или одновременного использования инструментов государственной политики – бюджетных расходов, регулирования денежной массы и валютного курса[1].

В этом контексте развитие государственно-частного партнерства стимулирует эффективное использование финансовых и природных ресурсов, также способствует повышению конкурентоспособности национальной экономики. В целом совместная деятельность государства и частного сектора в условиях взаимовыгодного партнерства может являться залогом сбалансированного развития национальной экономики.

Следовательно, невозможны как полная экономическая свобода, основанная только на воздействии «невидимой руки» рынка, так и полный тотальный интервенционизм государства в хозяйственных отношениях[2].

Необходимо отметить, что развивающаяся открытая экономика Таджикистана располагает многими аспектами, в том числе:

- экспортно-импортными операциями;
- миграцией рабочей силы;
- валютно-кредитными отношениями;
- инвестиционным и технологическим сотрудничеством связанным с мировой экономикой.

С учетом степени и уровня интеграции наша национальная экономика как составная часть мировой экономики уязвима перед вызовами и угрозами мировых шоков и кризисов.

Следует отметить, что проблема макроэкономической корректировки открытой экономики возникает тогда, когда под воздействием внутренних или внешних шоков и угроз национальная экономика теряет равновесие [3].

Поэтому принятие превентивных мер по смягчению возможных влияний нового мирового финансово-экономического кризиса, отчасти путем развития конкурентных преимуществ отечественной экономики является актуальной задачей [4].

Из макроэкономической теории известно, что в условиях открытой экономики одним из фундаментальных макроэкономических взаимоотношений является связь между внутренними инвестициями, сбережениями, государственным бюджетом и равновесием счета текущих операций (CA). Для экономики Республики Таджикистан, как и для любой экономики, должно быть верным следующее определение:  $I = S + (T-G) - CA^1$ .

Это уравнение показывает, что страна может финансировать внутренние инвестиции (I) тремя путями: посредством внутренних частных сбережений (S), путем государственных сбережений в форме профицита бюджета ( $T - G > 0$ ), или через дефицит счета текущих операций ( $CA < 0$ ), что означает необходимость делать внешние заимствования.

Так как, анализ состояния государственного бюджета и счета текущих операций в нашей стране показывает ограниченные инвестиционные возможности, поэтому национальной экономике необходимо развитие государственно-частного предпринимательства как опоры стабильного роста экономики путем упрощения условий ведения бизнеса.

Анализ статистических материалов показывает, что вклад частного сектора в формирование валового внутреннего продукта Республики Таджикистан в 2013 году составил 64%. В прошлом году объем ВВП составил 40,5 млрд. сомони, из которых 26 млрд. приходится на частный сектор [5].

Таким образом, эффективное сотрудничество с партнерами по развитию, особенно государства и бизнес-сообщества является фактором устойчивости национальной экономики.

Необходимо отметить, что за годы независимости в Таджикистане создана нормативно-правовая база, способствующая становлению рыночных механизмов хозяйствования, осуществлена приватизация государственной собственности, началось развитие частного сектора, проведена легализация денежных средств и имущества населения.

<sup>1</sup> Более подробно см: Саидмуродов Л.Х. Экономическая теория открытого хозяйства и проблемы современного Таджикистана. Душанбе. «Ирфон», 2005г. с. 216-232.

Анализ процесса формирования рыночной экономики в Таджикистане показывает, что наша страна начинала с фундаментальных социальных и экономических реформ с момента приобретения независимости. Разгосударствление имущества и формирование частной собственности граждан была важной целью среднесрочной экономической стратегии Правительства Таджикистана. В период между 1991 и 2010 годами были приватизированы 11440 предприятий, в том числе 419 предприятий в рамках Стратегического плана по приватизации на 2003-2012 годы [6].

Также, Закон РТ «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» от 10 ноября 2000г. устанавливает правовую базу по ограничению и предотвращению монополистической деятельности и нечестной конкуренции на товарных рынках, регулирует деятельность государственных торговых предприятий и унифицирует условия деятельности между государственными и прочими предприятиями [7].

Наряду с другими мерами в Таджикистане, начиная с 2007 года, продолжает эффективно функционировать Инвестиционный совет при Президенте Республики Таджикистан с участием частного сектора, гражданского общества, предпринимателей и инвесторов.

Справедливо отметить, что на сегодня Правительством Республики Таджикистан реализован ряд мер по созданию благоприятного предпринимательского климата. Таджикистан стремится к улучшению инвестиционного климата и усовершенствованию законодательной базы для государственно-частного партнерства. В этом направлении были приняты Закон РТ «Об инвестициях» от 2007 года и Закон РТ «О соглашениях о разделе продукции» от 22 февраля 2007 года [8 - 9].

Как отмечает Эрнандо де Сото в своей известной работе «Загадка капитала», в развивающихся и переходных странах «возникновению кредита и инвестиций препятствует нехватка не самих материальных активов, а их отражение в системе частной собственности - в виде свидетельств о собственности или акций, которые регулировались бы законами, обязательными на всей территории страны» [10].

Анализ нормативно-правовых актов показывает, что законодательство Республики Таджикистан о собственности основывается на Конституции Республики Таджикистан и других законодательных актах Республики Таджикистан и международно-правовых актах, признанных Таджикистаном, а также международных договорах и межгосударственных соглашениях, подписанных и ратифицированных Республикой Таджикистан.

Необходимо отметить, что объектами права собственности могут быть предприятия, имущественные комплексы, земля, ее недра, вода, воздушное пространство, растительный и животный мир, горные отводы, здания, сооружения, оборудование, сырье и материалы, деньги, ценные бумаги, другое имущество производственного, потребительского, социального, культурного и иного назначения, продукция, доходы и прибыль, получаемые собственником в результате хозяйственной и иной деятельности, а также продукты интеллектуального и творческого труда [11].

Так как допускается объединение имущества, находящегося в собственности граждан, юридических лиц и государства, и образование на этой основе смешанных форм собственности, в том числе собственности совместных предприятий с участием иностранных граждан, лиц без гражданства, иностранных юридических лиц и государство гарантирует равноправие и правовую защиту всех форм собственности, в том числе частной, следовательно использование механизмов государственно-частного партнерства в реализации социально-значимых проектов восполняет пробел дефицита финансирования и повышает эффективность проекта.

Поэтому мы согласны с тем, что в переходной экономике актуально формирование политики по развитию ГЧП, то есть выделение приоритетных секторов экономики для определения возможных форм сотрудничества государства и бизнеса [12].

Следует отметить, что законодательство Республики Таджикистан о государственно-частном партнерстве основывается на Конституции Республики Таджикистан и состоит из Гражданского кодекса Республики Таджикистан, Закона Республики Таджикистан «О государственно-частном партнерстве» от 28 декабря 2012 года и других нормативных правовых актов Республики Таджикистан, а также международных правовых актов, признанных Таджикистаном [13].

Данный Закон определяет правовые, экономические и организационные основы государственно-частного партнерства, порядок реализации проектов государственно-частного партнерства в сфере инфраструктуры и социальных услуг и защищает интересы государства и частного сектора.

Сегодня в Таджикистане стабильное развитие экономики обеспечивается на основе программных документов, прежде всего Национальной стратегии развития на период до 2015 года, Стратегии повышения уровня благосостояния населения на 2013-2015 годы, других отраслевых и региональных программ.

Также в области обеспечения улучшения инвестиционного климата, развития частного сектора и предпринимательства в Республике Таджикистан постепенно реализуются нижеследующие цели [14]:

- совершенствование законодательства и регулирования в области инвестирования и предпринимательства, следовательно, сокращения предпринимательских и инвестиционных рисков;
- эффективная государственная поддержка предпринимательства и обеспечение улучшения инвестиционного климата. Таким образом, формируются основы государственно-частного партнерства в реализации социально-экономических проектов, что способствует развитию предпринимательства и обеспечит стабильный и устойчивый рост национальной экономики.

На наш взгляд, организация частно-государственного предпринимательства и привлечение частного сектора к развитию реальных отраслей национальной экономики является важным направлением промышленного развития страны.

Особо привлекательными и перспективными для инвестиционной и предпринимательской деятельности в Таджикистане являются такие сектора как горная и химическая, легкая и продовольственная, строительство и производство строительных материалов, сельское хозяйство и переработка сельскохозяйственной продукции, транспорт, коммуникации и туризм.

Так как развитие частного сектора и предпринимательства связано с основными интересами государства, в том числе повышения конкурентоспособности национальной экономики, устойчивости экономического развития, обеспечение занятости населения, сокращения бедности и пр., следовательно, необходима активизация реального частно - государственного партнерства.

В этом контексте использование потенциальных возможностей партнерства государства с частным сектором, в частности совместное предпринимательство является актуальной задачей на современном этапе развития национальной экономики.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Киреев А. Международная экономика. Часть II. М. 2006., стр. 208.
2. Короткова Э.М. и др. Антикризисное управление. «Инфра-М», М, 2009. Стр. 37.;
3. Саидмуродов Л.Х. Экономическая теория открытого хозяйства и проблемы современного Таджикистана. Душанбе, 2005. С.7.;
4. Мукаддасзода Ф. Аспекты влияния современных тенденций развития мирового финансово-экономического кризиса на национальную экономику. Материалы международной научно-практической конференции. Таджикский государственный университет коммерции. 20 декабря 2014г;
5. <http://www.president.tj/ru>. Встреча Президента Республики Таджикистан с предпринимателями. Душанбе. 14 октября 2014 года;
6. Таджикистан: 20 лет государственной независимости. Стат. Сборник. Душанбе, 2011. стр 382-383.;
7. Закон РТ «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» от 10 ноября 2000г.;
8. Закон РТ «Об инвестициях» от 2007 года;
9. Закон РТ «О соглашениях о разделе продукции" от 22 февраля 2007 года;
10. Э.де.Сото. Загадка капитала. Почему капитализм торжествует на западе и терпит поражение во всем остальном мире. М.: «Олимп-Бизнес», 2004.Стр. 68;
11. Закон Республики Таджикистан «О собственности в Республике Таджикистан». (от 5.12.1990г. изложен в новой редакции от 14.12.96г.);
12. Ликвидация провалов. Зачем в мире создают центры развития государственно-частного партнерства. Российская Бизнес-газета. № 780 от 14 декабря 2010 г;
13. Закона Республики Таджикистан "О государственно-частном партнерстве от 28 декабря 2012 года:
14. Стратегия повышения уровня благосостояния населения Таджикистана на 2013-2015 годы;

**Таджикский государственный университет коммерции**

**Ф. М. Мукаддасзода**

**АСОСҶОИ НАЗАРИЯВИИ ЧАРАЁНИ ТАШАККУЛЁБИИ  
ШАРИКИИ ДАВЛАТ ВА БАҲШИ ХУСУСИ**

Муаллиф дар мақолаи мазкур масъалаҳои рушди минбаъдаи иқтисоди кушоди Тоҷикистонро дар самти танзими давлатии иқтисодиёти бозорӣ ва шарикии давлат ва баҳши хусусӣ мавриди таҳлил қарор додааст.

Махсусан зикр менамояд, ки дар баробари давлат иштироки баҳши хусусӣ дар ҳалли масъалаҳои иҷтимоиву иқтисодӣ омили рушди босуботу устувори иқтисоди миллӣ дар марҳалаи дарозмуддат ба ҳисоб меравад.

**Калимаҳои асосӣ:** *танзими давлатии иқтисодиёт, шарикии давлат ва баҳши хусусӣ, соҳибқорӣ, сармоягузорӣ, бӯҳрони молиявӣ.*

**F.M. Muqaddaszoda**

### **THE THEORETICAL BASIS OF THE FORMATION OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP**

The author in this article analyses the issues of further growth in the open economy of Tajikistan in the context of government economics regulation and government-private sector partnership.

Especially noted, that the possibility of government-private sector partnership facilitate solving social economic problems and at last, is stability economic development factor in long periodic time.

**Keywords:** government economics regulation, government-private sector partnership, business, investment, finance crisis.

#### **Сведения об авторе**

**Муқаддасзода Фирдавс Муқаддас-** 1970 г.р., окончил Российскую экономическую академию имени Плеханова (МИНХ – ныне РЭУ) по специальности «Управление материальными ресурсами и организация оптовой торговли средствами производства» (1993), кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры «Мировой экономики» ТГУК, автор монографии и более 12 научных работ, область научных интересов – ВЭД, проблемы развития предпринимательства и инвестиционного обеспечения национальной экономики.

E- mail: [918202020p@gmail.com](mailto:918202020p@gmail.com).

**Ф.Р. Шаропов**

### **РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ**

В статье рассматриваются резервы повышения социально-экономической эффективности предприятий розничной торговли в современных условиях. По мнению автора, высокие результаты хозяйственной деятельности предприятий торговли обеспечиваются за счет более рационального использования всех видов имеющихся ресурсов, внедрения инновационных форм и методов реализации товаров и повышения качества торговых услуг.

**Ключевые слова:** *розничная торговля, экономическая эффективность, производительность, инновации, методы продаж, франчайзинг.*

Для успешного функционирования предприятий розничной торговли необходимо привести в действие неиспользованные резервы повышения ее социально-экономической эффективности.

Социально-экономическая эффективность деятельности предприятий розничной торговли достигается путем наиболее рационального использования всех видов имеющихся экономических ресурсов.

В современных условиях повышение социально-экономической эффективности предприятий розничной торговли может быть достигнуто различными путями, резервами. Среди них можно отметить такие, как применение прогрессивных методов торговли, обеспечение роста производительности труда, фондоотдачи, ускорения оборачиваемости оборотных средств, внедрение инновационных технологий продажи товаров и т.д. С позиции социальной эффективности торговли принципиальное значение имеет поиски резервов совершенствования торгового обслуживания и повышения качества торговых услуг.

Эффективное использование материально-технической базы торговых предприятий является одним из приоритетных направлений повышения эффективности предприятий розничной торговли. Эффективность использования действующей материально-технической базы предприятий розничной торговли находит свое выражение, прежде всего в росте показателей фондоотдачи и фондорентабельности.

Рост объема розничного товарооборота, как главного показателя коммерческой деятельности предприятий торговли, можно обеспечить путем специализации розничных торговых предприятий и их оптимального размещения.

Основным путём повышения социально-экономической отдачи, эффективного использования материально-технической базы является специализация предприятий розничной торговли. Она способствует значительному расширению ассортимента товаров, улучшению работы с поставщиками, обеспечению более высокого уровня обслуживания, расширению дополнительных услуг, и в конечном счете – повышению как экономической, так и социальной эффективности деятельности за счет значительного роста объема товарооборота и снижения затрат времени покупателей на покупку товаров.

Наряду с рациональным использованием материально-технической базы особое значение приобретает эффективное использование трудовых ресурсов розничной торговли. Задача заключается в том, чтобы с меньшим числом персонала реализовать больше товаров, обеспечив при этом высокое качество обслуживания. Добиться этого можно лишь при условии повышения уровня механизации и внедрении прогрессивных технологий доставки и реализации товаров. Необходимость внедрения достижений научно-технического прогресса в торговле вызвана тем, что ныне уровень технического оснащения торговли значительно отстает от других сфер экономики. Низкий уровень механизации торгово-технологических процессов, использование большого количества ручного труда ведет к замедлению темпов производительности труда и требует вовлечения в торговую деятельность трудовых ресурсов, а следовательно, требует дополнительных финансовых ресурсов.

По нашему мнению, экономическая эффективность, как целевая задача, успешно будет решена, в том случае, если темпы роста производительности труда будут заметно опережать темпы роста фондовооруженности труда. Однако, как показало проведенное исследование, в предприятиях торговли темпы роста производительности существенно отстают от темпов роста средней заработной платы в расчете на одного работника, что ведет к необоснованному росту текущих затрат, тем самым к убыточной деятельности и низкой рентабельности в результате розничной реализации товаров конечным потребителям.

Одним из значимых направлений экономного расходования средств на оплату труда в торговле, по нашему мнению, должен стать переход на выполнение работ с меньшей численностью персонала путем совмещения профессий, повышения квалификации работников, а также привлечения лиц с неполным рабочим днем. Это имеет большое значение для современных условий нашей страны, где определенно высок уровень безработицы.

