

ISSN 2308-4804

# **SCIENCE AND WORLD**

**International scientific journal**

**№ 2 (114), 2023, Vol. II**

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2023

UDC 53:51+54+67.02+93:902+330  
LBC 72

# SCIENCE AND WORLD

**International scientific journal, № 2 (114), 2023, Vol. II**

The journal is founded in 2013 (September)  
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

**Registration Certificate: III № ФС 77 – 53534, 04 April 2013**

## EDITORIAL STAFF:

**Head editor:** Teslina Olga Vladimirovna

**Executive editor:** Malysheva Zhanna Alexandrovna

*Lukienko Leonid Viktorovich*, Doctor of Technical Science

*Borovik Vitaly Vitalyevich*, Candidate of Technical Sciences

*Dmitrieva Elizaveta Igorevna*, Candidate of Philological Sciences

*Valouev Anton Vadimovich*, Candidate of Historical Sciences

*Kislyakov Valery Aleksandrovich*, Doctor of Medical Sciences

*Rzaeva Aliye Bayram*, Candidate of Chemistry

*Matvienko Evgeniy Vladimirovich*, Candidate of Biological Sciences

*Kondrashihin Andrey Borisovich*, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences

*Khuzhayev Muminzhon Isokhonovich*, Doctor of Philological Sciences

*Ibragimov Lutfullo Ziyadullaevich*, Doctor of Geographic Sciences

*Gorbachevskiy Yevgeniy Viktorovich*, Candidate of Engineering Sciences

*Madaminov Khurshidjon Mukhamedovich*, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

*Otazhonov Salim Madrakhimovic*, Doctor of Physics and Mathematics

*Karatayeva Lola Abdullayevna*, Candidate of Medical Sciences

*Tursunov Imomnazar Egamberdievich*, PhD in Economics

*Achilov Ganizhon Babadzhanovich*, Candidate of Biological Sciences

*Kuzmetov Abdulakhmet Raimberdievich*, Doctor of Biological Sciences

*Sultanov Bakhodir Fayzullayevich*, Candidate of Economic Sciences

*Maksumkhanova Azizakhon Mukadyrovna*, Candidate of Economic Sciences

*Kuvnakov Khaidar Kasimovich*, Candidate of Economic Sciences

*Yakubova Khurshida Muratovna*, Candidate of Economic Sciences

*Kusharov Zohid Keldiyorovich*, Candidate of Economic Sciences

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.

Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, ave. Metallurgov, 29

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

Website: [www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Founder and publisher: «Scientific survey» Ltd.

УДК 53:51+54+67.02+93:902+330  
ББК 72

## НАУКА И МИР

**Международный научный журнал, № 2 (114), 2023, Том 2**

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)  
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Теслина Ольга Владимировна  
**Ответственный редактор:** Малышева Жанна Александровна

*Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук*  
*Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук*  
*Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук*  
*Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук*  
*Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук*  
*Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук*  
*Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук*  
*Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук*  
*Хужаев Муминжон Исохонович, доктор философских наук*  
*Ибрагимов Лутфулло Зиядуллаевич, доктор географических наук*  
*Горбачевский Евгений Викторович, кандидат технических наук*  
*Мадаминов Хуришиджон Мухамедович, кандидат физико-математических наук*  
*Отажонов Салим Мадрахимович, доктор физико-математических наук*  
*Каратаева Лола Абдуллаевна, кандидат медицинских наук*  
*Турсунов Имомназар Эгамбердиевич, PhD экономических наук*  
*Ачилов Ганижон Бабаджанович, кандидат биологических наук*  
*Кузметов Абдулахмет Раймбердиевич, доктор биологических наук*  
*Султанов Баходир Файзуллаевич, кандидат экономического наук*  
*Максумханова Азизахон Мукадыровна, кандидат экономического наук*  
*Кувнаков Хайдар Касимович, кандидат экономического наук*  
*Якубова Хуришида Муратовна, кандидат экономического наук*  
*Кушаров Зохид Келдиёрович, кандидат экономического наук*

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, пр-кт Metallургов, д. 29  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Учредитель и издатель: ООО «Научное обозрение»

---



---

**CONTENTS**

---



---

**Physical and mathematical sciences**

*Otajonov S.M., Usmonov Ya., Botirov K., Abdullayev Sh., Yunusov N.*  
EFFECTIVE EFFECT OF THE ELECTRIC FIELD ON POTENTIAL BARRIERS  
OF THIN FILMS OF p- CdTe DOPED WITH GROUP VII ELEMENTS ..... 8

*Saidimov Ya.A., Umarov F.B.*  
RESEARCH OF THE INFLUENCE OF ACCELERATED PROTONS  
ON THE SURFACE PARAMETERS OF SINGLE-CRYSTAL SILICON ..... 12

*Chesnokov Yu.A.*  
CRYSTALS CONTROL PARTICLE BEAMS ON ACCELERATORS..... 15

*Yukhnovsky I.A.*  
APPLICATION OF ONTOLOGICAL ANALYSIS IN THE DESIGN  
OF INFORMATION SYSTEMS ARCHITECTURE ..... 20

**Chemical sciences**

*Hajiyeva K.I., Alizade Y.E.*  
ELECTROCHEMICAL PRODUCTION OF CoSe FROM AN AQUEOUS ELECTROLYTE ..... 23

*Utelbaeva A.B., Zhanabay N., Suleymenov E.N., Utelbaev B.T.*  
"ELECTROMAGNETIC PARTICLES": THE STRUCTURE OF THE NUCLEUS AND ATOMS ..... 27

**Technical sciences**

*Ibildayev B.K., Zhumabaeva A.S.*  
STUDY OF THE DURABILITY OF SINGLE-ROW RADIAL BALL BEARINGS ..... 36

*Kyazim-Zade A.K., Kurbanova N.G.*  
INFORMATION SEARCH ENGINE FOR ROCK PAINTINGS  
OF VARIOUS COUNTRIES AND CONTINENTS..... 39

*Nasriddinov S.S., Mavlyanov A., Esbergenov D.M., Mannanov M.I.*  
MAKING OF A TECHNOLOGICAL CARD FOR OBTAINING  
THERMORESISTIVE STRUCTURES BASED ON COMPENSATED SILICON ..... 45

**Historical sciences and archeology**

*Bystrenko V.I.*  
RUSSIAN POLICY IN THE POST-SOVIET SPACE:  
ENSURING SECURITY OR "RESTORATION OF THE EMPIRE" (1991-2022) ..... 51

*Yarkulov A.A.*  
ARCHAEOLOGICAL RESOURCES..... 58

**Economic sciences**

*Balapanova E.S.*

CALCULATION OF PRODUCTION EFFICIENCY

OF LED BULBS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN ..... 61

*Shmeleva K.A.*

IMPROVEMENT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

IN RUSSIAN RAILWAY TRANSPORT ..... 65

## СОДЕРЖАНИЕ

**Физико-математические науки**

<i>Отажонов С.М., Усмонов Я., Ботиров К., Абдуллаев Ш., Юнусов Н.</i> ЭФФЕКТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ ТОНКИХ ПЛЕНОК р-CdTe, ЛЕГИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТАМИ VII ГРУППЫ .....	8
<i>Сайдимов Я.А., Умаров Ф.Б.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСКОРЕННЫХ ПРОТОНОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ.....	12
<i>Чесноков Ю.А.</i> КРИСТАЛЛЫ УПРАВЛЯЮТ ПУЧКАМИ ЧАСТИЦ НА УСКОРИТЕЛЯХ .....	15
<i>Юхновский И.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ .....	20

**Химические науки**

<i>Гаджиева К.И., Ализаде Й.Э.</i> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ CoSe ИЗ ВОДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА .....	23
<i>Утелбаева А.Б., Жанабай Н., Сулейменов Э.Н., Утелбаев Б.Т.</i> «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ»: СТРОЕНИЕ ЯДРА И АТОМОВ.....	27

**Технические науки**

<i>Иблздаев Б.К., Жумабаева А.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАДИАЛЬНЫХ ШАРИКОВЫХ ОДНОРЯДНЫХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ.....	36
<i>Кязим-Заде А.К., Курбанова Н.Г.</i> ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА НАСКАЛЬНЫХ РИСУНКОВ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН И КОНТИНЕНТОВ .....	39
<i>Насриддинов С.С., Маевлянов А., Есбергенов Д.М., Маннанов М.И.</i> СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОРЕЗИСТИВНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОМПЕНСИРОВАННОГО КРЕМНИЯ.....	45

**Исторические науки и археология**

<i>Быстренко В.И.</i> ПОЛИТИКА РОССИИ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИЛИ «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИМПЕРИЙ» (1991-2022 г.).....	51
<i>Яркулов А.А.</i> АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ .....	58

**Экономические науки**

*Балапанова Э.С.*

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМПОЧЕК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН..... 61

*Шмелева К.А.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ ..... 65

УДК 621.315.593

**ЭФФЕКТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ  
НА ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ ТОНКИХ ПЛЕНОК p-CdTe,  
ЛЕГИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТАМИ VII ГРУППЫ****С.М. Отажонов, Я. Усмонов, К. Ботиров, Ш. Абдуллаев, Н. Юнусов**  
Ферганский Государственный Университет, Узбекистан

***Аннотация.** В данной работе были изучены спектры тока короткого замыкания в структуре p-CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si в зависимости от величины внешнего воздействия. Наблюдается смещение спектров в коротковолновую область, из-за чего в этих структурах изменяются энергии оптической активации глубокого уровня (эффект Пула-Френкеля). Предлагается модель распределения потенциала, деформирующая пространственное и энергетическое распределение носителя.*

***Ключевые слова:** спектры тока короткого замыкания, фоточувствительность, гетероструктура, тонкая пленка.*

**1. Введение**

Интенсивное развитие микро- и нанoeлектроники, новые технологические возможности для изготовления сложных твердотельных низкоразмерных структур стимулируют разработку новых неразрушающих методов диагностики. Создания оригинальных оптоэлектронных устройств стимулируют дальнейшее изучение новых оптических и фотоэлектрических явлений в активных пленочных элементах [4].

Полупроводниковые плёнки CdTe являются важным материалом для создания фотоприёмных устройств на основе их гетероструктур, работающих в ближнем (0,4-3 мкм) и дальнем (8-14 мкм) инфракрасных диапазонах [2, 3, 6]. Актуальной является также проблема получения гетероструктур на основе фоточувствительных слоев со слоями разного типа проводимости и зонной структурой в процессе выращивания высокотемпературным термическим испарением. В частности, перспективной примесью для получения материала p-типа является серебро и медь [1].

В данной работе исследована внутренняя структура и новые фотоэлектрические свойства активных тонких плёнок CdTe с глубокими примесными уровнями и их гетероструктур в условиях внешних воздействий.

**2. Методика**

В работе изучены низко размерные (размер кристаллических зерен составляет 0,05-0,1 мкм) тонкие пленки p-CdTe полученные на SiO<sub>2</sub>-Si. Разработана технология получения тонких пленок и пленочных структур на основе CdTe и установлены оптимальные параметры технологии получения этих пленочных элементов [1]. Полупроводниковый материал CdTe и примеси Ag, Cu наносились в вакууме 10<sup>-5</sup> мм. рт. ст. из отдельного алундового тигля на окислённую поверхность кремния, легированного бором, прогретую 500-520 К, толщина плёнок была 1,0-2,0 мкм, а скорость напыления CdTe – 2,0 нм/с.

Известно, что в процессе выращивания пленки CdTe примеси серебра и меди внедряются в растущую пленку в виде комплексов, обладающих акцепторными свойствами [3].

**3. Экспериментальные результаты и их обсуждение**

Изучение спектров тока короткого замыкания ( $I_{кз}$ ) структуры CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si в зависимости от величины внешнего электрического поля в статическом режиме показало, что наблюдается смещение спектров в коротковолновую область (рис. 1).

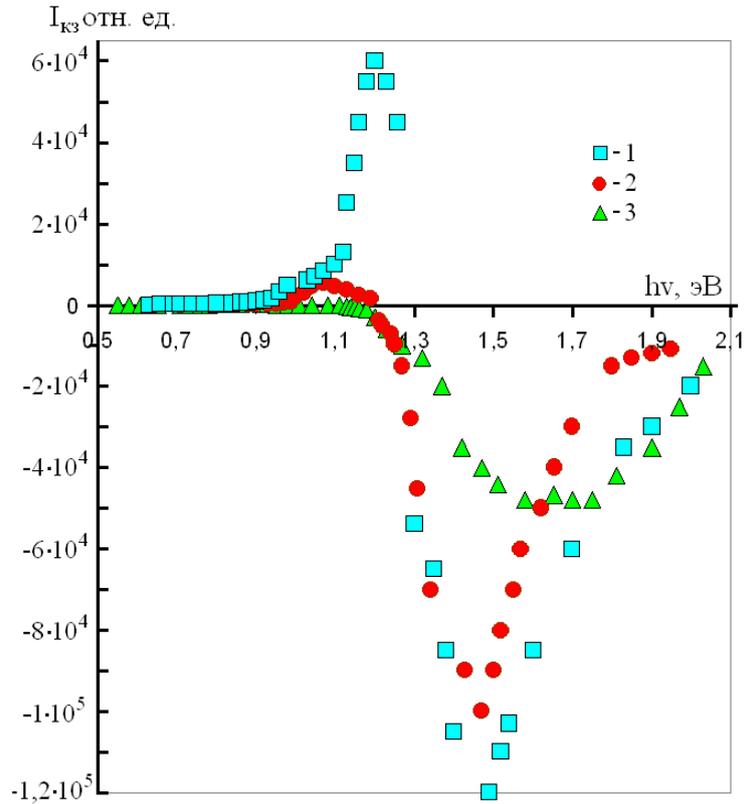


Рис. 1. Спектральные зависимости  $I_{kz}$  для структуры CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si от величины потенциала коронного разряда:  $\varphi_{кр} = 80$  В (кривая 1), 50 В (2), 0 В (3)

Следует отметить, что при коронном разряде наблюдается явное изменение энергии активации глубокого уровня (0,7 эВ, 1,15 эВ) в зависимости от потенциала коронного разряда. Это показывает, что уровень находится в области объемного заряда, у слоя SiO<sub>2</sub> и проникающее сильное поле встроенного заряда приводит к эффекту Пула-Френкеля – изменению энергии оптической активации глубокого уровня.

По нашим оценкам напряженность электрического поля в окрестности дефекта имеет значение  $E = 10^5$  В/см. При помощи оценки по классической формуле

$$\Delta W = e\sqrt{eE} / \sqrt{4\pi\epsilon\epsilon_0}$$

где  $\Delta W$  – энергетическое смещение уровня,  $E$  – напряжённость электрического поля в окрестности дефекта,  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость CdTe,  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная,  $e$  – заряд электрона.

Ситуация, возникающая в пленке CdTe на базе структуры CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si под действием встроенного электрического поля в диэлектрике, соответствует модели, разработанной для поликремневого полевого транзистора. Предлагаемая здесь модель аналогична модели [5], если формально идентифицировать слой SiO<sub>2</sub>-Si с управляющим электродом полевого транзистора (рис. 2). Поэтому проведенные ранее численные расчеты для распределения потенциала в поликристаллическом полупроводнике вполне применимы для встроенного заряда пленки CdTe. Из результатов, расчета воздействия внешнего электрического поля на потенциальный рельеф поликристаллической структуры следует, что слабое поле только деформирует пространственное и энергетическое распределения носителей, а сильное – приводит к уменьшению высоты межкристаллических потенциальных барьеров, за счет перекрытия волновых функций электронов соседних кристаллитов в электрическом поле (т.е. как бы за счет объединения объема кристаллита). Эти рассуждения и результаты наших экспериментов показывают, что встроенное поле в диэлектрике SiO<sub>2</sub> может привести к уменьшению высоты потенциального барьера в пленке (при  $\varphi_{кр} < 30$  В), а в некоторых случаях к исчезновению его ( $\varphi_{кр} > 100$  В) в одной из ее приповерхностной, например, тыловой области, и тогда становится преобладающим оставшийся потенциальный барьер в другой – противоположной ее приповерхностной области.

Описанная здесь модель качественно хорошо отражает основные особенности кривых на рис. 1. Действительно, если считать, что знаки асимметрии потенциальных барьеров у фронтальной и тыловой приповерхностных областях разные, то вполне естественным является наблюдение инверсии знака  $I_{kz}$  в зависимости от эффективной глубины поглощения возбуждающего света.

Включение внешнего электрического поля в статическом режиме в структуре CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si подавляет генерации фото ЭДС в одной из двух противоборствующих систем потенциальных барьеров. Так, в соответствии с кривыми на рис. 1 наблюдается сначала смещение области инверсии знака  $I_{фЭД}$ , а затем полное исчезновение ее с ростом напряженности приложенного коронного разряда.

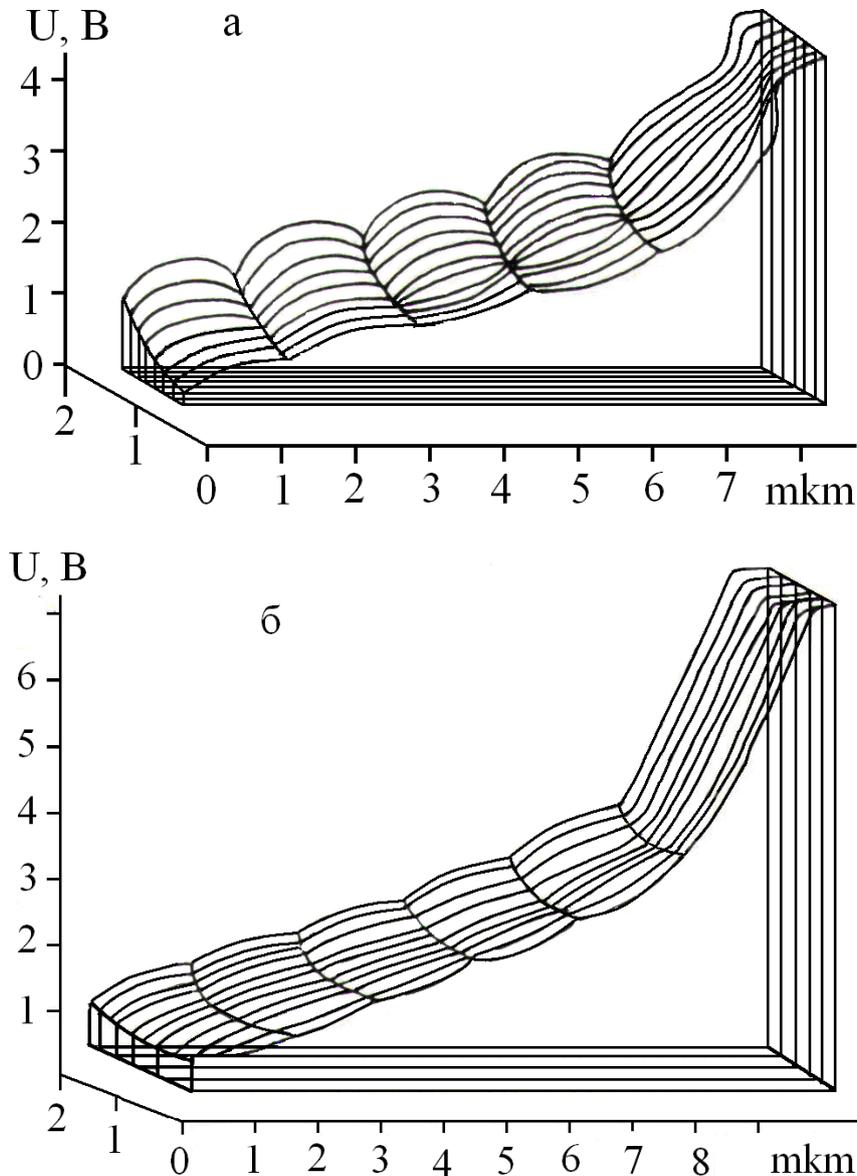


Рис. 2. Модель разработанная для поликремневого полевого транзистора [5]

Из результатов расчета (рис. 2) воздействие внешнего электрического поля на поликристаллическую структуру SiO<sub>2</sub>-Si видно, что слабое (а) поля только деформирует распределение носителей, а сильно (б) приводит к уменьшению величины межкристаллических барьеров, за счет обеднения объема кристаллита. Эти результаты показывают, что встроенное поле может привести к исчезновению барьеров в пленке (одной ее поверхности), и тогда становится преобладающим оставшийся барьер. Наиболее наглядно эта ситуация видна на рис. 1, на котором явно выражается изменение спектрального распределения фото ЭДС и исчезает его источник, приводящий к инверсии знака сигнала с увеличением приложенного электрического поля.

Поля, соответствует модели, разработанной для поликремневого полевого транзистора [5]. Проведенные численные расчеты распределения потенциала в поликристаллическом полупроводнике вполне применимы для встроенного заряда пленки.

#### 4. Заключение

а) При легировании CdTe серебром или медью наблюдается небольшое увеличение концентрации электронов и удельной электропроводности, которые приводят к увеличению мощности пленки и тока.

б) Из анализа экспериментов следует, что слабое внешнее поле деформирует распределение носителей, а сильное приводит к уменьшению величины межкристаллических барьеров, при этом встроенное поле управляет поликристаллическими барьерами, расположенными между кристаллитами, вследствие чего изменяются энергии оптической активации глубокого уровня.