Среди резервов роста эффективности трудовых ресурсов в розничной торговле также следует отметить нужду в повсеместном внедрении принципов научной организации труда, проведении интенсивных курсов и тренингов, направленных на переподготовку и повышение квалификации работников предприятий розничной торговли и самих предпринимателей, менеджеров и других деловых профессий сферы товарного обращения.

Другим важнейшим резервом интенсивного развития и повышения эффективности розничной торговли является ускорение оборачиваемости оборотных средств.

В торговых предприятиях резервы ускорения оборачиваемости оборотных средств в обобщенном виде зависят от объема товарооборота и размера оборотных средств. Для ускорения оборачиваемости оборотных средств, по нашему мнению, необходимо совершенствовать процесс товародвижения и организацию торговли, внедрять прогрессивные формы и методы продажи; совершенствовать расчеты с поставщиками и покупателями; не допускать дебиторской задолженности и т.д.

Эффективность использования оборотных средств предприятий розничной торговли, следовательно, зависит, прежде всего, от умения управлять ими, улучшать организацию торговли, повышать уровень коммерческой и финансовой работы.

Важным резервом достижения высоких экономических и социальных результатов деятельности розничных торговых предприятий является внедрение инноваций и всемерное использование прогрессивных методов продажи товаров. Инновации способствуют комплексному развитию деятельности предприятий розничной торговли за счет реализации нововведений,

разработки и внедрения новых видов услуг, продвижения прогрессивных методов и механизмов достижения поставленной цели, что, в конечном счете, обеспечивают устойчивый рост основных социально-экономических показателей розничной торговли.

Роль инновационной формы розничной торговли заключается в том, что она способствует их развитию, ускорению внедрения современных инновационных технологий. В итоге появляются дополнительные возможности для повышения эффективности деятельности предприятий, повышается скорость торгового обслуживания, развиваются хозяйственные связи.

Наиболее прогрессивным и эффективным методом продажи товаров является самообслуживание. Передовой мировой опыт убедительно доказал, что самообслуживание в торговле является наиболее удобной и экономически выгодной формой продажи товаров. Покупателям при самообслуживании создаются благоприятные условия для выбора, осмотра и приобретения товаров. К тому же они затрачивают на покупку значительно меньше времени, чем, например, при индивидуальном обслуживании.

Внедрение самообслуживания способствует индустриализации торгово-технологического процесса, повышению производительности труда работников розничных торговых предприятий. При рациональной организации торгово-технологического процесса в предприятиях самообслуживания покупатели практически полностью освобождаются от стояния в очередях.

В перспективе все большее распространение должен получить такой удобный для населения метод продажи товаров как продажа по образцам. Доставка товаров покупателям со складов оптовых и розничных торговых организаций и осуществление послепродажного обслуживания способствует решению многих социально-экономических задач.

Экономическая эффективность продажи товаров по образцам обеспечивается за счет централизации хранения товарных запасов на складах, более эффективного использования складских площадей, сокращения потребности в подсобных помещениях магазинов и расширения торговых площадей, обеспечения необходимых условий хранения товаров и сокращения их потерь, снижения доли ручного труда на погрузочно-разгрузочных работах в розничной сети и снижения транспортных расходов.

Наряду с выбором эффективных методов продажи товаров важную роль в повышении торгового обслуживания играет предоставление различных дополнительных услуг покупателям, которые ускоряют процесс, и повышают качество обслуживания покупателей. Проданные товары должны быть дополнены целым спектром дополнительных услуг, которые оказываются в процессе продажи товаров (продажа в кредит, консультация специалистов, упаковка товаров и т.д.); в процессе послепродажного обслуживания (доставка товаров на дом, сборка и установка товаров на дому у покупателя, подарочная упаковка приобретенных товаров и т.д.) и услуги, не связанные с продажей конкретных товаров (организация автостоянки, обменных пунктов при магазине, организация камеры хранения и т.д.).

Повышению экономической эффективности и качества торгового обслуживания населения содействует и развитие новых форм малого торгового предпринимательства. Широкое внедрение новых форм организации торговли повышает социально-экономическую эффективность торговли, способствует более полному удовлетворению платежеспособного спроса населения.

В условиях действия рыночной экономики одной из эффективных форм развития предпринимательской деятельности является франчайзинг, который может найти применение в розничной торговле. Он представляет собой вертикальную договорную маркетинговую систему для сбыта товаров и предусматривает долгосрочные договорные отношения, по которым одно предприятие предоставляет другой право на ведение торговли на ограниченной территории при соблюдении установленных правил и под определенной маркой. При этом покупатель такой льготы уплачивает некоторую сумму денег плюс отчисления от продаж, получая взамен право на использование торговой марки, а также постоянную поддержку и передачу опыта.

Розничному торговцу предоставляется право использования торгового знака, фирменного наименования предприятия-производителя, оптовика или торговой фирмы. Это даст возможность при сравнительно небольших затратах организовать торговую деятельность, выплачивая материнской фирме установленную сумму.

Во всем мире франчайзинг признан как один из наиболее эффективных форм развития и расширения бизнеса. Как способ широкомасштабного проникновения на рынок, данный вид сотрудничества получил уже достаточно широкое распространение в России и других странах СНГ, не говоря уж о развитых странах Запада.

Следует отметить, что в Таджикистане до настоящего времени данный процесс практически не начался, чему причинами можно считать отсутствие нормативной и законодательной базы по франчайзингу; недостаточное количество специалистов, занимающихся франчайзингом; недоверие к системе в связи с отсутствием образовательных и разъяснительных программ; специфика психологии и поведения потребителей.

Для развивающегося рынка нашей страны преимущества франчайзинга налицо. Экономика остро нуждается в оживлении коммерческой деятельности и в повышении выживаемости новых предприятий, особенно малого и среднего бизнеса и именно этому содействует внедрение франчайзинга.

Важным направлением повышения эффективности розничной торговли является диверсификация деятельности ее предприятий. В настоящее время деятельность значительного числа предприятий розничной торговли нашей страны ограничена чисто торговыми функциями. Неторговая деятельность в основном связана с дополнительными услугами. В перспективе розничные торговые предприятия могут и должны расширять свою деятельность в таких направлениях, как торговля-закупочная, техническое обслуживание сложнотехнических товаров и производство товаров (хлебобулочных, кондитерских и других изделий). Зарубежный опыт свидетельствует, что торговые компании по мере накопления капитала могут заниматься производственной деятельностью.

Таким образом, повышение эффективности функционирования розничной торговли непосредственно связано с рациональным использованием материальных, трудовых, финансовых ресурсов хозяйствующих субъектов торговли, состоянием материально-технической базы, широким использованием прогрессивных и новых форм продажи товаров, высоким качеством обслуживания покупателей.

#### Литература

1. Ферни Джон. Принципы розничной торговли: пер. с англ. - М.: Олимп-Бизнес, 2008.
2. Инновационное развитие торговли / под. ред. Ю.Н. Клещевского, И.А. Кудряшевой; ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет», Кемеровский институт (филиал). – Кемерово: Сибирская издательская группа, 2011.
3. Кулик Н.А. Розничная торговля как сектор экономики: проявление кризиса и пути их решения // Сибирский экономический журнал. – 2010. - № 10. – с. 24-27.
4. Карх Д. А. Экономическая и социальная эффективность услуг розничной торговли: монография / Д. А. Карх. - Екатеринбург: Издательство АМБ, 2010.

#### Ф.Р. Шаропов

#### ЗАХИРАҲОИ БАЛАНД БАДОШТАНИ САМАРАНОКИИ КОРХОНАҲОИ САВДОИ ЧАКАНА

Дар мақола захираҳои баланди бадостани самаранокӣ иқтисодӣ-ичтимоӣ корхонаҳои савдои чакана баррасӣ гаштааст. Ба андешаи муаллиф, натиҷаҳои баланди фаъолияти хоҷагидорӣ корхонаҳои савдо бо роҳи истифодаи самаранокӣ ҳама намудҳои захираҳои мавҷуда, қорӣ намудани шаклҳои ва усулҳои инноватсионӣ фурӯши мол ва баланди бардоштани сифати хизматрасонии савдо таъмин мегардад.

**Вожаҳои калидӣ:** савдои чакана, самаранокӣ иқтисодӣ, маҳсулноқӣ, инноватсия, усулҳои фурӯш, франчайзинг.

#### F.R. Sharopov

#### THE RESERVES OF INCREASING OF THE EFFICIENCY OF ENTERPRISES OF RETAIL TRADE

The article considers the potential for of increasing of the efficiency of enterprises of retail trade. According to the author, the high results of operations of enterprises of retail trade provided through more efficient use of all types of available resources, the implementation of innovative forms and methods of sale and improve the quality of trade services.

**Keywords:** retail trade, economic efficiency, productivity, innovation, methods of sale, franchising.

#### Сведения об авторе

**Шаропов Фарход Разокович** - кандидат экономических наук, доцент, декан факультета международных экономических отношений и права Таджикского государственного университета коммерции.

Д. К. Хусейнова, К. Б. Хусейнов

**КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ВНУТРЕННЕГО НАДЗОРА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАРУБЕЖНЫХ БАНКОВ**

*Процедуры контроля и аудита в банковских системах развитых стран являются встроенными компонентами системы внутреннего надзора, определяющим нормы и правила реагирования на риски.*

**Ключевые слова:** внутренний надзор, внутренний аудит, внутренний контроль, зарубежные банки, COSO.

Процедуры контроля и аудита в банковских системах развитых стран являются встроенными компонентами системы внутреннего надзора, определяющим нормы и правила реагирования на риски.

Любая кредитная организация в соответствии с международными нормами должна иметь эффективную и действенную систему внутреннего надзора для того, чтобы защитить свои активы от возможных убытков, связанных с их неэффективным использованием, злоупотреблением и ошибками, допущенными в результате недостаточности или отсутствия профессионального опыта или знаний. С позиции некоторых авторов [1] внутренний надзор можно сравнить с центральной нервной системой человека, ухудшение состояния которого может привести к гибели всего организма. В этом несколько утрированном сравнении безусловно присутствует истина, поскольку отсутствие системы внутреннего надзора, включающей как контрольные функции, так и функции мониторинга могут привести к полному исчезновению кредитной организации на рынке.

Несмотря на то, что содержание органа внутреннего надзора увеличивает расходы банка, оно экономически обосновано в виду наличия потенциальных и реализованных рисков в деятельности каждого кредитного института. Никакой банк не может гарантировать отсутствие ошибок и убытков вследствие недостаточности контроля за его финансовым положением.

В связи с чем, глубокий научный интерес представляет трактовка понятия внутренний контроль с позиции различных научных источников. Так институт присяжных бухгалтеров Англии и Уэльса определяют внутренний надзор, как систему контроля для успешного и эффективного ведения бизнеса с целью защиты своих активов и обеспечения, насколько это возможно, точности и надежности бухгалтерского учета. Это определение указывает на то, что внутренний надзор создается для того, чтобы гарантировать акционерам и инвесторам эффективное и действенное управление активами даже при наличии финансовых трудностей и рисков, связанных с влиянием внешней и внутренней среды. Хотя система внутреннего надзора не может устранить все ошибки и неточности в расчетах, формализация его функций и деятельности позволяет предупредить распространение потенциальных проблем, развитие и эскалация которых сопровождается кризисными явлениями или даже дефолтом.

Формализация функций внутреннего надзора не вызывает серьезных возражений с точки зрения понятийной категории, наделяя его двумя важнейшими направлениями – контроль и аудит, где последнее скорее дополняет, чем объединяет его концептуальную основу. Поэтому с нашей точки зрения, научный интерес вызывает определение внутреннего аудита как части системы надзора или ключевого элемента внутреннего контроля. В научных источниках [2] внутренний аудит определен как независимая функция деятельности организации для получения независимой и непредвзятой оценки, представляющей собой услугу или дополнительный сервис в рамках сложившейся структуры.

Кармайкл [3] приходит к выводу о том, что внутренний аудит является важной управленческой функцией связанной с организационной структурой управления и правилами организации бизнеса. Аналогичную позицию разделяет и Кей [4] полагая, функционально внутренний аудит связан с независимой оценкой бизнеса организации для цели устранения потенциальных и будущих рисков.

Однако наиболее полное трактование определения внутреннего аудита мы можем встретить в работе Сойера [5], указывающего, что внутренний аудит представляет собой «систематическую, объективную оценку различных операций и функций управления в рамках организации для цели определения (1) является ли финансово-оперативная информация является точной и надежной, (2) насколько идентифицированы и минимизированы риски организации в настоящем и будущем времени, (3) существуют ли внешние и внутренние процедуры позволяющие поддерживать контрольные функции на приемлемом уровне, (4) выполняются ли критерии операционной эффективности, (5) насколько рационально и экономически обосновано используются ресурсы организации, (6) достигнуты ли цели организации для эффективного выполнения своих основных обязанностей и функций в соответствии с профилем бизнеса».

Не меньший научный интерес вызывает и трактовка определения внутреннего контроля, функции которого сводятся к эффективности проводимых организацией операций и публикуемой отчетности в целях ее достоверности и объективной основы [6].

Международная практика гласит, что Совет директоров и его Комитет по аудиту несут ответственность за то, чтобы система внутреннего контроля в организации являлась адекватной масштабам ее деятельности и принимаемым рискам [7]. Эта ответственность не является абстрактным явлением, а включает в себя вполне конкретную оценку деятельности внутреннего контроля на основе заключения внешних и внутренних аудиторов. В связи с чем, полагаем, что базовым постулатом внутреннего надзорного процесса – выступает именно внутренний контроль, как комплекс взаимосвязанных элементов, обеспечивающих возможность предотвращения рисков и негативных явлений, тогда как внутренний аудит – является своего рода надстройкой функции контроля, обеспечивающего его независимую оценку.

В Соединенных Штатах Америки, многие кредитные организации приняли концепцию внутреннего контроля, представленную в докладе Комитета спонсорских организаций (COSO), опубликованном в 1992 году. Сформулированная в докладе интегрированная модель COSO расширила определение системы внутреннего контроля выведя ее за рамки простого механизма снижения риска мошенничества и возможности предотвращения ошибок. На рисунке 1 мы привели ее основные компоненты с тем, чтобы объединить ее трехмерную модель в единую смысловую конструкцию.

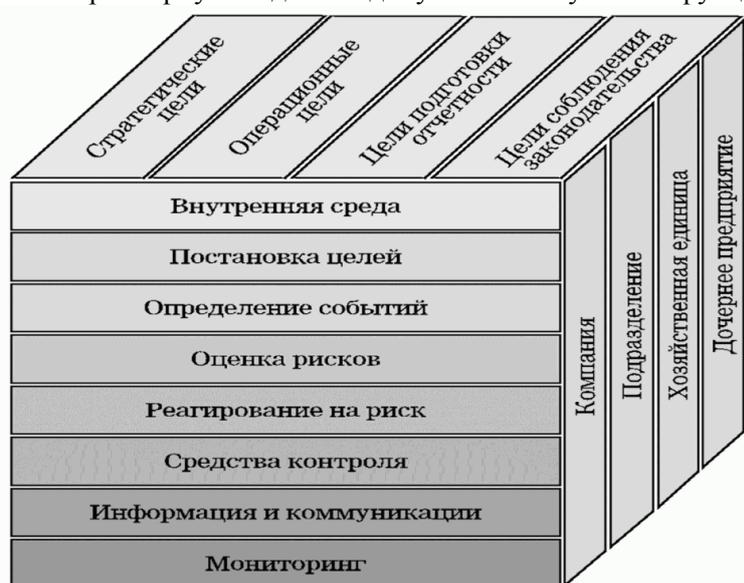


Рис.1. Интегрированная модель COSO в трехмерном измерении

В соответствии с принципами COSO внутренний контроль представляет собой процесс, осуществляемый независимым наблюдательным советом хозяйствующего субъекта, высшего менеджмента и ключевого персонала для обеспечения достаточной уверенности в отношении достижения целей в:

- эффективности и адекватности совершенных операций;
- достоверности финансовой и бухгалтерской отчетности;
- соблюдении соответствующих законов и нормативных актов местных надзорных органов и международных организаций надзора.