в) Во время коронного разряда наблюдалось четкое изменение энергии активации глубокого уровня, что объясняется эффектом Пула-Френкеля – изменением энергии оптической активации глубокого уровня.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alimov, N.E., Vaitkus J.J., Otajonov S.M., et al. Investigation of the surface recombination rate in polycrystalline films from the  $a^6b^6$  compound by the mw-pc method // Journal of physics: conference series.. 2388 012006 DOI: 10.1088/1742-6596/2388/1/012006
2. Gaubas E., Ceponis T., Dobrovolskas D. et al. Study of polycrystalline CdTe films by contact and contactless pulsed photo-ionization spectroscopy // J. Thin Solid films 660 June 2018 pp. 231-235.
3. Gaubas, E., Ceponis T., Sakalauskas S. et al. Fluence dependent variations of barrier charging and generation currents in neutron and proton irradiated Si particle detectors // Lith. J. Phys., 51 (2011), pp. 230-236. <https://doi.org/10.3952/lithjphys.51308>
4. Gaubas, E., E. Simoen J. Vanhellemont. Review – carrier lifetime spectroscopy for defect characterisation in semiconductor materials and devices // ECS J. Solid State Sci. Technol., 5 (2016), pp. 3108-3137. <https://doi.org/10.1149/2.0201604jss>.
5. Guerriieri, R., Ciampolini P., Gnidi A. et al. JEEETransactionsonElectron Devices. 1986. Vol. ED-33. No 8. P. 1201-1206.
6. Okamoto, T., Yamada A., Konagai M. Optical and electrical characterizations of highly efficient CdTe thin film solar cells, // Thin Solid Films 387 (2001) 6-10.
7. Otajonov, S., Ahmedov T., Usmonov Ya. et al. Optical properties of polycrystalline films of lead telluride with distributed stoichiometry //Journal of physics: Conf. series 2021, vol. 1889 022052. doi:10.1088/1742-6596/1889/2/022052.

Материал поступил в редакцию 25.01.23

### EFFECTIVE EFFECT OF THE ELECTRIC FIELD ON POTENTIAL BARRIERS OF THIN FILMS OF p- CdTe DOPED WITH GROUP VII ELEMENTS

S.M. Otajonov, Ya. Usmonov, K. Botirov, Sh. Abdullayev, N. Yunusov  
Fergana State University, Uzbekistan

**Abstract.** The short-circuit current spectra in the p-CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si structure as a function of the magnitude of the external action have been studied in this work. The spectra are observed to shift to the short-wave region, due to which the optical activation energies of the deep level (the Pool-Frenkel effect) change in these structures. We propose a model for the potential distribution deforming the spatial and energy distribution of the carrier.

**Keywords:** short-circuit current spectra, photosensitivity, heterostructure, thin film.

УДК 621.315.592

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСКОРЕННЫХ ПРОТОНОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Я.А. Сайдимов, Ф.Б. Умаров

Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники  
при Национальном университете Узбекистана (Ташкент), Узбекистан

**Аннотация.** В этой работе с использованием эффекта Холла были исследованы основные электрические параметры и проанализированы характеристики поверхности облученных образцов, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) пучками протонов на ускорителе ЭГ-2 (Электростатический Генератор) с диапазоном энергий 350-650 кэВ.

**Ключевые слова:** электростатический генератор, ускоритель ЭГ-2, облучение ускоренными протонами, сканирующий электронный микроскоп (СЭМ), монокристаллический кремний, элементарный состав.

В современном мире некоторые полупроводниковые приборы, в первую очередь транзисторы, фотоэлементы и термоэлементы, работают в области радиационных поясов Земли, и в энергетических атомных установках, т.е. в полях радиационных излучений [4, 5]. При таких обстоятельствах особое значение приобретает вопрос о радиационной стойкости всех параметров прибора. Вопрос о стабильности рабочих параметров материала и прибора на его основе остается актуальным. Однако обширные экспериментальные и теоретические исследования, проведенные рядом физиков, показали, что материалы, в том числе, конечно, и полупроводниковые, подвергающиеся воздействию радиационного излучения, изменяют свои свойства [2]. Локальные нарушения кристаллической решетки приводят к значительному изменению подвижности основных носителей заряда, следовательно, и к изменениям удельной электропроводности монокристалла или в общем к изменениям его электрических свойств. Воздействие радиационного излучения на полупроводниковые материалы сказывается и в изменении ряда их физических свойств материала: оптических, тепловых, механических и других [1, 6].

Также надо учесть, что радиационные излучения могут привести к появлению в кристаллической решетке различного рода дефектов, которые не всегда являются источниками отрицательной деградации свойств полупроводника [3]. В технологической полупроводниковой практике часто оказывается необходимым введение в материал такого рода дефектов, которые придадут ему специальные и нужные свойства. Установлено [7], что радиационное облучение – мощный и гибкий фактор, дающий возможность в ряде случаев провести изменение физических свойств материала в нужном направлении, в более надежном режиме, легко поддающемся строгому контролю и плавному регулированию.

Исходя из выше сказанного авторами было проведено исследование влияния протонного облучения на электрофизические параметры монокристаллического кремния.

Для исследования авторами были использованы образцы монокристаллического кремния марки КЭФ-40 с кристаллической ориентацией {111} и удельным сопротивлением 40 Ом·см. Концентрация основных носителей зарядов в этих образцах составляла  $1,2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$  и холловская подвижность была равна 1200-1600  $\text{см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ . Образцы до облучения были подвергнуты механической, т.е. с поверхности образцов с помощью шлифовки, на стеклянной подложке с использованием абразивных порошков, был удален слой равный  $\sim 100 \text{ мкм}$  со всех сторон образцов, и химической обработке в травителе типа СР-8.

Облучение подготовленных образцов монокристаллического кремния проводилось на линейном ускорителе ЭГ-2, который находится при НИИ ФПМ в г. Ташкент. Образцы кремния облучались пучками протонов с энергиями от 350 кэВ до 650 кэВ с шагом 150 кэВ. Время облучения варьировалось от 15 до 75 минут с шагом 15 минут. Параметры облучения представлены в табл. 1 ( $N_p$  – количество протонов приходящихся на образец;  $t$  (мин) – время облучения).

Таблица 1

№	$t$ , (мин.)	$E_p = 350 \text{ кэВ}$	$E_p = 500 \text{ кэВ}$	$E_p = 650 \text{ кэВ}$
		$N_p \cdot 10^{16}$	$N_p \cdot 10^{16}$	$N_p \cdot 10^{16}$
1.	15	0,201	0,247	0,196
2.	30	0,450	0,451	0,450
3.	45	0,634	0,745	0,630
4.	60	1,360	0,941	0,940
5.	75	4,170	1,300	1,300

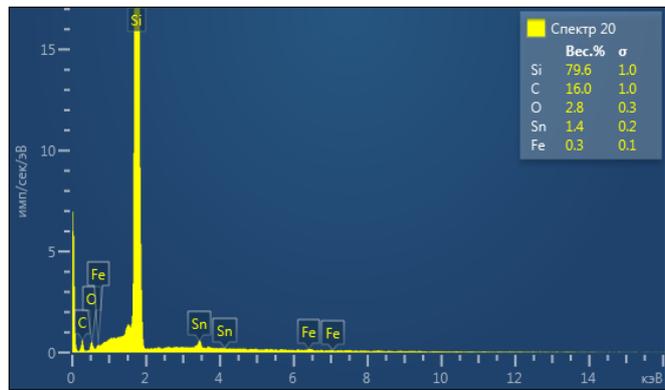
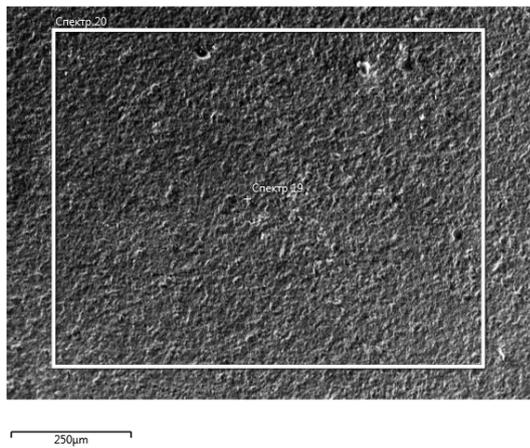
После облучения были исследованы основные электрофизические параметры на установке Холла, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2

№	350 кэВ			500 кэВ			650 кэВ		
	$\rho$ , Ом·см	$\mu$ , см <sup>2</sup> /(В·с)	$n \cdot 10^{14}$ см <sup>-3</sup>	$\rho$ , Ом·см	$\mu$ , см <sup>2</sup> /(В·с)	$n \cdot 10^{14}$ см <sup>-3</sup>	$\rho$ , Ом·см	$\mu$ , см <sup>2</sup> /(В·с)	$n \cdot 10^{14}$ см <sup>-3</sup>
1.	37,2	1209	1,40	35,5	1641	1,05	36,0	1285	1,30
2.	31,1	1568	1,28	31,0	1621	1,19	35,0	1361	1,30
3.	34,1	1280	1,45	33,8	1645	1,30	33,8	1244	1,88
4.	36,1	1487	1,17	33,1	1751	1,07	40,6	1265	1,20
5.	28,8	1628	1,34	32,0	1282	1,50	36,1	1601	1,15

Анализ полученных данных указывает на то, что в объемных параметрах, облученных образцов, заметных изменений не наблюдается. Это может быть связано с тем, что протоны имеют маленькую проникающую способность и основные изменения при таких энергиях происходят на поверхности полупроводника.

Для исследования поверхности облученных образцов авторами был использован сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) марки EVO MA10. Образцы после облучения проходили предварительную химическую обработку, чтобы удалить оксидный слой в растворе фтороводорода. С помощью СЭМа были исследованы поверхности образцов до и после облучения, результаты которого представлены в рис. 1 и рис. 2. Результаты структурного анализа поверхности приведены в табл. 3 и 4, до и после облучения соответственно.



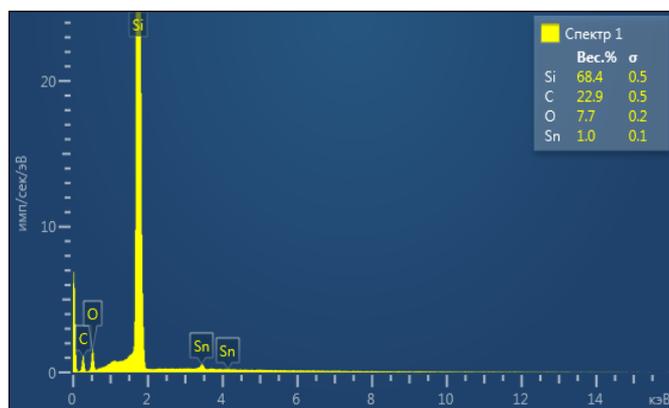
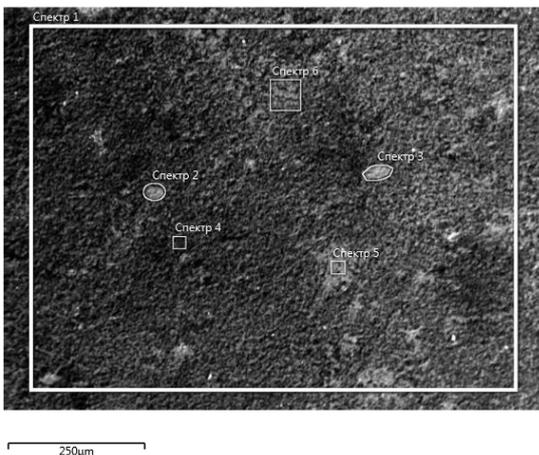
(a)

(б)

Рис. 1. Поверхностная характеристика образца до облучения

Таблица 3

Элемент	Тип линии	Условная концентрация	Отношение k	Вес. %	Сигма Вес. %	Название эталона
C	К серия	0.40	0.00404	16.00	1.03	C Vit
O	К серия	0.53	0.00177	2.76	0.28	SiO <sub>2</sub>
Si	К серия	37.29	0.29551	79.61	1.01	SiO <sub>2</sub>
Fe	К серия	0.08	0.00083	0.25	0.09	Fe



(a)

(б)

Рис. 2. Поверхностная характеристика образца после облучения

Таблица 4

Элемент	Тип линии	Условная концентрация	Отношение k	Вес. %	Сигма Вес. %	Название эталона
C	К серия	0.79	0.00788	22.86	0.50	C Vit
O	К серия	1.77	0.00596	7.71	0.19	SiO <sub>2</sub>
Si	К серия	37.43	0.29664	68.40	0.47	SiO <sub>2</sub>
Sn	L серия	0.34	0.00337	1.03	0.07	Sn

Как видно из рис. 1.а поверхность образцов до облучения имела однородность и не имела поверхностных точечных дефектов. Пучки протонов попадая на поверхность образцов взаимодействуют с верхним слоем монокристаллического кремния и образуют точечные дефекты, которые представлены на рис. 2.а. Диаграммы, представленные на рис. 2.б, элементарный состав в кремнии, были получены относительно массы в точках попадания протонов. Общие результаты элементарного анализа в определенных точках на поверхности кремния представлены в табл. 3 и 4.

По данным элементарного анализа поверхности образцов с помощью СЭМ до (рис. 1.б) и после (рис. 2.б) облучения видно, что относительная концентрация кремния уменьшилась, концентрация же углерода и кислорода повысилась. По нашим предположениям эти изменения можно объяснить следующими факторами:

- уменьшение концентрации кремния может быть связано с тем, что в ионопроводе присутствуют, в малых количествах, масляные пары (масляных насосов), и при попадании на поверхность образцов пары могут образовать слой, который будет экранировать поток электронов;
- увеличение концентрации кислорода можно объяснить тем, что протоны попадая в оксидный слой на поверхности образцов вбивают атомы кислорода в кремний;
- так как в ионопроводе ускорителя даже в вакууме  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  мм рт. ст. присутствуют атомы углерода (пары масел) и при ускорении протонных пучков они могут захватывать и направлять их на поверхность образцов, что влечет за собой увеличение концентрации углерода.

Полученные нами результаты исследования указывают на то, что при облучении монокристаллического кремния пучками протонов результирующим эффектом является первичный эффект, к примеру, при облучении образцов  $\gamma$ -квантами основным эффектом является вторичный, возникновения внутреннего фотоэффекта. Из-за того, что проникающая способность у них меньше, чем у других частиц, основное изменение в свойствах полупроводников возникает в приповерхностных слоях. Поэтому в наших исследованиях значимых объемных изменений не было обнаружено. Что указывает на справедливость наших предположений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безродных, И.П. Радиационные эффекты в космосе. Часть 3. Влияние ионизирующего излучения на изделия электронной техники / И.П. Безродных, А.П. Тютнев, В.Т. Семёнов. – М.: АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2017. – 64 с.
2. Болтакс, Б.И. Диффузия в полупроводниках. – 1961. – С. 20-24.
3. Ветров, Е.Ф. Анализ развития радиационно-стойкой зарубежной элементной базы аппаратуры за пятилетие с 2004 по 2009 гг.: отчет НИЦ «Курчатовский институт». / Е.Ф. Ветров, В.Ф. Зарудский, Н.А. Ухин и др. – М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2009. – 26 с.
4. Димс, Дж. Радиационные эффекты в твердых телах. / Дж. Димс, Дж. Винйард. – М., 1960. – С. 11.
5. Зайнабидинов, С.З. Дефектообразование в кремнии. / С.З. Зайнабидинов, Х.С. Далиев. – Ташкент, Ташгосуниверситет, 1993. – С. 95-101.
6. Зайтц, Ф. Сб. Действие излучений на полупроводники и изоляторы. 1954. – С. 3. ИЛ.
7. Коршунов, Ф.П. Воздействие радиации на интегральные микросхемы. / Ф.П. Коршунов, Ю.В. Богатырев, В.А. Вавилов. – Минск: Наука и техника, 1986. – 233 с.

Материал поступил в редакцию 16.02.23

## RESEARCH OF THE INFLUENCE OF ACCELERATED PROTONS ON THE SURFACE PARAMETERS OF SINGLE-CRYSTAL SILICON

Ya.A. Saidimov, F.B. Umarov

Research Institute of Semiconductor Physics and Microelectronics  
at the National University of Uzbekistan (Tashkent), Uzbekistan

**Abstract.** In this work, using the Hall effect, we study the main electrical parameters and analyze the characteristics of the surface of samples obtained using a scanning electron microscope (SEM) under irradiation with proton beams at an EG-2 accelerator (electrostatic generator) with an energy range of 350-650 keV.

**Keywords:** electrostatic generator, EG-2 accelerator, accelerated proton irradiation, scanning electron microscope (SEM), single-crystal silicon, elemental composition.

УДК 539.1.07



## КРИСТАЛЛЫ УПРАВЛЯЮТ ПУЧКАМИ ЧАСТИЦ НА УСКОРИТЕЛЯХ\*

Ю.А. Чесноков, доктор физико-математических наук,  
главный научный сотрудник  
НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ,  
(Протвино), Россия

**Аннотация.** В тэвной области энергий управлять траекториями частиц с помощью электромагнитов для получения выведенных пучков на ускорителях становится сложно и очень затратно. Для этих целей больше подходят высокоградиентные устройства на основе изогнутых кристаллов. В работе представлены новые применения изогнутых кристаллов в ускорительной науке, которые могут стимулировать новые эксперименты по физике высоких энергий. Сформулированы предложения для применения кристаллов на больших адронных коллайдерах, которые подкрепляются экспериментальными исследованиями как на ускорителях ЦЕРН, так и на отечественном ускорителе У-70.

**Ключевые слова:** каналирование в кристаллах, ускорители, вывод пучков, мюонный коллайдер.

На крупных ускорителях для исследований по физике высоких энергий траекториями частиц управляют магнитооптическими системами, использующими поперечное магнитное поле. В 70-х годах профессор Э.Н. Цыганов из Дубны предложил использовать для отклонения пучков частиц изогнутые монокристаллы (рис. 1). За счет процесса каналирования (финитного движения в межплоскостном потенциале, где плотность ядер мала) частицы поворачиваются, следуя за изгибом атомных плоскостей. Идея была успешно проверена во многих экспериментах и внедрена на ускорителях для вывода, коллимации и деления пучков [4].

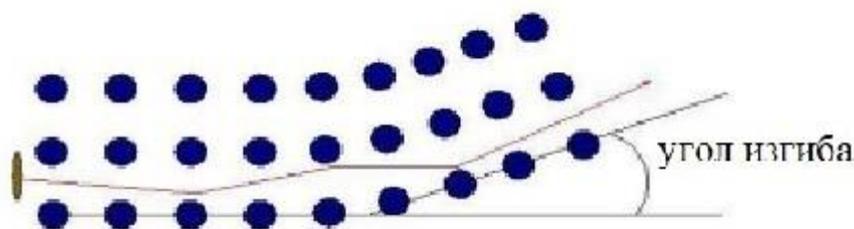


Рис. 1. Схема поворота траектории частицы в изогнутом кристалле

Этот метод нашел наиболее широкое практическое применение на ускорителе У-70 в НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, где кристаллы используются в регулярных сеансах работы для вывода и деления пучка. Теоретические вопросы физики каналирования были детально описаны в [4], наиболее подробные экспериментальные данные были получены в эксперименте UA9 в ЦЕРН с участием ученых из России [8]. Здесь лишь кратко отметим, что эффективность отклонения частиц изогнутым кристаллом определяется отношением критического угла каналирования  $\theta_c$  к расходимости пучка  $\varphi$  и убывает экспоненциально с длиной кристалла  $L$ :  $\text{Eff} \sim (\theta_c/\varphi) \times \exp(-L/L_d)$ , где характерный параметр  $L_d$ , называемый длиной деканалирования, линейно растет с энергией частиц и для протонов с энергией 100 ГэВ составляет 5 см в слабоизогнутом кристалле. Изгиб кристалла приводит к возникновению центробежной силы, уменьшающей эффективность каналирования. Существует критический радиус каналирования  $R_c$ , при котором каналирование становится невозможным. Для частиц с энергией 100 ГэВ он равен 20 см для плоскости (110) кремния, и также линейно растет с энергией, как и параметр  $L_d$ . Также следует отметить, что критический угол каналирования (угол Линдхарда) довольно мал ( $\theta_c \sim (1/E)^{1/2} = (0.02-0.002)$  мрад для протонов с энергиями  $E = (100-10000)$  ГэВ соответственно). Поэтому этот метод управления пучками не является универсальным, но может быть очень полезным в нескольких случаях, особенно для вывода циркулирующего пучка и его деления в каналах частиц, где изогнутые кристаллы выполняют роль миниатюрных магнитов.