В COSO последовательно определены пять взаимосвязанных элементов системы внутреннего контроля в рамках проблем, наиболее часто встречающихся в банковской деятельности:

- Контрольная среда формирует защитный контур кредитной организации, влияющий на процесс управления и являющийся основой для всех остальных компонентов внутреннего контроля, обеспечивая финансовую дисциплину и структуру, определенную менеджментом.
- Оценка рисков включает в себя их выявление и анализ для достижения операционных целей кредитной организации, образуя тем самым основу для процесса их управления и контроля.

- c. Контрольная деятельность кредитной организации определяется политикой и процедурами, которые помогают убедиться в эффективности текущего управления.
- d. Информационные и коммуникационные системы поддерживают идентификацию, сбор и обмен информацией в формате и сроках, позволяющих сотрудникам выполнять свои прямые обязанности.
- e. Мониторинг представляет собой процесс, который оценивает качество функционирования внутреннего контроля в течение длительного периода времени.

Координация всех пяти элементов COSO обеспечивает достижение цели банка по соблюдению лимитов ликвидности и поддержания устойчивого финансового результата в текущей деятельности. Вместе с тем, концепция COSO гласит, что для обеспечения эффективного управления системой, менеджмент должен создать превентивную основу для ликвидации последствий кризисных явлений в случае их непредвиденного возникновения.

Некоторые авторы убеждены, что интегрированная модель COSO позволяет идентифицировать риски, связанные с достижением бизнес-целей кредитной организации [8]. В соответствии с вышеизложенным, с одной стороны информационная и коммуникационная составляющие модели позволяют оценить и выявить риски в т.ч., концентрируемые в финансовой и бухгалтерской отчетности, а с другой стороны, объединить информационные потоки для цели постоянного мониторинга текущей деятельности кредитной организации.

Банковское дело - является достаточно рискованной деятельностью, где акционеры должны доверять управление имуществом и средствами отдельным независимым менеджерам. Эти независимые менеджеры в свою очередь, обязуются, выполнять свои функции в соответствии с директивами и правилами, установленными (акционерами). Как правило, акционеры ожидают точных отчетов о результатах управления, но это не всегда так [9], поскольку отчасти проблемы могут носить скрытый характер, что обусловлено ошибками, непреднамеренным введением в заблуждение или несоответствием правилам и стандартам законодательства и нормативных документов. И в этой связи единственным независимым арбитром в деятельности менеджмента может являться лишь объективное расследование внутреннего аудитора или целого подразделения, выполняющего данные функции в банке.

Именно поэтому в зарубежной практике уже несколько десятилетий подряд действуют стандарты внутреннего аудита, объединенные под эгидой Института внутренних аудиторов [10], которые служат в качестве ориентира для применения в практике кредитной организации.

Свод этих правил также можно рассматривать как часть независимой системы внутреннего контроля для обеспечения ее бесперебойной работы в любое время и при любых ситуациях.

Правила, стандарты и концепции формализуют общие подходы к организации внутреннего надзора в банке [11], на практике их использование обеспечивает защиту активов, непрерывность и адекватность работы, строгий учет всех операций и сделок, а также обеспечивает безопасность финансовой деятельности на рынке.

Подобные задачи внутреннего надзора мы можем встретить в международных стандартах аудита [12], концепция которых подтверждает, что принятые и используемые в банке политики и процедуры для достижения постоянного мониторинга и контроля, в первую очередь, определяют возможность сохранения активов, предупреждения и выявления мошенничества и ошибок; помогают достигнуть достоверности бухгалтерского учета в рамках создания надежной финансовой отчетности.

Некоторые авторы говорят о необходимости использования всех способов и средств для достижения наилучшего результата внутреннего надзора [13], применяемых кредитной организацией для сохранения активов от рисков мошенничества и неэффективного использования. Максвелл [14] несколько расширил понимание концепции внутреннего надзора, определив их в качестве единой архитектуры контроля за всеми бизнес-процессами и операциями в рамках основной деятельности.

Хермэсон [15] был убежден, что просто созданная структура внутреннего надзора не может обеспечить сохранность активов кредитной организации, необходим риск-ориентированный аудит, целью которого является определение событий и явлений в деятельности банка в условиях рисков внешней и внутренней среды. Автор убежден, что риск в банковской сфере является частью повседневной деятельности и подлежит постоянной идентификации и оценке с точки зрения независимого наблюдения и контроля.

Существуют и другие научные позиции рассматривающие систему внутреннего надзора, как часть системы внутреннего контроля для цели защиты информационных активов, поскольку он играет важную роль в обеспечении безопасности информационных систем в виду возможности ее нарушений

или деформаций. Такие позиции подчеркивают важность соблюдения информационных стандартов защиты банка от возможных действий со стороны конкурентов или недобросовестных партнеров.

Таким образом, целевые ориентиры внутреннего надзора в кредитной организации должны обеспечивать достижение следующих показателей:

- эффективности и обоснованности операций и сделок банка;
- достоверности бухгалтерской и финансовой отчетности;
- соблюдения соответствующих законов и нормативных актов внутреннего надзора и международных институтов надзора.

Несмотря на относительную простоту данных ориентиров, их использование в практической деятельности позволяет обеспечить хорошую деловую репутацию на рынке, доверие вкладчиков и инвесторов, сохранить долю рынка, обеспечить внедрение новых продуктов, бизнес-стратегий и тактик. Кроме того, внутренний надзор обеспечивает достаточную уверенность, что все эти цели будут достигнуты.

Не менее существенным элементов внутреннего надзорного процесса является обеспечение целостности организации, принятых в ней этических стандартов и ценностных стратегий, в рамках которой функционирует кредитная организация. В связи с чем, элементы контроля и соответствующих процедур будут включать в себя анализ:

- корпоративной философии в рамках достижения операционной цели;
- этических ценностей организации;
- кодекса поведения сотрудников;
- отношения менеджмента к финансовой отчетности;
- степени внимания к удовлетворению целевых показателей;
- организационной структуры банка;
- существующих полномочий и ответственности;
- политики и практики управления человеческими ресурсами;
- возможности обучения и переподготовки персонала;
- формальных и неформальных должностных инструкций;
- системы поощрений и санкций для ключевого персонала;
- наличия функций внутреннего аудита и контроля.

Поскольку риск является частью банковского бизнеса, руководство и акционеры должны предпринимать шаги по их заблаговременному выявлению, оценке их значимости и вероятностью их возникновения в ближайшей перспективе. Внутренние риски могут быть более оперативно устранены в отличие от внешних рисков, предотвращение которых требует больше времени и затрат.

Однако в задачи внутреннего надзора должно входить устранение любых рисков которые потенциально могут нанести ущерб кредитной организации. В конечном итоге должны быть разработаны и определены вопросы, ответы на которые и позволят оценить готовность менеджмента принять риск и предотвратить его распространение. Примерный перечень вопросов может включать в себя следующие:

- Чем руководствуется менеджмент при разработке стратегии и управленческих целей?
- Каково влияние совета директоров в системе внутреннего контроля?
- Подлежит ли пересмотру состав и полномочия органов внутреннего надзора (включая внутренний контроль и аудит)?
- Риски в деятельности кредитной организации рассматриваются изолированно или взаимосвязано?
- Насколько часто обновляется система оценки рисков в банке?
- Осуществляется ли оценка рисков на всех уровнях кредитной организации?
- Как руководство реагирует и определяет приоритеты по рискам (значимые, менее значимые или наименее значимые риски)?
- Какие ключевые бизнес показатели подлежат постоянному контролю?

Ответы на вопросы позволяют стандартизировать внутренние процедуры надзора для выполнения текущих и превентивных мероприятий.

Таким образом, особенностью внутреннего надзора а практике зарубежных банков – является наличие процедур директивного, профилактического, детективного и корректирующего характера. Они обеспечивают:

- связь между мотивацией сотрудников и стратегическими целями банка;
- повышение прозрачности бизнеса, достоверную и полную информацию для менеджмента в

наиболее сжатые сроки;

- увеличение стоимости предприятия, создание эффективной структуры капитала, повышение эффективности инвестиционной деятельности;
- целевое управление финансовыми показателями в разбивке по продуктам;
- формирование корпоративной культуры организации.

#### Список литературы

1. Olusanya. T. Auditing and investigation, Lagos: Negro ltd (172-201). - 2001
2. COSO Internal Control-integrated Framework, Committee of Sponsoring Organisations of the Treadway Commission, Coopers and Lybrand, New York, NY. – 1992
3. Taylor D.H., Glezen, W.G. Auditing: Integrated Concepts and Procedures, 5<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons Inc, U.S., pp.5, 29. - 1991
4. Carmichael D.R., Willingham, J.J., Schaller C.A. Auditing concepts and methods. A Guide to current theory and practice, 6th edition, McGraw-Hill ed., pp. 25. - 1996
5. Cai C. ‘On the functions and objectives of internal audit and their underlying conditions’, *Managerial Auditing Journal*, 12(4), pp. 247-250. – 1997
6. Sawyer B.L. Sawyer’s Internal Auditing The practise of Modern Internal Auditing, The Institute of Internal Auditors, 5th edition, ISBN 0-89413-509-0, 120-121. - 2003
7. Soliman, F. and Youssef, M.A. ‘Internet-based e-commerce and its impact on manufacturing and business operations’, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 103 №. 8-9, pp. 546-53. - 2003
8. Candreva P. J. ‘Controlling Internal Controls’, *Public Administration Review*, pp.463 - 465. - 2006
9. Karagiorgos, T., Drogalas, G., Gotzamanis, E., Tampakoudis, I. ‘The Contribution of Internal Auditing to Management’, *International Journal of Management Research and Technology*, Vol. 3, №. 2, Serials Publications, pp.417-427. – 2009
10. Millichamp A.H. Auditing: an Instructional Manual for Students, London, Item Man Publishers Ltd. – 2000
11. Institute of Internal Auditors-UK Standards for the Professional practice of Internal Audit, Altamonte Springs, FL. - 1995
12. Woolf E. How vague words mask dissent behind auditing standards, UK., *Accountancy*, Nov., PP. 61-4 -1980
13. Auditing Practices Board, ISA 240, The auditors’ responsibilities relating to fraud in an audit of financial statements, London, Financial Reporting Council. – 2009
14. Walter B.M., John, E.C., Principle of Auditing, London, Richard D (RWIN). - 1997
15. Maxwell and Asika, N.A. Research methodology for Behavioural Science, Lagos, Longman Publication. -1991
16. Hermason D.R. Fraudulent Financial Reporting, USA, AICPA Fall Industry Conference, October. - 1999

*Финансово-экономический институт Таджикистана*

**Д.К. Хусейнова, К.Б. Хусейнов**

#### **ЧУЗЪҲОИ АСОСИИ СТАНДАРТҲОИ БАЙНАЛҲАЛҚИИ НАЗОРАТИ ДОХИЛӢ ДАР ФАЪОЛИЯТИ БОНКҲОИ ХОРИҶӢ**

Раванди назорат ва аудит дар низоми бонкдорӣ мамлакатҳои мутараққӣ, чузҳои воридкардашудаи системаи назорати дохилӣ мебошанд, ки меъёр ва усулҳои таассур намуданро муайян мекунад.

**Вожаҳои калидӣ:** назорати дохилӣ, аудити дохилӣ, санчиши дохилӣ, бонкҳои хориҷӣ, COSO (кумитаи ташкилотҳои спонсорӣ).

**D.K. Khuseynova, K.B. Khuseynov**

#### **KEY COMPONENTS OF THE INTERNATIONAL STANDARDS OF INTERNAL OVERSIGHT IN THE ACTIVITIES OF FOREIGN BANKS**

Control and audit procedures in the banking systems of developed countries are integrated components of internal oversight, defining rules and regulations to respond to risks.

**Keywords:** internal oversight, internal audit, internal control, foreign banks, COSO.

**Сведения об авторах**

**Хусейнова Дилбар Каримджановна** – кандидат экономических наук, Финансово-экономический институт Таджикистана (ФЭИТ), [dilbar.k@mail.ru](mailto:dilbar.k@mail.ru)

**Хусейнов Каримджон Бободжонович** – доктор технических наук, профессор, Финансово-экономический институт Таджикистана (ФЭИТ), [fdeputy@gmail.com](mailto:fdeputy@gmail.com)

А. Шарифов, Х.Ш. Гулахмадов, З.Хушвактов, Ф.Б.Хамроев

**БАЗОВЫЙ КАДАСТР ВЫБРОСОВ – ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА ДЕЙСТВИЯ УСТОЙЧИВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ**

*В статье рассмотрены основные положения составления базового кадастра выбросов (БКВ) при энергопотреблении отдельного региона. Обобщены результаты исследования энергопотребления и распределения выбросов города Сомониён Республики Таджикистан и составлен БКВ города за 2013 год.*

**Ключевые слова:** экономика, энергия, энергоноситель, ископаемое топливо, выбросы CO<sub>2</sub>, кадастр выбросов, коэффициент выбросов, план действия, устойчивое энергетическое развитие региона.

Экономическое развитие страны в целом и его регионов в отдельности не возможно без развитой системы энергообеспечения всех сфер жизнедеятельности населения. Оптимальную систему энергообеспечения страны можно составить на основе планов действия устойчивого энергетического развития (ПДУЭР) отдельных регионов или страны в целом на определённый период времени. Разработка ПДУЭР региона это первый шаг к созданию ПДУЭР страны, поэтому если создать ПДУЭР всех регионов в отдельности, тогда облегчается составление ПДУЭР страны, хотя эта задача не состоит из простого суммирования результатов отдельных планов.

Создание ПДУЭР региона это многоплановая работа, требующая проведения мониторинга энергопотребления и энергоснабжения объектов региона в рамках существующей энергетической системы, нахождения оптимальных вариантов энергообеспечения жизнедеятельности людей на долгие годы с применением передовых технологий производства энергии, её передачи и экономного расходования, а также использования эффективных видов энергоносителей. Эффективность потребления энергии зависит от некоторых факторов, к которым можно отнести:

- вид энергоносителя и его теплотворная способность;
- доступность энергоносителя (месторасположение источника, добыча или покупка энергоносителя, его транспортировка);
- способы получения энергии энергоносителя;
- сравнительная стоимость энергии энергоносителя;
- выделяемые выбросы и их влияние на окружающую среду.

Общая оценка этих факторов позволяет при наличии доступности ко всем энергоносителям выбрать наиболее оптимальный их вид. Однако для отдельного региона или даже страны в целом доступность всех видов энергоносителей всегда ограничена, поэтому выбор конкретного энергоносителя определяется в первую очередь потенциальными возможностями региона или страны.

Эффективность использования каждого энергоносителя при прочих постоянных условиях определяется отсутствием или наличием выбросов, выделяемых при производстве энергии. Эти выбросы характеризуются содержаниями двуокси углерода CO<sub>2</sub> и некоторых других газов (метан CH<sub>4</sub>, окислов азота и т.п.), отрицательно влияющих на состояние атмосферы. Поэтому в нынешних условиях, когда промышленность и другие отрасли экономики бурно развиваются и потребность в энергии также адекватно возрастает, энергопотребление региона и страны должно быть в согласии с экосистемой природы, т.е. выбросы не должны нанести вред чистоте воздуха, воды, грунта и других источников жизнеобеспечения живых организмов. Лучшим энергоносителем является тот, который при его использовании не имеют или мало выделяют выбросы агрессивных газов.

Состав и количество выбросов можно оценить составлением Базового Кадастра Выбросов (БКВ). Он включает объёмы CO<sub>2</sub> и других газов, выбрасываемых в атмосферу от использования определённого количества энергоносителя. БКВ определяет главные антропогенные источники выбросов CO<sub>2</sub>, следовательно, позволяет выработать и оценить мероприятия по уменьшению выбросов для создания основы ПДУЭР региона или города.