В настоящее время на ускорителе У-70 действуют 10 специальных станций, на которых установлены 13 различных кристаллических дефлекторов [2]. Расположение станций с изогнутыми кристаллами в У-70

представлено на рис. 1а. Часть циркулирующего пучка направляется к кристаллу медленно нарастающим магнитным полем дополнительных катушек (так называемых бампов). Система с обратной связью может регулировать эту часть пучка в широком диапазоне, как наведение к внутренним мишеням. Данная система позволяет реализовать режим одновременного вывода пучка в разных направлениях несколькими кристаллами. Одним из способов использования изогнутых кристаллов является прямой вывод протонов из кольца ускорителя кристаллом. В этом случае используются протяженные кристаллы, которые дают возможность получать большие углы отклонения, сравнимые с  $\theta_{\max} = 250$  мрад. Есть две станции такого типа в ускорителе. Они выводят пучки протонов на экспериментальные установки, которые обычно работают со вторичными частицами от внутренних мишеней. Углы изгиба для таких дефлекторов составляют (80-90) мрад, а длина – (60-70) мм.

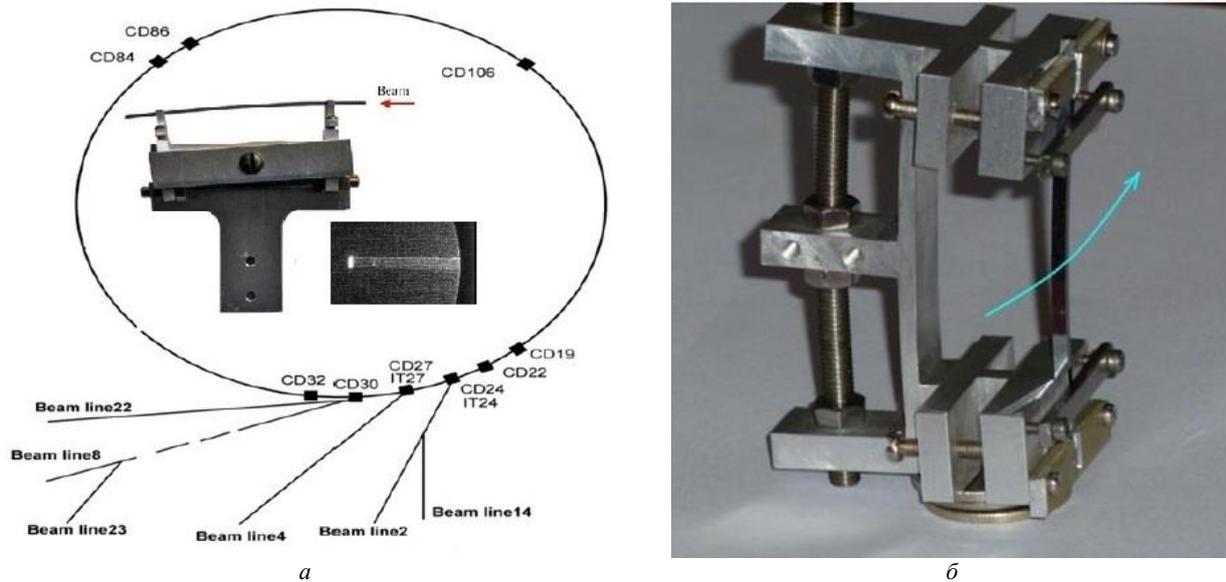


Рис. 2. а – схема расположения кристаллов в кольце У-70 (на вставке показаны изогнутый кристалл и изображение отклоненного им пучка), б – полосковый кристаллический дефлектор

Из-за большой длины кристалла и изгиба эффективность вывода низкая  $\sim 10^{-4}$ . Причина невысокой эффективности вывода в этих экспериментах заключается в том, что при больших длинах и углах изгиба кристаллов захват частиц в каналирование происходит в основном при первом прохождении кристалла. Не захваченные в каналирование частицы сильно рассеиваются и, в конечном итоге, теряются. Для реализации эффективного многооборотного вывода, когда частицы, не захваченные при первом прохождении кристалла, могут захватиться в последующие прохождения, требуются кристаллы небольшой длины ( $\sim 1$  мм) с малыми углами изгиба. Эта возможность была реализована в [3] кристаллами, показанными на рис. 2б. На рис. 3а обобщаются данные по измерению эффективности кристаллического вывода из У-70 кристаллами, изогнутыми на разные углы.

В результате многолетней практики было установлено, что кристаллы могут выводить пучки частиц с варьируемой интенсивности от  $10^6$  до  $10^{12}$  частиц в цикле без специального охлаждения в течение тысячи часов без видимого ухудшения эффективности. Радиационная стойкость для кристаллов кремния в режиме каналирования составляет  $10^{20}$  см $^{-2}$ . Этот метод вывода пучка является хорошим дополнением к медленному классическому выводу пучка с интенсивностью до  $10^{13}$  частиц в импульсе. Он показывает надежную, воспроизводимую и предсказуемую работу. Пучки от кристаллов обладают малым эмиттансом, имеют высокую по сравнению с обычными пучками пространственную стабильность, легко перестраиваются в широком диапазоне по интенсивности. В 1996 году за создание методов управления пучками с помощью кристаллов сотрудники НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, совместно с учеными нескольких научных центров, получили Государственную премию РФ.

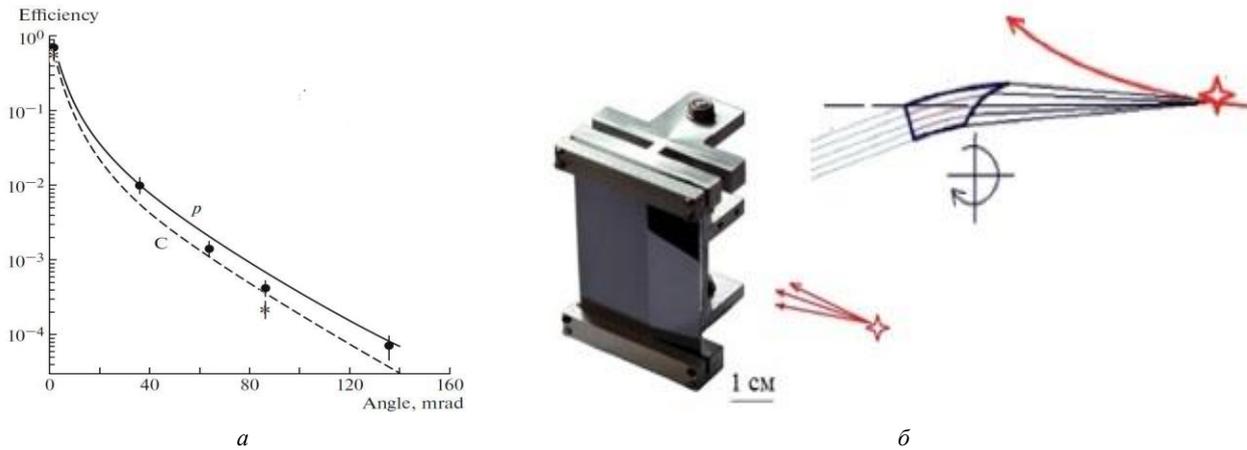


Рис. 3. а– эффективность кристаллического вывода в зависимости от угла изгиба, б– фокусировка и отклонение пучка частиц кристаллом со скошенным торцом

В последние несколько лет метод формирования пучков кристаллами был существенно развит. Разработанные фокусирующие кристаллы раскрывают возможности новой оптики для сверхвысоких энергий. Современные ускорители уходят в Тэвную область энергий, БАК уже оперирует на 7 ТэВ. Планируется БКК (Будущий кольцевой коллайдер) с энергией до 50 ТэВ. В этой области энергий разлет частиц с мишеней очень узок, доли миллирадиана. Для формирования пучков частиц таких энергий созданы специальные кристаллические элементы с фокусирующей кромкой (рис. 3б). Эти кристаллы могут работать как сверхсильные линзы с фокусным расстоянием менее 1 м, с эквивалентным магнитным полем 1000 Тесла. На ускорителе У-70 проведена серия экспериментов с такими кристаллическими элементами: фокусировка параллельного пучка в точку, фокусировка из точки в параллель, фокусировка на экстремально малые расстояния, показана возможность управлять вторичными частицами, рожденными на фиксированной мишени [1]. Теоретически обоснованы предложения по формированию с помощью систем на кристаллах пучков высокоэнергетичных нейтрино [6]. Фокусирующие кристаллы позволяют осуществить новый метод формирования пучков нейтрино, который отличается существенной простотой, по сравнению с применяемыми схемами сейчас, которые требуют вывода протонного пучка, его взаимодействие с внешней мишенью и фокусировку пионов и каонов, родителей нейтрино, специальными сильноточными электромагнитными устройствами – горнами. Такая громоздкая схема позволяет получить пучок нейтрино только в одном заданном направлении, в то время как кристаллы легко могут быть установлены в произвольных точках ускорителя для зондирования Земли с помощью высокоэнергетичных нейтрино. Рис. 4 демонстрирует такую возможность.

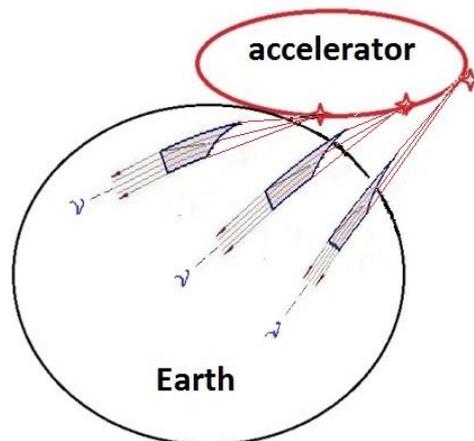


Рис. 4. а – Иллюстрация зондирования Земли пучком нейтрино от кристаллов. В этой схеме пучки пионов и каонов генерируются на внутренних струйных газовых мишенях, отклоняются и фокусируются кристаллами, далее образуют нейтрино в распадных тоннелях

Еще одно интересное применение фокусирующего кристалла связано с возможностью создания мюонного коллайдера. Идея мюонного коллайдера разрабатывалась с 70-х годов [9]. В настоящее время рассматриваются проекты коллайдеров мюонов с разными энергиями, начиная от 120 ГэВ [7], для изучения бозона Хиггса, и до 3 ТэВ в пучке [10] в качестве альтернативы проектам электронных линейных коллайдеров. Современные проекты мюонных коллайдеров очень дороги и сложны и требуют построения цепочки новых

сверхпроводящих ускорителей для решения проблем с коротким временем жизни мюонов и уменьшением эмиттанса пучка. В этих проектах мюоны получают на мишенях при низких или промежуточных энергиях. Затем после уменьшения эмиттанса пучка они должны очень быстро ускориться, поскольку время жизни очень мало ( $\tau_{\mu} = 2$  мкс с системе покоя). В [5] предложен вариант коллайдера, где мюоны можно получить на адронном коллайдере при высокой энергии с помощью фокусирующих изогнутых кристаллов.