При составлении БКВ необходимо выбрать базовый год, который будет ориентиром для сравнительной оценки количества выбросов в будущем. Дальнейшее исследование по учёту выбросов позволяет составить Мониторинг Кадастра Выбросов (МКВ), что позволяет оценить положительную или отрицательную динамику выбросов от использования энергоносителей в данном регионе в период проводимых исследований.

Объёмы выбросов CO<sub>2</sub> зависят от применяемых видов ископаемого топлива, электроэнергии и тепла и определяются по формулам:

$$V_{CO_2} = H \cdot K_n, [ \text{т CO}_2 \cdot \text{МВт-ч}_{\text{топливо}} ], \tag{1}$$

$$V_{CO_2} = \mathcal{E} \cdot K_3, [ \text{т CO}_2 \cdot \text{МВт-ч}_3 ], \tag{2}$$

$$V_{CO_2} = T \cdot K_T, [ \text{т CO}_2 \cdot \text{МВт-ч}_{\text{тепло}} ] \tag{3},$$

где  $H$  – потребляемое количество энергии от сжигания нефти и других видов ископаемого топлива,  $\text{МВт-ч}_{\text{топливо}}$ ;  $\mathcal{E}$  – потребляемое количество электро-энергии в зданиях и сооружениях,  $\text{МВт-ч}_3$ ;  $T$  – потребляемое количество тепловой энергии в зданиях и сооружениях,  $\text{МВт-ч}_{\text{тепло}}$ ;  $K_n, K_3, K_T$  – соответствующие коэффициенты выбросов от использования ископаемого топлива, электроэнергии и тепла.

Значения коэффициентов выбросов для всех видов энергоносителей можно найти в справочных источниках. Надо отметить, что в международной практике составления кадастра выбросов рекомендуется использования двух видов коэффициента выбросов: стандартные коэффициенты выбросов, которые согласуются с принципами МГЭИК (Межправительственной группы экспертов по вопросам изменения климата) [1] и коэффициенты выбросов с учётом оценки жизненного цикла используемого энергоносителя (ОЖЦ коэффициенты выбросов) [2]. Стандартные коэффициенты выбросов ориентируются на содержание углерода в составе ископаемого топлива и учитывает только те выбросы, которые образуются от сжигания топлива, они соответствуют также национальным кадастрам стран участников Киотского протокола по парниковым газам в рамках РКИК ООН (Рамочная конвенция ООН об изменении климата). ОЖЦ коэффициенты выбросов учитывают общий жизненный цикл использования энергоносителя, т.е. включают в себя все выбросы, образующиеся при добыче, хранении, транспортировки, очистки и других этапов производства топлива с последующего его сжигания. Оценка жизненного цикла коэффициента выбросов является научной базой для создания международного стандарта, используется в странах ЕС и некоторых развитых странах мира, включая Японию, Бразилию и Китай.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов выбросов для самых широко применяемых видов топлива и энергии в нашей стране. Во всех случаях, значения ОЖЦ коэффициенты выше, чем значения стандартных коэффициентов, что свидетельствует о более полном охвате выбросов при оценке жизненного цикла использования топлива. При использовании электроэнергии от гидроэлектростанций, а также от использования возобновляемых источников солнца, ветра и биогаза, энергию которую обычно называют «зеленой» или «сертифицированной», т.е. чистой без выбросов  $\text{CO}_2$ , значение коэффициента выбросов  $K_3=0$ . В случае использования электроэнергии, производимой при сжигании ископаемого топлива, нужно принять коэффициент выбросов согласно данным табл.1 в зависимости от вида применяемого топлива.

Таблица 1.

Коэффициенты выбросов  $\text{CO}_2$  для типичных видов топлива[1,2].

Вид топлива и энергии	Стандартные коэф-фициенты выбро-сов, т $\text{CO}_2$ / МВт-ч	ОЖЦ коэф-фици-енты выбросов, т $\text{CO}_2\text{-эк}$ / МВт-ч
Автомобильный бензин	0,249	0,299
Дизельное топливо, солярка	0,267	0,305
Мазут	0,279	0,310
Антрацит	0,354	0,393
Каменный уголь	0,341	0,380
Бурый каменный уголь	0,346	0,385
Природный газ	0,202	0,237
Древисина	0-0,403	0,002-0,405

Учёт количества выбросов желательнее провести в пересчёте на душу населения, т.к. в отличие от абсолютного значения выбросов это понятие точнее отражает реальную экологическую ситуацию города и увязывается с другими факторами развития местности, например, с расширением масштаба города и с ростом численности населения.

В данной статье использованы результаты учёта выбросов в 2013 году на территории города Сомониён района Рудаки (Таджикистан). Анализ состояния энергоснабжения города Сомониён показывает, что в этом городе не имеются предприятия по выработке электроэнергии, тепла или холода. Основное энергоснабжение города осуществляется электроэнергией, вырабатываемой на гидроэлектростанциях, находящихся вне территории города. Тепло вырабатывается сжиганием угля, жидкого газа и древесных дров в индивидуальных печах, находящихся в жилых домах, школах, интернатах, больницах или малых предприятиях местной промышленности. Наряду со зданиями и сооружениями другим потребителем энергии является транспорт. В нашей стране более развит автомобильный транспорт, который работает на ископаемом топливе (нефть, газ). В табл.2 классифицированы, как

разделы БВК, основные хозяйственные сектора города и указаны источники использования ими энергии.

В расчётах количества выбросов использованы стандартные коэффициенты по табл.1. Их выбор имеет преимущество, что они согласовываются с национальными отчётами Правительства Таджикистан к Рамочной конвенции ООН по изменению климата и мониторингу прогресса по уменьшению выбросов к 2020 году на 20%.

Таблица 2.

## Хозяйственный сектор города и вид применяемой энергии

Хозяйственный сектор, включённый в БВК города	Потребляемый энергоноситель
Общественные здания (школы, детские сады, поликлиники, библиотеки и т.п.)	Электричество и твердое топливо
Многоэтажные многоквартирные жилые дома	Электричество
Частные индивидуальные жилые дома	Электричество и твердое топливо
Административные здания	Электричество
Уличное освещение	Электричество
Местная промышленность, торговые предприятия и другие организации сферы сервиса	Электричество и ископаемое топливо
Государственный транспорт для выполнения коммунальных услуг	Жидкое и газо-образное топливо
Городские автомобильные перевозки: частные и коммерческие	Жидкое и газо-образное топливо
Проходящий через город иногородний транспорт (через улицы Сомониён и Джавонон)	Жидкое и газо-образное топливо

В табл.3 приведены результирующие данные по распределению фактических расходов электроэнергии и ископаемого топлива в зданиях и сооружениях города в 2013 году. Основным потребителем электроэнергии и топлива является сектор «Жилые здания и дома», доля общественного потребления электроэнергии всего 2,4%, а топлива 4,4% в общих затратах энергии и тепла.

Таблица 3.

## Распределение расходов электроэнергии и топлива по потребителям

Потребитель	Электроэнергия, %	Топливо, %
Общественные здания	1,48	4,44
Уличное освещение	0,92	-
Жилые здания и дома	93,28	82,24
Административные здания и сооружения, предприятия и прочие объекты	4,32	13,32
Всего:	100	100

Сводные данные БВК на 2013 год по городу Сомониён приведены в табл.4 и иллюстрированы на рис.1. Из этих данных следует, что основные выбросы относятся к работе транспорта (70,32%), а на долю здания и сооружений приходится 29,68% выбросов, из которых 24,41 % это выбросы от энергопотребления жилых зданий и индивидуальных домов. Эти данные являются базовыми для оценки количества выбросов в будущем и позволяют разработать необходимые мероприятия ПДУЭР с целью обеспечения достаточного энергоснабжения потребителей при одновременном снижении количества выбросов от использования ископаемого топлива. Оптимальный способ решения этой проблемы выражается в широком внедрении технологии применения безотходных видов энергоносителей в хозяйственной структуре энергетической системы города.

Базовый кадастр выбросов города Сомониён за 2013 г.

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭНЕРГИИ	Расходы энергии, МВт/год			Выбросы CO <sub>2</sub>	
	Электро-энергия	Ископаемое топливо	Тепло /холод	Т/год	%
<b>ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ</b>	<b>30591,7</b>	<b>21989,2</b>	-	<b>7463,8</b>	<b>29,68</b>
Общественные здания и сооружения	452,7	1073,2	-	331,5	1,32
Административные здания и сооружения	1324,4	2916,0	-	994,3	3,95
Жилые здания и дома	28536,3	18000	-	6138,0	24,41
Уличное освещение	280,3	-	-	-	0,00
<b>ТРАНСПОРТ</b>	-	<b>70479,9</b>	-	<b>17681,8</b>	<b>70,32</b>
Муниципальный транспорт	-	229,6	-	59,7	0,24
Государственный пассажирский транспорт	-	-	-	-	0,00
Частный и коммерческий транспорт	-	70250,6	-	17622,1	70,08
<b>ВСЕГО</b>	<b>30593,71</b>	<b>92469,1</b>	-	<b>25145,6</b>	<b>100,0</b>

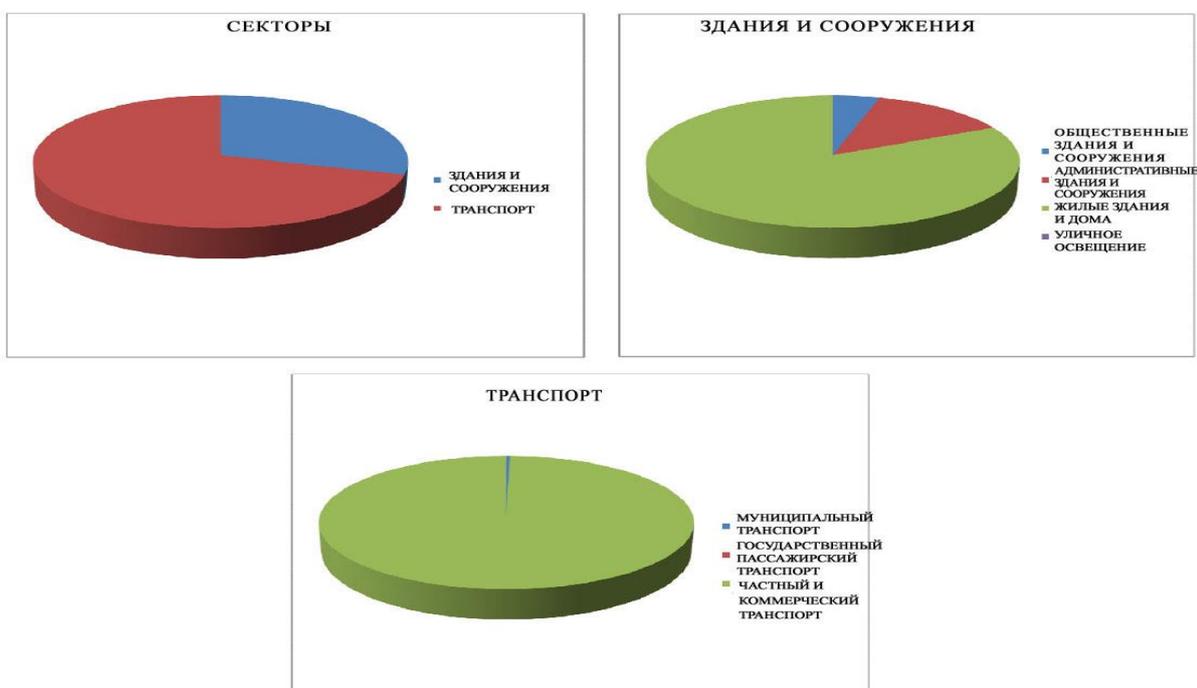


Рис. 1. Распределение выбросов от энергопотребления в городе Сомониён за 2012 года.

**Литература**

1. Иглстон Г.С., Буендиа Л., Мива К., Нгара Т. И Танабе К. Руководство МГЭИК относительно создания национальных кадастров выбросов парникового газа. -Япония: изд-во EGES.- 2006.  
 2. Европейский справочник базы данных жизненного цикла (ЕБЖЦ), Общий исследовательский центр (ОИЦ) ЕС.- 2009.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими*

**А. Шарифов, Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, З.Хушвахтов, Ф.Б.Хамроев**

**КАДАСТРИ ПАРТОВҲО - АСОСИ СОЗМОНИ БАРНОМАИ РАВНАҚИ ЭНЕРГИЯ-ТАЪМИНКУНИИ УСТУВОРИ НОҲИЯҲО**

Дар мақола пахлуҳои асосии тартиб додани кадастри партовҳои истифодабарии энергия таҳлил шудаанд. Натиҷаҳои тадқиқоти истифодабарии энергия ва тақсими хориҷшавии партовҳо дар шаҳри Сомониён Чумхурии Тоҷикистон чамъбаст шуда кадастри партовҳои асосӣ барои соли 2013 тартиб дода шудааст.

**A.Sharifov, Kh.Sh.Gulakhmadov, Z. Khushvaktov, F.B.Khamroev**

**BASELINE EMISSION INVENTORY - THE BASIS FOR WORKING OUT OF SUSTAINABLE ENERGY ACTION PLAN OF REGIONS**

In article substantive provisions of preparing of a Baseline Emission Inventory (BEI) are considered at energy use separate region. Results of research energy use and distributions of emissions of the city of Somoniyon of Republic Tajikistan are generalized and is made BEI cities for 2013.

**Key words:** economy, energy, fossil fuels, CO<sub>2</sub> emissions, emission inventory, factor of emissions, action plan, sustainable energy of region

**Сведения об авторах**

**Шарифов Абдумунин** - зав. кафедрой «Химическая технология неорганических материалов», доктор технических наук, профессор, ТТУ им. акад. М.Осими, E-mail: [sharifov49@mail.ru](mailto:sharifov49@mail.ru)

**Гулахмадов Хайдар Шарифович** - декан факультета «Химической технологии и металлургии», кандидат технических наук, доцент, ТТУ им. акад. М.Осими, Республика Таджикистан, E-mail: [h.gulahmadov@mail.ru](mailto:h.gulahmadov@mail.ru)

**Хушвахтов Зурбек Гулбекович** - старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология», ТТУ им. акад. М.Осими, Республика Таджикистан, E-mail: [nurjon93@mail.ru](mailto:nurjon93@mail.ru),

**Хамроев Фаридун Бегмуродович** - старший преподаватель кафедры «Химическая технология неорганических материалов», ТТУ им. акад. М.Осими, e-mail: [faridunh@mail.ru](mailto:faridunh@mail.ru)

М.Х. Рахимов, З.А. Авганова

## ГРАЖДАНСКОЕ ОБЩЕСТВО: ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

*Данная статья посвящена теории и методологии исследования гражданского общества на основе классических работ западных ученых. В ней дается определение сущности гражданского общества и этапы ее становления, на примере Таджикистана.*

**Ключевые слова:** государство, демократия, неправительственные организации, свобода, плюрализм.

Взаимоотношение государства и гражданского общества в условиях демократии зиждется на диалектической связи и взаимозависимости. Каким бы сильным и независимым не было гражданское общество, оно не может функционировать в одиночку, обособленно от государственной власти. В традиционных обществах, где только начинают внедряться демократические свободы и ценности, особенно возрастает роль государственной власти, призванной защитить независимость гражданского общества. Демократизация, отмечает Дж. Кин, не является ни откровенным врагом, ни безусловным другом государственной власти. От государства требуется, чтобы оно управляло гражданским обществом ни слишком много и ни слишком мало: хотя более демократический строй нельзя создать с помощью государственной власти, его нельзя создать и без государственной власти.<sup>2</sup> По мере укрепления институтов гражданского общества роль и задачи государства в сфере социальной политики и управления также претерпевает изменения: государство превращается из *etatprotekteur* в подотчётное общество *etatcatalisateur* (из государства-защитника в государство-катализатор (фр.).