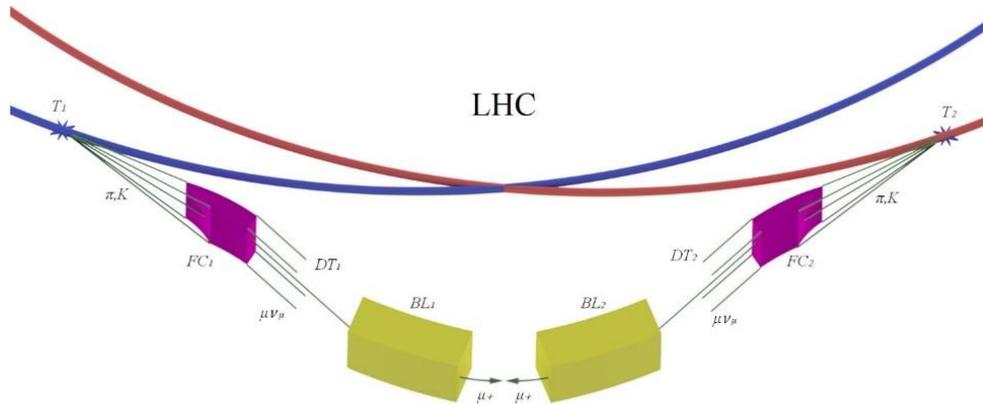


Рис. 5. Кристаллический мюонный коллайдер:  $T_{1,2}$  – внутренние мишени в большом адронном коллайдере,  $FC_{1,2}$  – фокусирующие кристаллические системы,  $DT_{1,2}$  – распадные туннели,  $BL_{1,2}$  – магнитооптические каналы

Суть нашего предложения показана на рис. 5. Внутренние мишени  $T_{1,2}$  установлены в двух различных кольцах одного из больших адронных коллайдеров (ТэВ – класса). Две фокусирующие кристаллические системы  $FC_{1,2}$  образуют параллельные пучки вторичных пионов и каонов, как описано выше. Мюонные пучки образуются в распадных туннелях  $DT_{1,2}$  длиной около километра. Если энергия первичного протонного пучка составляет 7 ТэВ, как в БАК, то можно рассчитывать на образование мюонных пучков порядка сотен ГэВ в распадных туннелях. Углы образования мюонов при таких энергиях находятся в пределах десятков мкрад. Это приводит к значению эмиттанса мюонного пучка около 1 мм×мрад в конце распадного туннеля. Размер мюонного пучка в интервале импульсов 450-550 ГэВ/с вписывается в апертуру типовых квадрупольных линз диаметром 200 мм. В этом случае магнитооптические каналы транспортировки частиц  $BL_{1,2}$  с начальным и конечным объективами линз с высоким градиентом магнитного поля могут захватывать и фокусировать мюонные пучки в большом диапазоне импульсов в несколько процентов.

Ниже мы дадим очень приблизительную оценку светимости такого мюонного коллайдера. Известна формула для определения светимости коллайдера:  $LUM = f \times \frac{N^2}{4\pi\sigma^2}$ , где  $f$  – частота столкновений,  $N$  – число частиц в пучке,  $\sigma$  – размер пучка. Например, для БАК, где вращаются около 3000 сгустков с частотой обращения около 10000 оборотов в секунду (т.е.  $f = 3 \times 10^7 \text{ с}^{-1}$ ), интенсивность  $10^{11}$  частиц в сгустке и пучок размером в несколько десятков микрон в месте встречи, это дает величину  $10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ . Сгустки пионов величиной  $10^{-3} \times 10^{11} = 10^8$  частиц будут генерироваться на тонких струйных мишенях  $T_{1,2}$  длиной  $0.1 \text{ г/см}^2$  (взаимодействие интенсивного циркулирующего пучка с тонкими мишенями рассмотрено в [1]). Принимая во внимание выбранный диапазон импульсов 10 % и размер сфокусированных мюонных пучков порядка долей миллиметра в точке пересечения мюонов, получаем значение светимости  $LUM_{\mu} \sim 10^7 \times 10^{14} \times 10^3 = 10^{24} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ .

Этого недостаточно для полномасштабных мюонных экспериментов, но такую схему мюонного коллайдера можно использовать, по крайней мере, в качестве пилотного варианта для будущих экспериментов. Неоспоримое положительное качество этого предложения заключается в его простоте. Нет необходимости строить новый ускоритель. Проект может быть реализован в существующих ускорителях БАК и Теватрон, либо в строящемся БКК и законсервированном российском проекте УНК.

В работе мы представили новые применения изогнутых кристаллов в ускорительной науке, которые, мы надеемся, могут стимулировать новые эксперименты по физике высоких энергий. Сформулированы предложения для применения кристаллов на больших адронных коллайдерах, которые подкрепляются экспериментальными исследованиями как на ускорителях ЦЕРН, так и на отечественном ускорителе У-70.

\* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-22-00001).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бритвич, Г.И. Новый способ получения пучков вторичных частиц на ускорителях. ЖЭТФ, – 2019. – Т. 156. – С. 277.
2. Afonin, A.G., Baranov V.T., Barnov E.V. et al. Positive features of crystal extraction of protons and carbon ions from the U-70 on basis of long-term experience, International Journal of Modern Physics A 33 (23), 1850138 (2018).
3. Afonin, A.G., Baranov V.T., Biryukov V.M. et al. High-Efficiency Beam Extraction and Collimation Using Channeling in Very Short Bent Crystals // Phys. Rev. Lett. – 2001. – Vol. 87. – No 9. – August 2001 – P 094802.
4. Biryukov, V.M., Chesnokov Yu.A., Kotov V.I. Crystal channeling and its application at high-energy accelerators. Berlin, Germany: Springer (1997) 219 pp.
5. Chesnokov, M.Yu., Chesnokov Yu.A., Yanovich A.A. Muon collider operating by means of the focusing crystals, International Journal of Modern Physics A35, 2050002 (2020).
6. Chesnokov, Y.A., Maishev V.A. Neutrino beams at ultra-high energy proton colliders on the basis of focusing single crystals. Nuclear Physics A, vol 1003, p. 122012.
7. Neuffer, D. et al. A Muon Collider as a Higgs Factory, Proc. IPAC'2013 Shanghai, China, p.1472.
8. Scandale, W., Afonin A.G., Chesnokov Yu.A. et al. Feasibility of crystal-assisted collimation in the CERN accelerator complex. International Journal of Modern Physics A. (2022), v. 37, p. 2230004 (108 pages).
9. Skrinsky, A.N.,  $\mu^+\mu^-$  Possibilities, Morges Seminar 1971 – Intersecting Storage Rings at Novosibirsk.
10. Wang, M-H. et al. Design of a 6 TeV Muon Collider, Proc IPAC'15, Richmond, USA, p. 2226.

Материал поступил в редакцию 23.02.23

### CRYSTALS CONTROL PARTICLE BEAMS ON ACCELERATORS

**Yu.A. Chesnokov**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,  
Chief Research Officer  
NRC "Kurchatov Institute" – IHEP (Protvino), Russia

**Abstract.** In the TeV energy domain, it becomes difficult and very costly to control the trajectories of particles using electromagnets to obtain the extracted beams on accelerators. Highly gradient devices based on curved crystals are more suitable for these purposes. The paper presents new applications of curved crystals in accelerator science, which can stimulate new experiments in high-energy physics. Proposals have been formulated for the use of crystals at large hadron colliders, which are supported by experimental studies both at CERN accelerators and at the domestic U-70 accelerator.

**Keywords:** channeling in crystals, accelerators, beam extraction, muon collider.

УДК 53:51

## ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**И.А. Юхновский,**

Кафедра «Биоинженерия и ядерная медицина» 5 корпус, ауд. 5302  
Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
им. академика Ф.М. Митенкова (Нижний Новгород), Россия

***Аннотация.** В статье приводятся результаты эксперимента концептуального анализа "Логико-Философского Трактата" Л. Витгенштейна в качестве демонстрации возможности применения онтологической модели для самостоятельного развития информационных систем.*

***Ключевые слова:** архитектура, концептуальный анализ, онтологическая модель, тяжелая проблема ИИ, сложность, информационные системы, надежность, программирование, объектно-ориентированный анализ, объектно-ориентированный дизайн.*

### Текст статьи

При изучении сложности систем, анализа отказов систем приходится строить логические выражения:

*если  $X$ , то  $Y$ , а раз  $Y$  то  $Z$  или  $W$ , и так далее...* (1)

это построение моделируется структурой:

*1) модель сущностей  $X, Y, Z$  в виде графа* (2)

*2) очередность добавления сущности в модель*

будем называть эту структуру онтологией.

Автором был проведен опыт – концептуальный анализ "Логико-Философского Трактата" (ЛФТ) Л. Витгенштейна [1] следующим способом: в результате прочтения трактата проводился концептуальный анализ предложений и строилась компьютерная модель. Чтобы проследить историю развития модели код помещался под контроль версий, где каждый коммит соответствовал прочтенному пункту. Для предложений не привносящих в модель новых концептов – коммиты пропускались. Непротиворечивость модели проверялась перед каждым коммитом – компиляцией полученного кода. Таким образом, когда получали ошибку при построении модели, то это сигнализировало о противоречивости построенной онтологии, неверной интерпретации.

Онтология, таким образом, расширилась до более развитой структуры, и стала представлять собой структуру:

*1) исходных пунктов ЛФТ в очередности их анализа (концепты)*

*2) код* (3)

*3) скомпилированный байт-код – как доказательства непротиворечивости*

В результате была построена непротиворечивая онтология:

*1) Java: <https://github.com/juhnowski/Witt-java-1>* (4)

*2) Kotlin: <https://github.com/juhnowski/Witt-java>*

Цель двуязычная заключалась в демонстрации независимости результата успешной компиляции, а значит непротиворечивости модели от языка программирования полного по Тьюрингу.

В результате эксперимента были сделаны выводы, что любая логически непротиворечивая онтология существует и данный факт говорит о:

1) свойстве логических систем – несупервентности на физическом [2];

2) о возможности бесчисленных возможных миров, построенных на непротиворечивых логических системах;

3) о бессмысленности ручных построений онтологий миров на логических структурах (из-за их бесконечных непротиворечивых множеств), что подтверждается пунктом Витгенштейна:

*"6.54. Мои предложения поясняются тем фактом, что тот, кто меня понял, в конце концов уясняет их бессмысленность, если он поднялся с их помощью – на них – выше их (он должен, так сказать, отбросить лестницу, после того как он взберется по ней наверх). Он должен преодолеть эти предложения, лишь тогда он правильно увидит мир." [1].*

Из этих трех утверждений были сформулированы следствия. Как продукт, построенные онтологии, супервертны на физическом (книга Витгенштейна, полученный код и т.д.). Смысл, суть скомпилированного кода – содержание структуры построенной онтологии, которая несупервертна на физическом. Формализованный смысл метафизичен, поскольку, код, может быть построен и скомпилирован без ошибок чисто автоматически, и нельзя отрицать возможность существования (таких онтологий), без построения. Поскольку построения бесконечны (ничто не препятствует расширению набора концептов и отношений между ними), то всегда будет количество существующих онтологий = количество построенных онтологий +1 и эта возможность "+1", говорит о наличии бесконечного дуализма («как есть» и «как есть + 1»), что является доказательством существования "нечто" несупервертного на физическом. Это нечто в различных онтологиях можно определять различными концептами – в именовании не будет большого смысла. Поскольку скомпилированный код преобразуется в байт-код, то жесткие десигнаторы могут быть только логическими, а именованная, отражают концепты, но при компиляции (логической верификации непротиворечивости) либо теряются, либо переименовываются. Именно поэтому, на мой взгляд, Витгенштейн добавляет в заключение своего трактата пункт:

*"7. О чем невозможно говорить, о том следует молчать."*

Невозможно говорить о том, что именно в результате проверки непротиворечивости теряется, но важно понимать суть доказательства дуализма и наличия структур несупервертных на физическом.

Данным следствиям было найдено практическое применение. При анализе сложности систем или отказах, построенная в результате анализа онтология тщательно изучается, например, с помощью «Категории легитимной оговорки» (см. работы Элияху Голдратта "Теория ограничений")

Как только мы убеждаемся, что онтологический граф является истинным изображением предварительных условий, то будучи предельно честными, мы начинаем искать непредвиденные последствия (случай "+1" из описанного выше эксперимента). Для каждого предварительного условия в онтологии мы ищем «какие другие эффекты будут приводить к подобным результатам». Эти эффекты будут следствиями, побочными последствиями, «сайд эффектами». После того как мы их находим, то добавляем эти концепты в онтологию.

Когда-то мы будем вынуждены остановиться с подобным анализом и бесконечным расширением онтологии, и тогда встанет задача оценить ее. Приводит ли чистый результат всех последствий к лучшему результату, чем ситуация, в которой мы находились до этого? Возможны ли действия, необходимые для создания предварительных условий? Достигли ли мы ожидаемого результата? В качестве ожидаемого результата при анализе дефекта, например, может быть его возможный и достаточный «Root Cause».

Если мы действительно уловили предпосылки и последствия, то оппоненты (люди или компилятор), которые одновременно поддерживают изменения и не одобряют их, вынуждены будут согласиться с истинностью онтологии, поскольку она будет построена непротиворечиво, а вот оценить ее полноту ни человек, ни компилятор не сможет, поскольку построение онтологии было прервано искусственно, а сама она логически непротиворечива.

Побочные эффекты, связанные с изменением структуры, формата, исключительных ситуаций, связанных с входными данными избежать невозможно. Они являются точками роста онтологии программного обеспечения, а применяемый традиционный багфиксинг является концептуально ошибочным из-за прерванного анализа и в соответствии с чем, неполной построенной онтологией.

Из (3) следует, что при анализе дефекта у нас расширяется онтология методом "+1", дописывается код и происходит проверка: успешная компиляция и проверка устранения дефекта принимаются, а не успешная попытка отбрасывается. Корректность расширения онтологий проверяется экспериментально и эволюционно остается наиболее приемлемое решение. Все эти операции могут быть выполнены без вмешательства человека, а значит информационная система может эволюционировать самостоятельно, сознательно по Д. Чалмерсу [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витгенштейн, Л. Логико-философский трактат. Сер. «Памятники философской мысли» / Л. Витгенштейн. – М.: Канон + РООИ «Реабилитация», 2017.
2. Чалмерс, Дэвид. Сознательный ум: В поисках фундаментальной теории. Пер. С англ. Изд. 2-е / Чалмерс Дэвид. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015.

*Материал поступил в редакцию 07.02.23*

**APPLICATION OF ONTOLOGICAL ANALYSIS IN THE DESIGN  
OF INFORMATION SYSTEMS ARCHITECTURE**

**I.A. Yukhnovsky,**

Department of Bioengineering and Nuclear Medicine, building 5, room 5302  
Academician F.M. Mitenkov Educational and Scientific Institute of Nuclear Energy and Technical Physics  
(Nizhny Novgorod), Russia

***Abstract.** The article presents the results of an experiment of conceptual analysis of L. Wittgenstein's "Logical and Philosophical Treatise" as a demonstration of the possibility of using an ontological model for the independent development of information systems.*

***Keywords:** architecture, conceptual analysis, ontological model, severe problem of AI, complexity, information systems, reliability, programming, object-oriented analysis, object-oriented design.*

УДК 54

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ CoSe ИЗ ВОДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА****К.И. Гаджиева, Й.Э. Ализаде**Институт Катализа и Неорганической Химии им. академика М. Нагиева  
Национальной Академии Наук Азербайджана (Баку), Азербайджан

***Аннотация.** Изучение кинетики и механизма получения тонких пленок CoSe электрохимическим методом проводилось в водных растворах  $CoCl_2$  и  $H_2SeO_3$ . Снятием циклических поляризационных кривых был определен диапазон потенциалов осаждения CoSe и изучено влияние различных факторов. Установлено, что электроосаждение CoSe наблюдается при значении потенциала 0,2 В, а анодное растворение при 0,8 В. В качестве материала катода были взяты Pt, Ni, анодом служила Pt. Определены оптимальные условия для получения тонких пленок CoSe, близких к стехиометрическому составу:  $0.01 M H_2SeO_3 + 0.1M CoCl_2 + H_2O T = 25$  °C.  $E_V = 0.02В/сек$ .*

***Ключевые слова:** нанопокрyтия, плотность тока, температура, электроосаждения.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Электроосаждение представляет собой процесс восстановления катионов металлов в электролите до твердого металла с помощью электрического тока. Металлы, сплавы и металлокомпозиы различного назначения можно получать, регулируя состав электролитов и условия процесса электроосаждения [14]. Селен обладает рядом ценных свойств, благодаря чему он нашел широкое применение в различных областях современной техники. Осаждение из водных растворов электролитических сплавов на основе кобальта с халькогенидами позволит получить материалы с высокими физико-химическими и конструкционными характеристиками [17].

В последнее время возрос интерес к получению нанопокрyтий из бинарных и тройных сплавов металлов электрохимическим методом [3-6, 8, 10-12].

Электрохимическое получение тонких пленок Co-Se в различных растворах (хлоридных, кислотно-кислотных, неорганических растворах) широко описано в литературе [1, 2, 7, 9, 13, 15, 16].

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА**

В качестве рабочего электрода были использованы электроды из платины и никеля с видимой поверхностью  $0.07 \text{ см}^2$ . Трехэлектродная ячейка содержала исследуемый электрод, вспомогательный платиновый электрод площадью  $4 \text{ см}^2$  и хлорсеребряный электрод сравнения. Осаждение пленок для исследования структуры и состава проводили на Pt и Ni подложках. Кинетика процессов контролировалась при помощи измерений методом циклической вольтамперметрии на приборе IVIUMSTAT.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Настоящая работа проводилась с целью выяснения возможности получения нанопокрyтий CoSe из водного электролита. Кинетика и механизм получения тонких пленок CoSe электрохимическим методом изучались в водных растворах  $CoCl_2$  и  $H_2SeO_3$ . Снятием циклических поляризационных кривых был определен диапазон потенциалов осаждения CoSe и изучено влияние различных факторов на процесс осаждения.

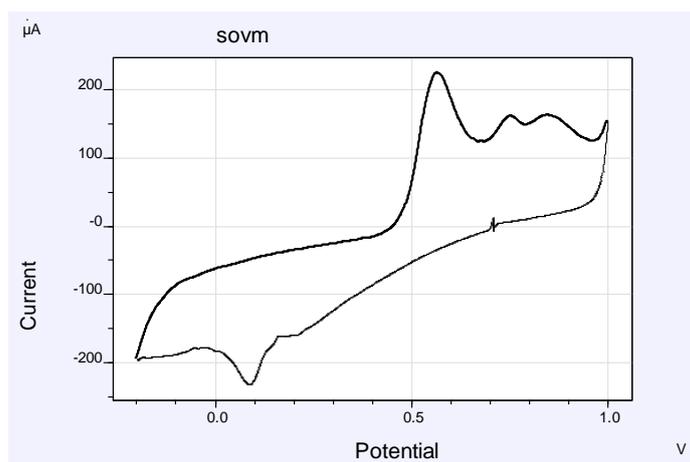


Рис. 1. Циклическая поляризационная кривая CoSe на Pt-электроре в потенциостатическом режиме. Состав электролита: 0,01 М  $H_2SeO_3$  + 0,1 М  $CoCl_2$  + 100 мл  $H_2O$   $E_V = 0,02$  В/с  $T = 25$  °С.

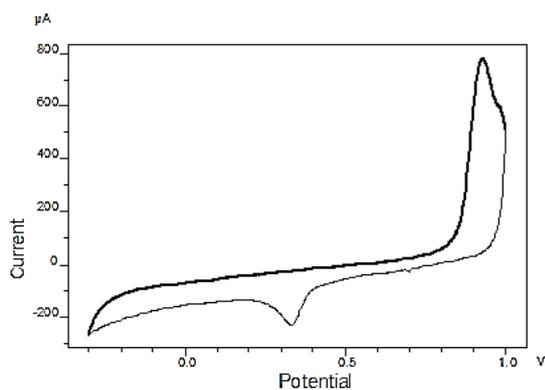


Рис. 2а. Циклическая поляризационная кривая электрохимического осаждения селена из водного электролита на Pt-электроре. Состав электролита 0,01 М  $H_2SeO_3$  +  $H_2O$   $T = 25$  °С,  $E_V = 0,02$  В/сек.

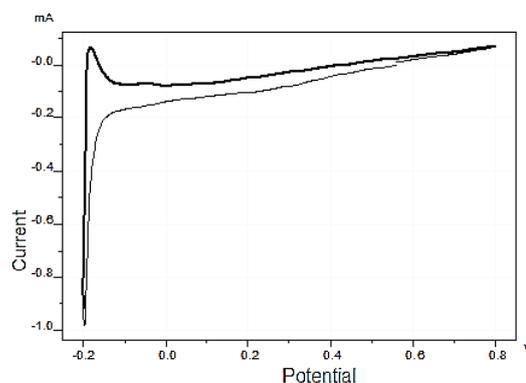


Рис. 2б. Циклическая поляризационная кривая электрохимического осаждения кобальта из водного электролита на Pt-электроре. Состав электролита: 0,1 М  $CoCl_2$  +  $H_2O$   $T = 25$  °С.  $E_V = 0,02$  В/сек.