В определении понятия «гражданское общество» существуют различные подходы, позиции и точки зрения. В наиболее абстрактном смысле гражданское общество, на взгляд Дж. Кина, можно трактовать как совокупность институтов, члены которых главным образом участвуют в сложной системе негосударственной деятельности - в сфере экономического производства и культуры, семейной жизни и добровольных ассоциаций - и которые таким образом сохраняют и преобразуют свою идентичность, осуществляя все виды давления или контроля в отношении институтов государственной власти.<sup>3</sup>

Для выявления статуса государства и гражданского общества необходимо разграничить сферу их деятельности, т.е. установить границы легитимной деятельности государства. Современный английский учёный Джон Кин в своей работе «Демократия и гражданское общество», исследуя европейскую социологическую мысль последних трёх столетий, выделяет пять различных моделей или подходов в проведении теоретического разграничения сфер государства и гражданского общества.

В первой модели, представленная Боденом, Гоббсом, Спинозой и др., государство рассматривается как полное отрицание естественного состояния. Данное естественное состояние общества характеризуется относительно мирным, но чаще как нестабильным и антиобщественным, т.е. состоянием непрекращающейся войны. Для преодоления этого состояния жители, на основе заключённого между собой договора, создают орган в лице государства как легитимного их представителя с целью обеспечения их безопасности и защиты. В данной модели возникающее гражданское общество идентично государству и его законам.

Для второго подхода (Пуфендорф, Локк, Кант, А. Фергюсон), также характерно отождествление государства и гражданского общества. Разница состоит лишь в том, что государство здесь выступает как орудие, сила, призванное сохранить и совершенствовать естественное состояние общества, которое ещё не созрело до уровня гражданского общества.

В третьей модели уже чётко обозначается граница между государством и гражданским обществом. Её автор Томас Пейн противопоставлял гражданское общество, воспринимаемое как безусловное благо, государству-как неизбежное зло. Хотя государство в модели Пейна олицетворяет собой орган общественной власти, тем не менее оно не способно представлять общие интересы общества. С точки зрения Пейна, людям свойственна естественная склонность к жизни в обществе, которое существовало до возникновения государства и в котором благодаря взаимному переплетению интересов и солидарности обеспечивается всеобщая безопасность и мир. Таким образом, чем совершеннее гражданское общество, тем больше оно отличается от государства.

<sup>2</sup> Дж. Кин «Демократия и гражданское общество» стр62

<sup>3</sup> Дж. Кин «Демократия и гражданское общество» стр 63

данское общество, тем в большей мере оно само управляет собственными делами и тем меньше возможностей оно оставляет правительству.<sup>4</sup>

В модели, представленной Гегелем, гражданское общество находится в подчинении государства, которое призвано охранять и определять меру его свободы, возвышаясь над ним. Тем не менее в гражданском обществе Гегель усматривает «исторически складывающееся устройство нравственной жизни, охватывающее собой экономику, общественные группы давления и институты, ответственные за исполнение гражданского права и социальное обеспечение».<sup>5</sup>

Как видим, у Гегеля государство не поглощает полностью общество (как у Гоббса и Спинозы) и не противопоставляет их друг другу - как начала блага и зла как у Пейна. Оно также не является инструментом совершенствования общества (Пуфендорф, Локк). В задачу государства, согласно Гегелю, входит охранять независимость гражданского общества и ставить пределы его деятельности «в целях его преобразования из формальной всеобщности» в «органическую реальность».<sup>6</sup> Таким образом, по Гегелю, необходимым условием существования гражданского общества является сильное, суверенное государство. К тому же само гражданское общество должно создавать необходимые условия для укрепления государства, а последнее «объединяет части гражданского общества в самоопределяемое целое и тем самым поднимает нравственную жизнь до всеобъемлющего, высшего единства. Только признавая гражданское общество и сохраняя его подчинённое положение, государство может обеспечить его свободу».<sup>7</sup>

Авторов пятой модели Джона Стюарта Милля и Токвилля главным образом беспокоит вопрос о новых формах государственного вмешательства в дела гражданского общества и его подавление. В их понимании гражданское общество представляет собой как «самоорганизующаяся, гарантируемая законом сфера, которая не находится в непосредственной зависимости от государства»<sup>8</sup> и нуждается в защите и совершенствовании.

Главная политическая проблема эпохи модерна на пути к демократизации состояла в том, каким образом сохранить баланс сил и обеспечить равенство в обществе, т.е. поставить заслоны поглощению государством гражданского общества и злоупотреблению государственной властью, а также лишению граждан их свобод.

Основы современных представлений понятия гражданского общества были заложены в начале XIX в. По мнению российского учёного З.Т. Голенковой, в осмыслении эволюции данного понятия с того периода до наших дней сложились две противоположные линии, рассматриваемые в рамках теоретической парадигмы: гражданское общество и политическое государство: одна линия опирается на германскую культурную традицию, достигая кульминации у Гегеля и Маркса. Гегель стремится помири́ть либерализм и идею об универсальном государстве, утверждая, что государство-это не радикальная негация общества, находящегося в состоянии непрерывной войны всех против всех (Гоббс), и не инструмент его совершенствования (Локк), а новый момент, охраняющий независимость гражданского общества с целью его трансформации. Только государство, как абсолютный дух и универсальная политическая общность, способно достичь общего интереса.

Маркс предложил решить проблему, сняв различия между гражданским обществом и государством путем, так называемого обобществления государства и политики. Это привело к тому, что государство уравнилось с обществом, превратилось в единственного защитника общества и поглотило его. На практике, когда стали строить социализм, это привело к модели этаистского общества. Кроме того, многие заблуждения возникли и потому, что Маркс отождествил понятия «гражданское» и «буржуазное» общество и почему у нас оно долгое время имело негативный идеологический оттенок.

...Другая линия развития концепции гражданского общества (либеральная традиция) центр тяжести переносит на свободу, ставя её превыше всех ценностей; на саморегулятивную функцию гражданского общества как важнейшую сокровищницу индивидуальных прав и свобод, как защиту от посягательств государства. Свободная и независимая личность - это центральная фигура гражданского общества. Сторонники такого подхода своё внимание сосредотачивают на разрушительной энергии государства, способной оказывать деструктивное воздействие на такие институты, как семья, церковь,

<sup>4</sup>Джон Кин «Демократия и гражданское общество». М. Прогресс-Традиция, 2001, стр 81

<sup>5</sup> Там же, стр 82

<sup>6</sup> Там же

<sup>7</sup> Там же

<sup>8</sup> Там же

профессиональные и локальные ассоциации и др., забывая при этом, что и сами институты гражданского общества могут взаимно подрывать друг друга, проявляя экспансионизм (например, рынок).<sup>9</sup>

Важнейшей предпосылкой становления гражданского общества в демократическом обществе является наличие устойчивого, стабильного, демократического, правового государства. При этом ведущей тенденцией является повышение роли и значимости общественных объединений и неправительственных организаций в социально-политической, экономической и духовной жизни общества.

Прежде чем приступить к рассмотрению сущности и особенностях становления гражданского общества в Таджикистане целесообразно выделить стадии и этапы его развития. Таджикский философ П. Шозимов останавливается на трех его основных этапах.

Первый этап – с 1991 по 1997 год. Для него характерны общинные связи, функционирующие в форме примордиальных отношений с ориентацией на локальные или региональные социокультурные корни. Здесь превалируют эмоциональные и бессознательные формы идентификации людей и традиционные нормы поведения. Всеобщее ощущение обретенной национальной независимости на этом этапе не было отрефлектировано и рационализировано.

Второй этап – с 1997 по 2006 год. Здесь наблюдается переход от общинной формы социальных связей к государственной. 1997 год, когда был подписан мирный договор между правительством РТ и Объединенной таджикской оппозицией, можно считать началом государственного строительства. В этот период начинают формироваться и институционализироваться государственные символы, которые отражают процесс формирования политических элит. Политические элиты начали активный процесс использования различных социальных и политических конструкций и проектов, направленных на мобилизацию населения в решении общенациональных задач; национальная независимость была отрефлектирована именно элитами (которые стали на данном этапе главной движущей силой), а не народом.

На первом этапе гражданское общество существовало в форме общины, на втором – уже как продолжение государственных институтов. Это выразилось в подконтрольности государству многих гражданских и неформальных секторов, таких как махалла (квартал), мечеть и т.д.

На третьем этапе (с 2006 года по настоящее время) доминируют рационализм и инструментализм. На смену культурной и политической элитам приходит технократическая. И именно теперь в Таджикистане может возникнуть устойчивая основа для формирования современного гражданского общества.<sup>10</sup>

Для становления, укрепления и развития гражданского общества в первую очередь необходимо наличие сильного, экономически стабильного и политически устойчивого государства, которое гарантирует безопасное функционирование всех систем политической власти и институтов гражданского общества. В свою очередь, укрепление и развитие институтов гражданского общества послужит важным фактором стабильности государства, укреплению и расширению демократических свобод в обществе. Без институтов гражданского общества экономически развивающееся государство со временем трансформируется в авторитарное государство, а в худшем случае – вырождается в феодально-диктаторское государство. (Вспомним Туркменистан в эпоху правления Туркменбаши)

Мировой опыт показывает, что в условиях тоталитарных и диктаторских режимов можно добиться относительно устойчивого и мирного сосуществования общества главным образом за счёт использования богатых природных ресурсов и использования отдельных рычагов рыночной экономики. В некоторых случаях вполне допустимо, что такие режимы могут достичь в своём социально-экономическом развитии уровня индустриального общества. Однако достичь уровня постиндустриального общества подобным режимам вряд ли удастся. Для этого наряду с экономическими составляющими необходимо обеспечить политическую и интеллектуальную свободу, способствовать развитию институтов гражданского общества, способных играть ведущую роль в социально-экономической жизни общества, с возможностью контролировать официальную власть как сдерживающей и созидательной силы общества.

В условиях политической нестабильности и слабой экономики само государство выступает в роли гражданского общества, т.е. исполняет ряд функций институтов гражданского общества. Этот процесс характерен для стран со слаборазвитой демократией, отсутствием демократических традиций, господством патриархальных отношений. В такой ситуации оказался и Таджикистан в 90-е годы XX в., когда приобрел политическую независимость.

<sup>9</sup>Голекова З.Т. «Гражданское общество в России»

<sup>10</sup>Шозимов П. – Государство в роли Гражданского Общества // Независимая газета, 28.10.08

Из нарождающихся секторов гражданского общества наибольшую активность стал проявлять религиозный сектор. Учитывая повышенную религиозность сознания масс, верховная религиозная элита в лице ИПВТ стремилась доминировать в общественной жизни с перспективой захвата политической власти и установления исламского государства. Она стала катализатором развязывания гражданской войны в Таджикистане, которая оказала разрушительное воздействие в судьбе молодого демократического государства.

На волне демократизации стали возникать различные религиозные группы и движения (например, салафиты, вахабиты, хизб-ут-тахрири др.), представляющие угрозу официальной светской власти, с призывами изменения конституционного строя и построения исламского общества.

В условиях отсутствия демократических традиций и политической культуры, функционирование религиозных партий и движений в таджикском обществе, да и в целом, во всём центральноазиатском регионе, является дестабилизирующим фактором, очагом напряженности, подталкивающее общество в омут средневекового мракобесия, фанатизма и нетерпимости. Вовлечение и использование исламской религии в политической жизни противоречит самой её природе, изначальной её сущности и духу, которая призвана облагораживать человеческую душу в деле познания и приближения к царству небесному, совершенствовать нравственный мир человека и способствовать установлению царства божия в сердцах каждого человека.

Печальный опыт Афганистана свидетельствует насколько деструктивным и разрушительным может быть использование знамени исламской религии в политической борьбе. Истинные воины ислама (в частности, движение Талибан и ряд исламских партий и движений) под лозунгом «священной войны» и «чистоту» Ислама истерзали и обагрили кровью землю Афганистана, втянув страну в масштабную кровавую бойню.

Религия и религиозная деятельность должна быть направлена на воспитание духовной личности, пробуждать в человеке светлые чувства любви, милосердия, добра и терпимости. Её власть – божественная власть, которая выше всякой власти, включая и политическую и она не должна использовать и призвать к насильственным методам, чтобы доказать истинность и святость религии.

Поэтому роль государства на начальных этапах становления демократии и гражданского общества весьма значима для пресечения вылазок экстремистских группировок.

Специфической особенностью становления и развития гражданского общества в Таджикистане и в целом Центральной Азии состоит в том, что его институты в основном формировались и формируются при финансовой поддержке «внешних», преимущественно международных организаций (например ОБСЕ, ООН, АБРР и др.) или сверху – как политический наказ, когда, скажем, необходимо сформировать оппозиционную партию для того, чтобы показать в глазах мирового сообщества возросший уровень демократии, плюрализма, честной и открытой политической борьбы за власть в этих странах.

Формирование институтов гражданского общества «снизу» - как творческое, сознательное объединение масс и поддерживаемое правительством с целью отстаивания демократических ценностей весьма незначительна. Это можно объяснить двумя обстоятельствами: во-первых, последствиями гражданской войны в стране, когда противоборствующие силы под лозунгом «демократии» проливали кровь, что весьма негативно отразилось в душевном состоянии народа; во-вторых, слабостью экономики государства для поддержания созидательных инициатив масс народа снизу.

#### Литература

1. Джон Кин «Демократия и гражданское общество». М. Прогресс-Традиция, 2001
2. «Роль НПО в формировании гражданского общества в Таджикистане», Душанбе, 2001
3. Голенкова З.Т. «Гражданское общество в России» М. 1997
4. Шапиро И. «Демократия и гражданское общество» Полис, 1992, №4
5. Токвильде А. «Демократия в Америке» Москва, 1992

*Таджикский технический университет имени акад. М. Осими*

**М.Х. Рахимов, З. А.Авғонова**

#### **МАҶҲУМИ ҚОМЕАИ ШАҲРВАНДӢ: НАЗАРӢ ВА МЕТОДОЛОГИЯ**

Мақолаи мазкур ба яке аз проблемаҳои муҳими ҷаҳони муосир – қомеаи шаҳрвандӣ ва хусусиятҳои ташаққули он дар Тоҷикистон бахшида шудааст. Дар он аз ҷиҳати назарявӣ ва

методологӣ моҳият ва вазифаҳои иҷтимоии ин падида, таҳаввулоти таърихии он барраси шудааст.

**M.H. Rakhimov, Z.A. Avganova**

### THE NOTION OF CIVIL SOCIETY: THEORY AND METHODOLOGY

This paper is dedicated to the one of the significant problem of modern world –civil society. In it analyzing of methodology and theory of civil society, peculiarities of becoming of civil society in Tajikistan and also functions and social tasks.

Keywords: state, democracy, non-governmental organizations, freedom, pluralism.

#### Сведения об авторах

**Рахимов Мухсин**, доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой “Общественные науки” ТТУ им. Осими, автор более 70 научных работ, область научных интересов – философия, история философии, социальная философия, философия науки, этнопсихология, контактная информация – E-mail: [Rakhimov55@mail.ru](mailto:Rakhimov55@mail.ru).

**Авганова Зарина**, кандидат философских наук, доцент кафедры «Общественные науки» автор более 20 научных работ, область научных интересов – философия, социальная философия, этнопсихология, контактная информация – E-mail: [zarina7@rumbler.ru](mailto:zarina7@rumbler.ru).

**А. Мамадазимов**

### РАСЦВЕТ ШЕЛКОВОГО ПУТИ ВО ВРЕМЕНА ТАНСКОЙ ИМПЕРИИ И ГОСУДАРСТВА САМАНИДОВ

*В этой статье исследуются проблемы процветание Шелкового пути в VII-X вв, где согдийские народы сыграли ключевую роль.*

**Ключевые слова:** согдийцы, великий Шелковый путь, империя Тан, Саманиды.

Столица китайской империи Тан город Чанъан в VII-VIII вв. превратилась в мировую столицу, которую так красиво описывает известный исследователь Э. Шефер: «тут были в изобилии буддисты из Индии; но немало и священнослужителей разных религий из Ирана- маги, для которых в 831 г. заново отстроили маздеистский храм в Чанъани; несториане, которых в 628 г. почтили возведением церкви; манихеи, представившие в 694 г. двору свое необычное учение. Тюркские князьки пытались понять, какими путями приходят сюда драгоценности из Омана, а японские паломники в удивлении разглядывали погонщиков согдийского каравана. Каких только народов и профессий не было в этом пестром круговороте! И каждый такой путешественник привозил с собой в Китай экзотические вещи или как посольские подарки, или как товары на продажу, или, как наконец, просто как свое личное имущество. А в ответ некоторые, вроде согдийского купца, назначенного наместником Аннама (провинция в юго-востоке Китая- М. А.), находили здесь почет» [1].

Купцы-чужестранцы могли заселиться и в других китайских городах, куда их привели кони или корабли, но они кроме столиц и южных портовых городов предпочитали «селиться в районах караванного «коридора», ведущего на запад, в Туркестан. Здесь, по краю пустыни Гоби, существовали расположенные через правильные интервалы китайские города, в которых были устроены караван-сарай. Политическое положение всех этих городов, в которых можно было всегда найти иранских огнепоклонников и музыкантов, оставалось довольно неопределенным... Определенную часть горожан составляли китайцы, многие были по происхождению индийцами и назывались- по этническому имени- на китайский манер «синьду»; немало было здесь и выходцев из стран между Оксом и Яксартом» [2].

Наличие крупных согдийских поселений в Ганьсуйском коридоре и Таримском бассейне подтверждаются многочисленными источниками, где особое место занимают “Китайские документы из Дуньхуана”, найденные в начале XX в. в замурованном келье буддийской пещеры Могао, внесшие большой толчок в исследовании Западного края, Китая и его окружающего мира в раннем средневековья. Эти документы сообщают, среди прочего, что в этих краях были многочисленные

населенные пункты согдийцев, в частности “в VII-VIII вв. в непосредственной близости от Дуньхуана существовало обособленное поселение согдийцев”.

Кульминацией деятельности посла в танском дворе, несомненно, было получение аудиенции у императора, церемония которого подробно описывает исследователь, где можно наблюдать контуры почетного караула в современных официальных приемах повсеместно - “По прибытии в столицу посольство помещали на время в одной из гостиниц, расположенных у четырех главных ворот города, в ожидании указаний свыше. С этого момента все действия посла направлялись чиновниками из ведомства Хунлу, отвечавшими и за встречу и прием чужеземных гостей, и за погребение членов императорского рода... В ответ присланному дань царю и его послу присваивались звучные (хотя и чисто номинальные) титулы танской административной системы и знак признания их подданными Сына Неба, а в качестве “жалования” им вручались богатые подарки” [3].

Повсеместное увлечение религиозными учениями, которое охватило весь ареал функционирования шелкового пути, затронуло и уйгуров, имевших свое сильное кочевое государство на севере от Китая. Уйгурский каган после освобождения восточной столицы (Лоян) Танской империи от мятежников Ань Лушаня ознакомился с религией манихейство согдийцев – миссионеров и принял его доктрину. Он вернулся в свою столицу в Ордубалык (в Орхоне- северной Монголии) не только с несметной добычей, но и новым религиозным учением- манихейством. От согдийцев они приняли не только новую религию, миссионеры которых были грамотными людьми, но и письменность. Эта письменность пережила уйгурскую государственность, и она через уйгурскую и монгольскую передачи дошла и до маньчжуров).

Однако манихейское учение правителей не пришлось по душе всему населению каганата, когда брожение умов привело к противостоянию, которое подробно описывает специалист,- “в 80-х годах VIII в. отношения между уйгурской династией и населением городов Тарима резко ухудшились. Недовольство и опасения там вызвал антиманихейский переворот в Ордубалыке, жертвой которого пал Бёгю- каган. Его убийца, провозгласивший себя Алп Кутлуг Бильге-каганом, санкционировал избиение согдийцев и манихейских вероучителей, живших в уйгурской столице. И в Семиречье, и в таримских оазисах манихейство было тогда господствующей религией. Именно согдийские и тюркские манихейские конгрегации были главными координаторами торговых операций на трассе от Семиречья до столичных центров Танской империи. Важным отрезком этой трассы был путь через Ордубалык, блокированный самозванным каганом сразу же после захвата власти в столице” [4].

Несомненно, смена политики каганата, когда вместе покровительства транзитной торговлей преобладало ограбление согдийских и тюркских общин, не могла продолжаться долго. В итоге торговые города Притяньшань восстали и активизировались карлуки и тибетцы, которые нанесли уйгурам ряд чувствительных ударов. Вскоре была восстановлена религия и участок шелкового пути, углубленный на север от Джунгарии в стороны Орхона и получивший название “уйгурская дорога”, был восстановлен.

Уйгуры, отступая в сторону Таримского бассейна, распадая, создали ряд небольших княжеств в Турфане, Ганьчжоу и Куче. Уйгуры, до сих пор жившие на северо-востоке от оживленных маршрутов шелкового пути, в абсолютном большинстве кочевым образом жизни, со второй половины IX в. были вынуждены наряду с традиционным образом жизни, адаптироваться к новому непривычному (городскому и коммерческому) образу жизни. «Экстенсивное кочевое хозяйство не могло породить у кочевников стремления вести широкую торговую деятельность, да к тому же выходящую за пределы территории их расселения. Небольшие товарные излишки, образующиеся в кочевом хозяйстве, поступили на рынок через посредников. В условиях Уйгурского каганата в качестве посредников выступили согдийцы, в руках которых и сосредотачивалась вся крупная торговля. После переселения племен, входивших в Уйгурский каганат, в район Турфана- Кучи- Хами и в Притяньшань основная масса их продолжала сохранять кочевой образ жизни, хотя отдельные небольшие группы и переходили к оседлости, овладевали новыми профессиями и ассимилировались местным населением. Среди новых профессий, осваивавшихся перешедшими к оседлой жизни кочевниками, могла быть и торговля. Переходя к оседлой жизни и постепенно сливаясь с местным населением, токуз - огузы наравне с древним населением, говорившим на индоевропейских языках, согдийцами и также многочисленными тюркскими племенами становились равноправными участниками процесса формирования нового народа, населяющего в настоящее время Восточный Туркестан (Таримский бассейн- М.А.). Приобщаясь к торговле, они, очевидно, играли в ней второстепенную роль. Крупные операции внутри страны, а также международная торговля еще долго оставались в руках согдийцев» [5].

Как было подчеркнуто выше, мятеж Ань Лушаня и последующая гражданская война, когда особо выделяются генерал-губернаторы (цзедуши), а также другие мятежи, серьезно ослабляли

государство изнутри. Эти факторы в конечном итоге в 907 г. привели к падению блестящей империи Тан. И после падения единого государства распад продолжился до 960 г. и в стране создавались пять династий –государств.

А согдийцы со своими разветвленными колониями, разбросанные по всей восточной части шелкового пути (от города Пайкенда в берегу Амударьи до города Лояна в берегу Хуанхэ), играли доминирующую роль в этом мировом торговом пути.

Эта мысль подтверждается исследованиями ученых многих народов. Следующую характеристику коммерческой деятельности согдийцев дает один из ведущих экспертов Э. Пуллиблэнк,- «выдающиеся торговцы, а также носители искусств, ремесел и новых религий, они путешествовали и селились не только вдоль торговых путей Центральной Азии, но также глубоко в центре Китая и среди кочевников степных районов» [6].

Роль согдийцев усилилась не только во времена смут и междоусобиц, когда вместо имперских армий и их наместников, торговые трассы охраняли сами согдийцы- сартхаваки, но и имея, огромный опыт “шелковой” дипломатии (возможно, с времен Хань), выступали мудрыми советниками и послами различных династий. Отсутствие полной политической амбиции и всецелой концентрации в коммерческой деятельности делали их в глазах создателей государственных образований незаменимыми помощниками. Согласно Малявкину, -“Своим влиянием в делах Срединного государства в это время согдийцы обязаны тюркам шато, с которыми они издавна жили вместе и играли среди них заметную роль. После того как вождь шато Ли Кэюн вторгся в Северный Китай и основал там свое Поздний Тан (923-936), вместе с ним появились и его ближайшие сподвижники – согдийцы. Согдийцы занимали также важное место не только в государстве Позднее Тан, но также в государствах Поздняя Цзинь (936-946) и Поздняя Хань (947-951)” [7].

Исследователи подтверждают наличие непрерываемого дипломатического и коммерческого авторитета согдийцев в абсолютном большинстве (домонгольских) государствах Центральной Азии и самого Китая. Согласно мнению специалиста,- “Многовековое успешное развитие согдийской торговли в Центральной Азии, прочный авторитет, которым пользовались согдийцы во многих странах этого района, их способность успешно преодолеть трудности, быстрота, с которой они восстанавливали утраченные позиции и влияние,- все это свидетельствует о возможности существования могущественной международной согдийской торговой корпорации” [8].

Согдийцы-сартхаваки, уже столетиями, выполняющие роль купцов-послов, приобрели огромный опыт налаживания взаимовыгодных торговых сношений самым разными по характеру государств, разбросанных по всей обширной Евразии (вспомним, посольство согдийского купца-посла Маниаха в Византийскому императору в 576 г.).

Согласно Малявкину,- «После объединения страны (Китай- М.А.) под власть Сунского государства Уйгурское ганьчжоуское княжество продолжало вести значительную торговлю с новыми властями. Историографы Срединного государства сохранили некоторые традиции историографов периода «Пять династий» и по- прежнему фиксировали имена послов (купцов) прибывавших из Принаньшанья. В сообщениях, касающихся Уйгурского ганьчжоуского княжества за время создания Сунского государства и до гибели Уйгурского ганьчжоуского княжества в 1025 г., т.е. за 64 года, зарегистрированы имена (фамилия) 31 посла (купца) – значительно меньше, чем за предыдущие 54 года (период «Пять династий»). Среди них было десять согдийских фамилий, что составляет 30 %- несколько больше чем прежде. На первом месте, как и раньше, стоят выходцы из Бухары, носившие фамилию Ань (шесть чел.), кроме того прибавились фамилия Цао (Кабудан, два чел.) и Кан (Самарканд, один чел.). Таким образом, и в этот период согдийцы продолжали играть видную роль в торговле» [9].

А распространение среди карлуков новой религии- ислама была заслугой государства Саманидов -централизованного государства таджиков в Вароруде и Хорасане.

В начале IX в. по всему огромному исламскому миру наблюдалось образование этнодинастийных и этнонациональных государств, которые, признавая духовную власть багдадских халифов (и получая от них инвеституры для правления), в подвластных территориях стали править самостоятельно. Одним из первых таких централизованных государств на востоке халифата было государство Саманидов, созданное представителями древнего благородного рода бактрийских таджиков. Это государство выделялось своим меценатством в науке, культуре, искусстве, поэзии и других сферах человеческого творчества не только в восточной части халифата, но и по всему исламскому миру. Солидной экономической базой этого таджикского государства выступили торгово- ремесленные города древней Согдианы, Бактрии, Ферганы, Хафтруда.

С 840 г. саманидский эмир Нух ибн Асад, совершив поход против хафтрудских тюрок и завоевав оазис Исфиджаб (через который проходил северный маршрут шелкового пути), положил

начало жесткого противостояния между Саманидами и Караханидами за доминирование в хафтрудских и варорудских торговых городах и маршрутах, которое продолжалось более полутора столетия.

К началу X в. ислам, доминирующий в Вароруде уже почти 200 лет, постепенно охватил все сферы жизнедеятельности людей. Эта религия, впитавшая в себя на начальном этапе своего развития все достижения науки, техники и культуру исламского мира, стала оказывать также мощное воздействие на окружающий Вароруд с севера кочевой мир.

Идейно-политическую ситуацию кочевого мира Хафтруда того времени описывает исследователь, - «Уже Сатук (Караханидский Богра-хан –М.А.), ведший длительную войну против своего дяди (Огулчак Кадир-хана- М.А.), великого кагана, использовал переход в новую веру для того, чтобы заручиться весьма существенной для него поддержкой Саманидов. Сын Сатука Муса (Абдулкарим-хан-М.А.), под лозунгом борьбы с неверными и защиты ислама успешно осуществляя военную экспансию в направлении Хотана и в сторону Исфиджаба.

Оказавшись в зоне мощного воздействия оседлой цивилизации, тюркские племена были втянуты в новую систему экономических и социальных отношений, стали частью этой системы и нашли приемлемые пути вхождения в уже давно сложившиеся хозяйственно-культурные регионы Средней и Передней Азии» [10].

Во времена государства Саманидов его политическим центром стала Бухара, которая не только перехватила статус центра всей Согдианы и всего Вароруда от Самарканда, но и после распада Танской империи, превратилась в самый известный город от Чанъани до Багдада.

Оазис Бухара, расположенный в самой западной части Вароруда, доселе известного больше богатым купеческим городом Пайкендом или городом ремесленников- изготовителей особого элитарного вида шелка Зандена, во время правления Саманидов (одно столетие) превратился во главе с одноименным городом в культурный центр всего Востока и узлового центра шелкового пути.

Эта династия аккумулировала в себе не только многолетние традиции громадного торгово-ремесленнической практики древней Согдианы, но и славного периода героического (доисламского) всего культурного Ирана, но и создала благоприятнейшее условие для глубокой переработки всего культурно- исторического багажа таджикского народа, результатом которого, безусловно, стало творение «Шахнамэ» и творчество великого Рудаки.

Лучшую характеристику дал известный ученый, «На Востоке...было таджикское государство Саманидов, известное благодаря активной внешней торговле и блестящей культуре.... Именно таджиков возглавляла местная династия Саманидов и созданная им культура блистала- как алмаз, по сравнению с которой все прочие –оправа» [11].

После падения империи Тан и Саманидской державы, когда варварские кочевые империи, вместо мирной торговли культивировали набеги и вооруженной экспансии, говорить о дальнейшем развитии шелкового пути стал излишним. К этому времени, Индия уже не отправляла своих паломников-послов в Китай или, наоборот, из Китая никто не отправлялся сухопутным путем через Западный край в паломничества в Индию. Культурный взаимообмен по шелковому пути резко сокращался. В Сунской империи буддизм пришел в упадок. Империя Сун, вынужденная отступать под натиском степной экспансии за Янцзы, оторвалась от северных сухопутных маршрутов шелкового пути. Императорский двор, оказавшись на северном направлении, во вражеском окружении, не смог выступить покровителем сухопутной караванной торговли.

Два из трех столпов шелкового пути (дипломатия и культура) не могли выполнить свою функцию во восточной части шелкового пути. Остались одни согдийцы со своими сугубо торговыми делами без покровительства со стороны восточных империй и культурного влияния со стороны других цивилизованных центров (Индия, Иран и т.д.).

С этого момента начинается медленный кризис шелкового пути.

### Литература

1. Шефер Э. Золотые персики Самарканда. - М. «Восточная литература», 1981, с. 24-25
2. Ук. соч. с. 39
3. Ук. соч. с. 46-47
4. Кляшторный С. Г. Султанов Т. И. Государства и народы Евразийских степей. – СПб, 2004, с. 115
5. Малявкин А. Г. Уйгурские государства в IX- XII вв. – Новосибирск, «Наука», 1983, с.251
6. Ук. соч. с. 245
7. Ук. соч. с. 246
8. Ук. соч. с. 249

9. Ук. соч. с. 250-251
10. Кляшторный С. Г. Султанов Т. И. Государства и народы Евразийских степей, с. 119
11. Гумилев Л.Н., Древняя Русь и Великая степь. -М.: «Экопресс»,1992. с.208

**А. Мамадазимов**

**ШУКУФОИИ ШОҲРОҲИ АБРЕШИМ ДАР ДАВРАИ ИМПЕРИЯИ ТАН  
ВА ДАВЛАТИ СОМОНИЁН**

Дар мақолаи мазкур масоили расидани ба нуқтаи олии инкишофи шоҳроҳи абрешим дар асрҳои VII-X, ки дар ин раванд суғдиҳо саҳми хеле намоён доштанд, таҳқиқ карда мешавад.

**Вожаҳои калидӣ:** суғдиҳо, шоҳроҳи абрешим, империяи Тан, Сомониён.

**A. Mamadazimov**

**THE PROSPERITY OF THE SILK ROAD DURING THE TANG EMPIRE  
AND THE SAMANID STATE**

In this article researched the problems the prosperity of the silk road in VII-X centuries, when the Sogdian peoples played the key role.

**Key words:** Sogdians, silk road, Tang empire, Samanids.

**Сведения об авторе**

Абдугани Мамадазимов, кандидат политических наук, доцент кафедры международных отношений ТНУ.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

К.Т. Бурханов

## ОБУЧЕНИЕ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВА В ВУЗЕ

*В статье рассматриваются некоторые вопросы совершенствования теории множества для будущих учителей начальных классов в педагогических вузах.*

*В программе педагогического факультета специальности «учителей начальных классов» обучаются некоторым основным темам теории множества, например: понятие множества, подмножества, операции над множествами и множества натуральных чисел.*

*Мы считаем, что изучая теории множества в педагогических вузах, а именно специальности «учителей начальных классов» повышается уровень математического знания, умения и навыки будущих учителей начальных классов.*

**Ключевые слова:** элемент, множества, подмножества, объединение, пересечение, разность.

**Понятие множества.** Одно из основных понятий математики – понятие множества. Оно является простейшим неопределимым понятием, его нельзя свести к более простым понятиям. Например, можно говорить о множестве учеников данного класса, о множестве всех предметов, находящихся в классе, о множестве всех натуральных чисел, о множестве всех корней данного уравнения, о множестве всех точек, лежащих на прямой, о множестве всех теорем, входящих в данный курс, и т.д. Говоря о множестве каких – либо объектов, мы объединяем их в одно целое и рассматриваем свойства этого объединения, а не свойства отдельных входящих в него элементов. Не случайно основатель теории множеств немецкий математик Георг Кантор (1845 -1918) писал: «Множество многое, мыслимое как единое» [8,4].

Понятие множества в разных языках означает, например: по-французски «объект» (Objet), по-немецки «особенности» (динг), (das, Ding), по-английски «Тинг», (thing) и другие.

Множества принято обозначать заглавными буквами латинского алфавита:  $A, B, C$  и др. объекты любой природы, входящие в множества, называются его элементами.

Предложение «Объект  $a$  принадлежит множеству  $A$ » записывают так:

$a \in A$ . Если объект  $a$  не принадлежит множеству  $A$ , то пишут:  $a \notin A$ . [7,5]

Хочу отметить, что эти  $\in$  - знак принадлежности и  $\notin$  - знак не принадлежности показывает существования элементов множества.

Например, если  $A = \{2, 4, \dots, 2n, \dots\}$  множество четных натуральных чисел, то  $15 \notin A, 20 \in A, 20 \notin A, 36 \in A$ .

Множества могут быть конечными и бесконечными. Конечными называются множества, состоящие из конечного числа элементов (например, множество учеников данного класса – конечное множество). Примером бесконечного множества может служить множество всех натуральных чисел [8,5].

Определение. Множество, не содержащее ни одного элемента, называют пустым и обозначают знаком  $\emptyset$ .

Например: Решить уравнение:

$$6(x+1) = 6x + 20$$

Решение:  $6x + 6 = 6x + 20$

$$6x - 6x = 20 - 6$$

$$0 \cdot x = 14.$$

Ответ:  $\emptyset$  - пустое множество.

Характеристическим свойством, определяющим множества, называют такое свойство, которым обладают все элементы данного множества, и не обладает ни один не принадлежащий ему элемент.

Множество, определяемое данным свойством, обозначают так:  $A = \{x | \dots\}$ , где после черты приводится запись соответствующего свойства элементов.

Множество, состоящее из чисел, называют числовым.

Примерами числовых множеств могут служить:

1.  $N = \{1, 2, 3, \dots, n, \dots\}$  - множества натуральных чисел;

2.  $Z = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$  — множества целых чисел;

3.  $Q = \left\{ \frac{\delta}{g}, (g \neq 0), \delta, g \in Z \right\}$  – множества рациональных чисел;
4.  $Z_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$  – множества неотрицательных чисел;
5.  $R = R_- \cup \{0\} \cup R_+$  – множества действительных чисел; [6,5]

Задачи: Какие из записей верны:

- а)  $23 \in N$  б)  $\frac{1}{2} \notin Q$  в)  $\sqrt{2} \notin R$  г)  $-5 \in Z$ .

Решение:

- а)  $23 \in N$  (верно) б)  $\frac{1}{2} \notin Q$  (неверно)

- в)  $\sqrt{2} \notin R$  (неверно) г)  $-5 \in Z$  (верно).

**Подмножество.** Множество  $B$  называется подмножеством множества  $A$ , если каждый элемент множества  $B$  является в то же время и элементом множества  $A$ , т.е. из условия  $v \in B$  вытекает условие  $v \in A$ . Если  $B$  – подмножество множества  $A$ , то пишут  $B \subset A$  ( $\subset$  – знак включения) или  $A \supset B$ . [8,6]

Хочу отметить, что подмножества имеют два вида:

1. Собственные подмножества.
2. Несобственные подмножества.

Пусть даны множества  $A$  – непустой. Несобственные подмножества состоят из множества  $A$  и  $\emptyset$ , а собственные подмножества – остальные элементы данного множества, которые могут составить подмножество.

Количество подмножества непустого множества вычисляется следующими формулами:

$$f(n) = 2^n, n \in N. \tag{1}$$

Например. Пусть задано множество  $A = \{6; 7; 8\}$ . Найдите количество подмножества.

Решение. Заданное множество состоит из  $n(A) = 3$  элементов. На основе формулы (1) вычисляем:

$$f(3) = 2^3 = 2 * 2 * 2 = 8.$$

1.  $\{6; 7; 8\}$  и  $\emptyset$  – несобственные подмножества.
2.  $\{6\}$ ,  $\{7\}$ ,  $\{8\}$  – по одному элементу.
3.  $\{6; 7\}$ ,  $\{6; 8\}$ ,  $\{7; 8\}$  – по двум элементам – собственные подмножества.

**Операции над множествами.** Определение. Пересечением множества  $A$  и  $B$  называется множество  $A \cap B$ , содержащее те и только те элементы, которые одновременно входят в оба множества  $A$  и  $B$ .

$$A \cap B = \{x / x \in A \text{ и } x \in B\}. \tag{2} \text{ (рис.1) [2,11–12]}$$

Операция пересечения множеств обладает

Следующими свойствами:

1.  $A \cap B \cap = B \cap A$  – коммутативность.
2.  $A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap C$  – ассоциативность.
3.  $A \cap \emptyset = \emptyset \cap A = \emptyset$  – пересечение с пустым множеством.
4. Если  $A \subset J$ ,  $A \cap J = A$ , где  $J$  универсальное множество  $A \cap B$
5.  $A \cap A = A$ . Пересечение множества с собой.
6. Если  $A \subset B$ , то  $A \cap B = A$ .

Пример 1. Найдём пересечение множеств  $A = \{1; 3; 4\}$ ,  $B = \{5; 7;\}$ ,  $C = \{7; 9; 10\}$ .

Решение. На основе свойства пересечение множества

$$(A \cap B) \cap C = \emptyset \cap \{7; 9; 10\} = \emptyset.$$

Пример 2. Найдём пересечение множеств  $A$  и  $B$ , если

$$A = \left\{ x / -\frac{1}{2} \leq x \leq 4 \right\}, B = \left\{ x / -2 \leq x \leq 6 \right\}.$$

Решение. Изобразим множества  $A$  и  $B$  на числовой прямой. (рис.2)

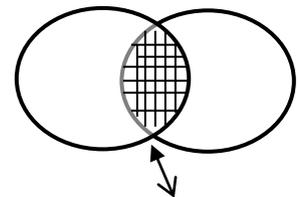


Рис.1

Множество  $A$  изображается отрезком с концами  $-\frac{1}{2}$  и 4, а множество  $B$  – отрезком с концами  $-2$  и 6. Пересечение  $A \cap B$  – часть оси, где есть обе штриховки, т.е. отрезок  $[-\frac{1}{2}; 4]$ .

Иначе говоря,  $A = \{x / -\frac{1}{2} \leq x \leq 4\}$

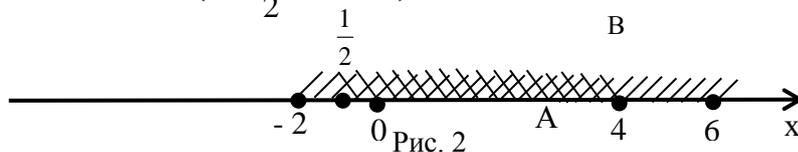


Рис. 2

Определение. Объединением множеств  $A$  и  $B$  называется множество  $A \cup B$ , состоящее из тех и только тех элементов, которые принадлежат хотя бы одному из множеств  $A$  и  $B$ . (Рис. 3)

$$A \cup B = \{x / x \in A \text{ или } x \in B\}. \quad (3)$$

На рисунке изображено множество  $A$  и  $B$ , причем  $A \cap B \neq \emptyset$ . Множеству  $A \cup B$  принадлежат все точки заштрихованной области. [2,14]

Операция объединения множеств обладает следующими свойствами:

1.  $A \cup B = B \cup A$  - коммутативность.
2.  $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$  - ассоциативность.
3.  $(A \cup B) \cap C = (A \cap C) \cup (B \cap C)$  - дистрибутивность.
4.  $(A \cap B) \cup C = (A \cup C) \cap (B \cup C)$  - дистрибутивность.
5. Если  $A \subset J$ ,  $A \cup J = J$ , где  $J$  универсальное множество.
6.  $A \cup \emptyset = \emptyset \cup A = A$ , объединение с пустым множеством.
7. Если  $A \subset B$ , то  $A \cup B = B$ .

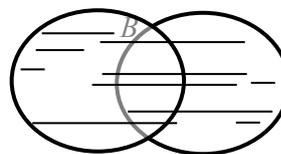


Рис.3

Определение. Разностью множеств  $A$  и  $B$  называется множество, в которое входят те элементы множества  $A$ , которые не принадлежат множеству  $B$ . Разность множеств  $A$  и  $B$  обозначают:  $A \setminus B$ , "\ " - признак разности множеств.  $A \setminus B = \{x / x \in A \text{ и } x \notin B\}$ . (4)

При помощи кругов Эйлера разность множеств  $A$  и  $B$  изображается так, как показано на рисунке 4<sup>а</sup>.

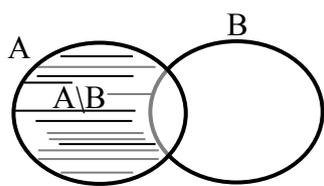


Рис. 4<sup>а</sup>

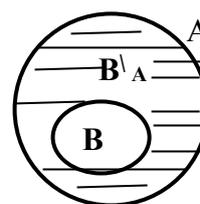


Рис. 4<sup>б</sup>

Если  $B \subset A$ , то разность множеств  $A$  и  $B$  называют дополнением множества  $B$  до множества  $A$  и обозначают  $B^1$  ( $B^1_A$ ). На рисунке 4<sup>б</sup> множество  $B^1$  заштриховано. [6,7]

Пример 3. Даны множества  $A = \{3; 5; 6\}$ ,  $B = \{6; 7; 8\}$ . Найдите множества  $A \cup B$ ,  $A \setminus B$  и  $B \setminus A$ .

Решение: 1.  $A \cup B = \{3, 5, 6, 7, 8\}$  2.  $A \setminus B = \{3, 5\}$  3.  $B \setminus A = \{7, 8\}$ .

Пример 4. Найдём объединение и разность множеств  $A$  и  $B$ , если  $A = \{x / -3 \leq x \leq 4\}$ ,  $B = \{x / -2 \leq x \leq 5\}$ . Рис.5

Решение. Если изобразить данные множества на числовой прямой, то объединение  $A \cup B$  есть часть оси, где имеется хотя бы одна штриховка, т.е. отрезок  $[-3, 5]$ . Иначе говоря

$$A \cup B = \{-3 \leq x \leq 5\}. \quad B$$

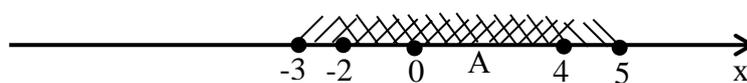


Рис.5

Разность  $A \setminus B$  есть часть отрезка, изображающего множество  $A$ , отмеченная лишь одной штриховкой, т.е. полуинтервал  $[-3, -2[$ .

Другими словами,  $A \setminus B = \{x / -3 \leq x < -2\}$  (точка  $x = -2$  принадлежит  $B$  и поэтому не принадлежит  $A \setminus B$ ).

Теория множества является одной из частей математики. На основе теории множества мы ознакомим учащихся начальных классов с понятиями – точка, прямая, углы, разные геометрические фигуры, множества чисел и ряд других.

Изучение теории множества помогает будущим учителям начальных классов, дают большой импульс для развития математического образования.

#### Литература:

1. Выгодский В.Я. Справочник по элементарной математике. Издательство «Наука», М.: 1971г. – 380с.
2. Натансов И.Н. Теория функций вещественной переменной. Издание второе. М.: 1978 г. – 460 с.
3. Пизо Ш. и др. Курс высшей математики. Издательство «Наука», М.: 1971г. – 280с.
4. Столляр А.И. и др. Математика. Издательство «Высшая школа», Минск, 1975г. – 180с.
5. Математика. Под редакцией Н.Я. Виленкина. М.:1969. г- 456 с.
6. Задачник – практикум по математике. Под редакцией проф. Н.Я. Виленкина М.: «Просвещение», 1977г.- 205 с.
7. А.М. Пышкало и др. Сборник задач по математике. М.: «Просвещение», 1979г. – 208 с.
8. Пособие по математике для поступающих в техникумы. М.: «Высшая школа», 1977 г. - 334 с.

**К.Т. Burhanov**

#### TRAINING OF THE THEORY SET IN THE UNIVERSITY

In article some questions of perfection of the theory of set for the future teachers of initial classes in pedagogical high schools are considered.

In the program of pedagogical faculty of a speciality of "teachers of initial classes» themes of the theory of set some the cores, for example are trained: concept of set, a subset, operation over sets and sets of natural numbers. We consider that studying of the theory of set in pedagogical high schools, namely specialties of "teachers of initial classes» raise level of mathematical knowledge, skills of the future teachers of initial classes.

**Keywords:** an element, sets, subsets, to unite, crossing, a difference.

**Қ.Т. Бурханов**

#### ТАЪЛИМИ НАЗАРИЯИ МАЧМУЪ ДАР МАКОТИБИ ОЛӢ

Дар мақола баъзе масъалаҳои такмили таълими назарияи маҷмӯъ барои омӯзгорони синфҳои ибтидоии оянда дар донишгоҳҳои омӯзгорӣ мавриди баррасӣ қарор гирифтааст.

Дар барномаи ихтисоси «Таҳсилоти ибтидоӣ» - и факултети педагогӣ як қатор мавзӯҳои асосии ба таълими назарияи маҷмӯъ алоқаманд, ба монанди: мафҳуми маҷмӯъ, зермаҷмӯъ, амалҳо ба маҷмӯъҳо ва маҷмӯи ададҳои натуралӣ ворид гардидааст. Муаллиф бар он аст, ки омӯзиши назарияи маҷмӯъ дар ихтисоси мавсуф барои баланд гардидани дараҷаи дониш, маҳорат ва малақаҳои математикии омӯзгорони ояндаи синфҳои ибтидоӣ мусоидат мекунад.

**Вожаҳои калидӣ:** унсур, маҷмӯъ, зермаҷмӯъ, якҷояшавӣ, буриш, фарқ.

#### Сведения об авторе

**Бурханов Курбонбой Турсунраджабович** – 04.08.1953 года рождения, кандидат педагогических наук, доцент кафедры методики начального образования Худжандского государственного университета им. академика Бободжона Гафурова, автор более 50 научных работ по проблемам математического образования для будущих учителей начальных классов Республики Таджикистан.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В СФЕРЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

*В данной статье уточнены способы и особенности инновации и инновационные течения в сфере среднего профессионального образования и приведены некоторые вопросы теорий и методов управления в инновационных течениях.*

*В связи с этим предоставлены пути выполнения инновационных разработок в сфере учреждений среднего профессионального образования Республики Таджикистан.*

**Ключевые слова:** инновация, инновационные течения, управление, среднее профессиональное образование, богатство, образованные услуги, рынок труда, политика и государственная стратегия.

В настоящее время развитие и расширение диапазона мирохозяйственных связей Республики Таджикистан происходит в условиях, когда глобализационные процессы все больше набирают силу, прежде всего на базе информационных технологий. В связи с этим расширение экономического и научно-технического сотрудничества республики с зарубежными странами, особенно с развитыми, вызывает необходимость создания предпосылки для формирования и развития инновационно-информационного сектора экономики или экономики знаний.<sup>11</sup> Такой сектор экономики, который основан в основном на знаниях, требует прежде всего, повышения качества профессионального образования и ориентации на мировое образовательное пространство. Решение этих задач в республике требует принятия серьёзных мер и разработки адекватной политики в области профессионального образования. Поскольку в настоящее время в республике наблюдается несоответствие сферы профессионального, особенно среднепрофессионального образования требованиям рынка труда и инновационной экономики. Это требует включение в ряд стратегических задач государственной политики выработки комплекса мероприятий, который направляет процесс реформы сферы среднего профессионального образования на инновационной основе, повышение механизма стимулирования для внедрения новых форм и методов управления этими образовательными учреждениями, активизацию их инновационной деятельности.

В самом деле, в современных условиях под воздействием научного, технологического и гуманитарного прогресса непрерывно обновляется и развивается современная система образования. Следовательно, инновации становятся важными элементами деятельности учреждений сферы образования и необходимым условием успеха в обучении и подготовке конкурентоспособных кадров. В связи с этим управление инновации и инновационными процессами в системе образования становятся одной из приоритетных задач. Для того чтобы раскрыть сущность управления инновации или инновационного менеджмента в сфере средней профессиональной образования, необходимо уточнить понятие инновации, инновационного процесса.

Вообще, термин "инновация" (от английского слова innovation) означает процесс создания, распространения и использования новшества. В экономической литературе отсутствует единое или однозначное определение инновации. Общее понятие инновации определяется как процесс использования в той или иной сфере общественной деятельности (в экономических, социальных, правовых и других отношениях или сферах) результатов интеллектуального труда, технологических разработок, направленных на совершенствование социально-экономической деятельности<sup>12</sup>. А инновационный процесс трактуется как последовательность действий, движений инновации по стадии: рождения, распространения и реализации (материализаций) идеи. Следовательно, инновационный процесс, можно определить как процесс генерации или преобразования научного знания в инновацию, в ходе которого научные знания воплощаются в жизнь, практику. Инновационный процесс не заканчивается, не прерывается и после внедрения по мере распространения новшества совершенствуется, приобретает новые полезные качества. Отсюда инновационный процесс и его внедрения должны выступать объектом управления.

Обобщая все вышеуказанное, можно утверждать, что инновация в сфере среднего профессионального образования представляет собой результат трансформации идей, исследований, разработок в новое или усовершенствованное научно-техническое, организационно-экономическое и социально-

<sup>11</sup> См: Мирсаидов А.Б. Таджикистан: Новые горизонты социально-экономического развития // Вестник Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики (Научно-теоретический журнал) - Худжанд 2012, № 1(45). С.40

<sup>12</sup> Дедегкаев В.Е. Особенности инноваций в банковском бизнесе // «Креативная экономика» № 9 (21) за 2008 год, стр. 75-78. <http://www.creativeconomy.ru/articles/2473>

экономическое решение, которое обеспечивает повышение эффективности ее функционирования. А инновационный процесс следует рассматривать как совокупность инновационных трансформаций, направленный на повышение эффективности функционирования учреждений сферы среднего образования и образовательной системы в целом. Обобщающим индикатором выступает качество образования – обучающего человека, рабочего кадра, активного экономического и социального субъекта, в целом формирования всесторонне развитой личности, способной в процессе своей деятельности решать задачи инновационного развития.

В настоящее время сфера среднего профессионального образования республики подвержена системным изменениям, эти изменения охватывали как деятельность самих образовательных учреждений, так и их взаимоотношения с другими субъектами сферы образований, рынками труда, в целом с другими внешними институтами. Около 24 лет сфера среднего профессионального образования республики функционирует в новых социально-экономических условиях, т.е. в условиях рыночной экономической системы. Однако говорить о ее адаптированности к новым условиям все еще рано. Поскольку многие учреждения, особенно профессионально-технические этой сферы, ещё в полной мере не ориентированы на рыночную экономику и потребности рынка труда. Как свидетельствуют данные таблицы 1., позитивным является то, что в годы государственной независимости республики число учреждений этой сферы почти сохранилось – уменьшилось только на две единицы.

Таблица 1

**Состояние учреждений среднего профессионального образования  
Республики Таджикистан**

	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010	2010- 2011	2011- 2012	2012- 2013	2012-2013 в % к 2006-2007
<b>Число учреждений, единиц</b>	52	52	52	52	51	51	50	96,0
<b>Учащихся, тыс.чел.</b>	32,4	34,0	34,1	36,6	37,9	40,1	42,8	132,1
<b>из них: женщин</b>	18,6	19,7	20,0	20,8	20,8	22,4	25,7	138,0
<b>В%</b>	57,4	57,8	58,5	56,8	54,9	56,0	60,3	105,0
<b>Из общей численности:</b>								
<b>дневных, тыс. чел</b>	23,5	25,3	26,2	29,0	30,5	32,2	33,9	144,2
<b>заочных</b>	8,9	8,8	7,9	7,6	7,4	7,9	8,9	100,0
<b>Выпущено специалистов</b>	7,5	7,8	8,5	9,0	10,2	9,4	10,2	136
<b>в т. числе:</b>								
<b>дневными отделениями</b>	5,1	5,3	6,1	6,5	7,8	7,5	8,5	166,6
<b>заочных</b>	2,4	2,5	2,4	2,6	2,4	2,0	1,7	70,8

**Источник: Статистический ежегодник Республики Таджикистан, 2013 С. 53**

В период с 2006 по 2013 г. численность учащихся увеличилась с 32,4 тыс. чел. до 42,8 тыс. чел., т.е. на 32,1% . Из них численность женщин увеличилась на 7,6 тыс. человек и в 2012-2013 учебный год составлял 60,7 %, т.е. имеют тенденции роста. Это говорит о том, что в условиях рыночной экономики более стабильно могли функционировать медицинские и педагогические училища, поскольку здесь главным контингентом являются девушки. Эти учреждения в основном определяли состояние сферы среднего профессионального образования. За анализируемый период выпущенных специалистов учреждений среднего профессионального образования увеличилось на 2,7 тыс. человек (см. таблица 1).

В целом анализ показывает, что тенденции оживления и роста деятельности учреждений среднего профессионального образования республики наблюдается. Но в этих учреждениях действующие образовательные стандарты не соответствуют современным тенденциям развития производства, требованиям работодателей к уровню подготовки специалистов. Следовательно, чтобы они достигли устойчивый уровень развития в соответствии потребностей отраслей экономики и современного рынка труда, необходимо им принять комплекс мер для поиска, подготовки и реализации нововведений. В действительности в современных условиях среднее профессиональное образование должно ориентироваться на удовлетворение потребности рынка труда, конкретных работодателей, у которых ежегодно растут требования к квалификации и качеству подготовки специалистов. С появлением новых профессий ужесточается конкуренция на рынке труда, изменяется характер экономических и социальных факторов. Наш анализ показал, что на современном этапе в сфере среднего профессионального образования существуют следующие проблемы:

- модель управления, которая существует в этой системе образования не стимулирует адаптацию системы к рыночным условиям, управление ею осуществляется административными методами;

- существующие профессиональные стандарты по настоящее время не ориентированы на модульные подходы к обучению, обеспечивающие формировать необходимые навыки и компетентности, ориентированные на потребителя;
- существует угроза закрытия учреждений этой сферы из-за дороговизны их содержания и обучения;
- наблюдается затянувшийся дефицит современного оборудования, технических средств обучения, учебных программ и учебно-методических материалов для подготовки по новым профессиям итд.

Решение этих проблем откроет дорогу к инновационному пути развития. Для решения этих проблем необходимо определить важные приоритеты развития сферы среднего профессионального образования. Эти приоритеты, на наш взгляд, являются следующими:

**Во – первых**, обеспечение связи деятельности учреждений в сфере среднего профессионального образования с рынком труда, организация тесной связи учебных курсов с потребностями рынка труда, обеспечение выпускников учреждений среднего профессионального образования гибкими базовыми навыками, чтобы были конкурентоспособными рабочими кадрами. Решение этих вопросов вызывает скорейшего пересмотра стандартов среднего профессионального образования в аспекте:

- расширения диапазона профессиональных компетентностей;
- уменьшения количества узких специализированных профессий и специальностей;
- привлечения и участия социальных партнеров в планировании и реализации образовательных программ:
- отхода от узкоспециализированных предметов и дисциплин с передачей приоритетов общекультурному и общепрофессиональному развитию учащихся;
- усиления внимания на последних курсах и во время производственной практики или трудовой деятельности на предприятии на специальные профессиональные умения и навыки.

**Во-вторых**, модернизация системы управления сферы среднего профессионального образования. Для этого, прежде всего, необходимо обеспечить условия для адаптации системы управления к рыночным отношениям и повысить эффективность управления в соответствии с требованиями и механизмами рыночной экономики. Кроме того, разработать новую национальную стратегию развития системы среднего профессионального образования. В рамках этой стратегии передать полномочия и ответственность за финансирование системы среднего профессионального образования региональным органам государственной власти, чтобы они с учетом особенностей регионального рынка труда определили подготовку необходимой численности профессий и специальностей.

Вышеуказанные приоритеты без модернизации экономических основ управления среднего профессионального образования невозможны. При этом необходимо опираться на *концепции образования как благо*, которое имеет глобальной статус. Это концепция переводит образование из социально-педагогического института на плоскость экономических отношений. Как известно из курса экономической теории, *благо* представляет собой совокупность товаров, услуг и условий, удовлетворяющих разнообразные потребности человека, социальных групп и общества в целом. В Кратком экономико-математическом словаре, выпущенном еще в 1979 г., даются следующие определения блага: «Благо - обобщенный термин, которым в описании экономико-математических моделей обычно заменяют термины: «материальные блага», «духовные блага», «капитальные блага», «природные блага».<sup>13</sup> Таким образом, согласно этой концепции, *образовательные услуги* как специфический экономический продукт или благо являются *образовательным товаром*. Потребитель, приобретая или покупая этот товар, удовлетворяет свои нематериальные потребности. Еще в свое время, К. Менгер, анализируя процесс создания продукта как блага, отметил следующие условия, когда продукт приобретает характер и свойства блага: человеческая потребность; полезность или свойства продукта, который удовлетворяет этой потребности; осознание человеком этой причинной связи и полезности<sup>14</sup>. Отсюда, в центре инновационной модели учреждений среднего профессионального образования лежит, прежде всего, разработка и предложение инновационного образовательного продукта. Поэтому в экономической литературе, образовательный продукт характеризуется, как интеллектуальный продукт и результат научно-педагогического труда.<sup>15</sup> Или к образовательным продуктам относится образовательная программа, разрабатываемая интеллектуальный потенциал образовательного учреждения, направленного для удовлетворения потребностей в образовании, профессиональной подготовке, обучении

<sup>3</sup> Лопатников Л.И. Краткий экономико-математический словарь. -М.: 1979,с.28

<sup>4</sup> Менгер и австрийская школа//Такаши Негиши История экономической теории, М.: АО АСПЕКТ ПРЕСС, 1995 г. с.328

<sup>5</sup> Ченцов А.А. «Инновационные стратегии на рынке образовательных услуг», автореферат диссертации на соискание ученой степени кан. Эк. Наук. Москва, 1998 г

или переподготовке.<sup>16</sup> Таким образом, инновационные процессы в сфере среднего профессионального образования связаны с разработкой и внедрением новых образовательных продуктов, которые позволяют не только сформировать качественно новую основу функционирования учреждений среднего профессионального образования с учетом требований инновационной экономики, но и предлагают на рынке труда конкурентоспособных работников.

*Институт экономики и демографии АН Республики Таджикистан*

**З.С. Бурхонов**

### **БАЪЗЕ МАСЪАЛАҲОИ ИДОРАКУНИИ РАВАНДҲОИ ИННОВАТСИОНӢ ДАР СОҲАИ ТАҲСИЛОТИ МИЁНАИ КАСБИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

Дар мақола моҳияту хусусияти инноватсия ва равандҳои инноватсионӣ дар соҳаи таҳсилоти миёнаи касбӣ дақиқ шуда, баъзе масъалаҳои назаривӣ-методологии идоракунии равандҳои инноватсионӣ дар ин бахш мавриди таҳқиқ қарор гирифта шудааст. Вобаста ба ин як қатор муаммоҳо дар роҳи инкишофи инноватсионии муассисаҳои соҳаи таҳсилоти миёнаи касбии Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян шуда, роҳҳои ҳалли он таъя ба механизмҳои иқтисодӣ, пешниҳод гардидааст.

**Вожаҳои калидӣ:** инноватсия, равандҳои инноватсионӣ, идоракунии, таҳсилоти миёнаи касбӣ, неъмат, хизматҳои таҳсилотӣ, бозори меҳнат, сиёсат ва стратегияи давлатӣ.

**Z.S. Burhonov**

### **SOME PROBLEMS OF INNOVATIVE PROCESSES IN THE FIELD OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

In the given article it is exactly defined the ways and peculiarities of innovation and innovative directions in the sphere of high professional education and presented some questions of theory and methods of managing in innovative directions.

In this connection the ways of implementation of innovative development in the sphere of high educational professional establishment of the Republic of Tajikistan are presented.

**Key words:** innovation, innovation course, management, middle professional, learning, rich, educational services, market of labour, politics and state strategy and others.

#### **Сведения об авторе**

**Бурхонов Зафар Сафарович** – 1966 года рождения, окончил Государственный университет им. А. Рудаки г. Куляба, соискатель Института экономики и демографии АН Республики Таджикистан. Отличник Министерства культуры Республики Таджикистан, отличник Министерства образования Республики Таджикистан.

<sup>16</sup> Сагинова О.В. Маркетинг в России и за рубежом, N1, 1999 г с.43

**К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ**

В научно-теоретическом журнале Вестник Таджикского технического университета («Паёми Донишгоҳи техники Тоҷикистон») публикуются научные сообщения по следующим направлениям: энергетика, информатика и связь, строительство и архитектура, транспорт, химическая технология и металлургия, экономика, машиностроение и технология материалов, математика, физика, химия, экология, социально-гуманитарные науки и современные проблемы образования.

1. Статья, представленная в редколлегию, должна иметь экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати от учреждения, в котором выполнена данная работа, а также рецензию специалиста в данной области науки.

2. Редколлегия принимает статьи, подготовленные в системе Word, тщательно отредактированные и распечатанные в 2-х экземплярах через 1,5 интервала (размер шрифта кегль 14 Times New Roman), на белой бумаге формата А4 (297x210 мм), поля: левое - 30 мм; правое – 20 мм; верхнее – 30 мм; нижнее – 25 мм). Одновременно текст статьи представляется в электронном виде или присылается по электронной почте: [nisttu@mail.ru](mailto:nisttu@mail.ru).

3. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), тексты резюме на таджикском и английском языках (не более 100 слов). Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

4. В правом углу статьи указывается научный раздел, в котором следует поместить статью. Далее в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже – полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные), краткая (5-7 строк) аннотация (курсив), ключевые слова. Сразу после текста статьи приводится список использованной литературы и указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование. Затем приводится аннотация на таджикском (редактор Times New Roman Tj), русском и английском языках.

5. Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактная информация.

7. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

8. Электронная версия опубликованной статьи размещается в сайте ТТУ и в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

9. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.