При электрохимическом осаждении CoSe исследованы отдельные элементы (Co и Se) и определены потенциалы их осаждения (-0,2; 0,35 В) (рис. 2а и 2б). Циклическая поляризационная кривая CoSe снята в интервале потенциалов (-0,3 – (-1,0) В) в растворе 0,01 М  $H_2SeO_3$  + 0,1 М  $CoCl_2$  + 100 мл  $H_2O$  (рис. 1). Электроосаждение CoSe наблюдается при 0,2 В, а анодное растворение – при 0,8 В. При высокой концентрации селена на циклической поляризационной кривой, снятой в потенциостатическом режиме, после пика осаждения CoSe ( $E = 0,8$  В) наблюдается пик образования свободного селена ( $E = 0,9$  В).

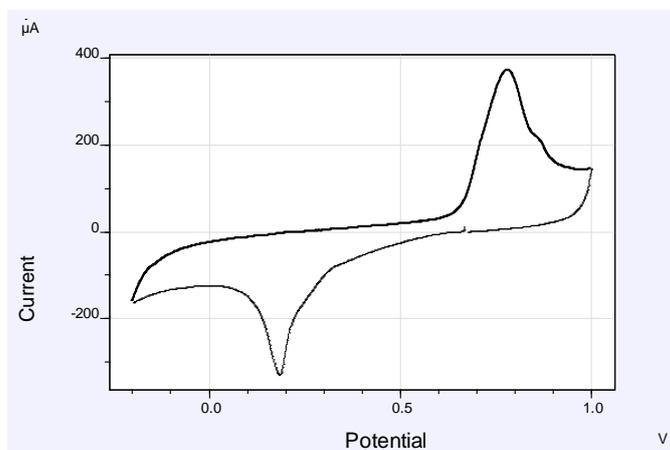


Рис. 3. Циклическая поляризационная кривая CoSe на платиновом электроре. Состав электролита. 0,002 М  $H_2SeO_3$  + 0,1 М  $CoCl_2$  +  $H_2O$   $E = 0,02$  В/с  $T = 298$  °С.

При низком содержании селена в растворе (0,02 М  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ) на Pt-электроде была снята циклическая поляризационная кривая в диапазоне потенциалов CoSe (-0,2 – (-1,0) В) в потенциостатическом режиме (рис. 3). При низкой концентрации селена в растворе на поляризационной кривой наблюдается только пик осаждения CoSe (0,2 В), при высокой концентрации селена наблюдается пик осаждения свободного Se на поверхности электрода наряду с CoSe на поляризационной кривой (рис. 1).

В опытах, проведенных на Ni-электроде в гальваностатическом режиме при средних значениях плотности тока ( $i = 0,2-0,4 \text{ mA/cm}^2$ ) в катодном осадке наблюдается образование тонкого слоя CoSe (серо-черного цвета).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снятием циклических поляризационных кривых изучены кинетика и механизм электроосаждения CoSe и определен потенциал электровосстановления тонких пленок CoSe, полученных методом электроосаждения. На основании экспериментальных данных, для получения тонких покрытий CoSe рекомендуется следующий состав электролита (моль/л): 0.01 М  $\text{H}_2 \text{SeO}_3 + 0.1 \text{ M CoCl}_2 + 100 \text{ мл H}_2 \text{O}$   $i = 0.2-0.4 \text{ mA/cm}^2$ ,  $T = 25-60 \text{ }^\circ\text{C}$ , катод – Pt, Ni, анод – Pt.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BoGao<sup>a</sup>ZhongbaoFeng<sup>a</sup>LinWang<sup>a</sup>HanZhang<sup>a</sup>PengfeiXing<sup>a</sup>MaozhongAn<sup>a</sup> Electrochemical behavior and electrodeposition of porous Co–Se layer from a chloride acid electrolyte. *Journal of Electroanalytical Chemistry* Volume 853, 15 November 2019, 113563.
2. Carim, A.I.; Saadi, F. H.; Soriaga, M. P.; Lewis, N. S. ELECTROCATALYSIS OF THE HYDROGEN-EVOLUTION REACTION BY ELECTRODEPOSITED AMORPHOUS COBALT SELENIDE FILMS. *Journal of Materials Chemistry A* 2014, 2, 13835. DOI: 10.1039/C4TA02611J 3.1 Introduction Our work in Chapter 2 focused on a simple wet chemical synthesis.
3. Co-Electrodeposition Mechanism in Rechargeable Metal Batteries Bairav S. Vishnugopi Feng Hao eng Hao School of Mechanical Engineering, Purdue University, West Lafayette, Indiana, United States More by Feng HaoAnkit Verma Lauren E. Marbella Venkatasubramanian Viswanathan , and Partha P. Mukherjee\* Cite this: *ACS Energy Lett.* 2021, 6, 6, 2190–2197 Publication Date: May 17, 2021 American Chemical Society *Journal of Electroanalytical Chemistry* Volume 853, 15 November 2019, 113563.
4. Electrochemical Deposition and Characterization of Cd-Fe-Se Thin Films *Advanced Materials Research* (Volume 68) S. Velumani and René Asomoza Pages: 69-76 DOI: Cite this paper: April 2009 S. Thanikaikarasan, T. Mahalingam, K. Sundaram, Tae Kyu Kim, Yong Deak Kim, Velumani Subramaniam.
5. *Electrochemistry Communications* Volume 127, June 2021, 107053 Electrodeposition of Pd–Se thin films MonikaWojtysiakAnnaJędraczkMichałStępieńDawidKutylaRemigiuszKowalik h.
6. *Electrochimica Acta* Volume 51, Issue 1, 5 October 2005, Pages 146-153 Electrodeposition of Co–Ni and Co–Ni–Cu systems in sulphate–citrate medium ElviraGómez<sup>1</sup>SalvadorPanéElisaVallés<sup>1</sup>.
7. Electrodeposited cobalt and nickel selenides as high-performance electrocatalytic materials for dye-sensitized solar cells Qing-Song Jiang<sup>1,2</sup> Wenbo Li<sup>1</sup>Jing Wu<sup>1</sup> Wenjie Cheng<sup>1</sup> Jie Zhu<sup>1</sup> Zhengqing Yan<sup>1</sup> Xiaoyan Wang<sup>1,2</sup> Yongfeng Ju<sup>1,2</sup> Received: 6 January 2019 / Accepted: 2 April 2019 / Published online: 5 April 2019 © Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019.
8. Electrodeposited cobalt and nickel selenides as high-performance electrocatalytic materials for dye-sensitized solar cells. Qing-Song Jiang, Wenbo Li, Jing Wu. Received: 6 January 2019 / Accepted: 2 April 2019 / Published online: 5 April 2019 © Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019.
9. Electrodeposition and properties of Co-Re alloys Author links open overlay panelYu S.Yapontseva, T.V.Maltseva<sup>a</sup> V.S. Kublanovsky O.A. Vyshnevskiy Yu N. Troshchenkov.
10. Electrodeposition of Mo–Se thin films from a sulfamic electrolyte 2004, *Journal of Solid State Electrochemistry* 46 Views7 Pages.
11. Electrodeposition of multicomponent Co–Cr–Fe–Mn–Ni alloy S. Ivanová, J. Bárta and M. Pazderová 20 Mar 2017 Volume & Issue: Volume 61 (2017) – Issue 2 (April 2017) Page range: 54-58.
12. Electrodeposition of Ni–Co–Fe mixed sulfide ultrathin nanosheets on Ni nanocones: a low-cost, durable and high performance catalyst for electrochemical water splitting† Ghasem Barati Darband,<sup>a</sup> Mahmood Aliofkhaezai,<sup>\*a</sup> Suyeon Hyun,<sup>b</sup> Alireza Sabour Rouhaghdam<sup>a</sup> and Sangaraju Shanmugam<sup>b</sup>.
13. Fangyang, Liu, Bo Wang, Yanqing Lai, Jie Li,z Zhian Zhang, and Yexiang Liu. Electrodeposition of Cobalt Selenide Thin Films. *Journal of The Electrochemical Society*, 157 (10) D523-D527 (2010) 00134651/2010/15710. School of Metallurgical Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China.
14. Gómez, E. Pellicer E. Vallés. *The International Journal of Surface Engineering and Coatings* Volume 83, 2005 – Issue 5 Electrodeposition of cobalt based alloys for MEMS applications Pages 248-254 / Published online: 18 Jul 2013.
15. Ho Soonmin. *Journal of The Electrochemical Society Asian Journal of Basic Science & Research* Volume 4, Issue 1, Pages 01-09, January-March 2022 ISSN: 2582-5267 www.ajbsr.net 1 An Investigation of SILAR Grown Cobalt Selenide Thin Films.
16. Lai, Yanqing, Liu, Fangyang, Yang, Jia, Wang, Bo, Li, Jie, Liu, Yexiang. Photoelectrochemical Behavior of Electrodeposited CoSe Thin Films. *Applied Physics Express*, Volume 4, Issue 7, article id. 071201 (2011) Pub Date: July 2011.
17. Photoelectrochemical Behavior of Electrodeposited CoSe Thin Films Lai, Yanqing ; Liu, Fangyang ; Yang, Jia ; Wang, Bo ; Li, Jie ; *Applied Physics Express*, Volume 4, Issue 7, article id. 071201 (2011). July 2011.

Материал поступил в редакцию 22.01.23

## ELECTROCHEMICAL PRODUCTION OF CoSe FROM AN AQUEOUS ELECTROLYTE

**K.I. Hajiyeva, Y.E. Alizade**

Academician M. Nagiyev Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry  
of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku), Azerbaijan

**Abstract.** *The study of the kinetics and mechanism of obtaining thin CoSe films by the electrochemical method was carried out in aqueous solutions of  $\text{CoCl}_2$  and  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ . By recording cyclic polarization curves, the range of CoSe deposition potentials was determined and the influence of various factors was studied. It was found that the electrodeposition of CoSe is observed at a potential value of 0.2 V, and anodic dissolution at 0.8 V. Pt, Ni were taken as the cathode material, Pt served as the anode. The optimal conditions for obtaining thin CoSe films close to the stoichiometric composition were determined:  $0.01\text{M H}_2\text{SeO}_3 + 0.1\text{M CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$ .  $E_V = 0.02\text{V/sec}$ .*

**Keywords:** *nanocoating, current density, temperature, electrodeposition.*

## «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ»: СТРОЕНИЕ ЯДРА И АТОМОВ

А.Б. Утелбаева<sup>1</sup>, Н. Жанабай<sup>2</sup>, Э.Н. Сулейменов<sup>3</sup>, Б.Т. Утелбаев<sup>4</sup><sup>1,2</sup> Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова (Шымкент),<sup>3,4</sup> Казахстанско-Британский технический университет (Алматы), Казахстан

*Аннотация.* В ядерно-электронной системе атомов предложена новая структура, называемая «*остовом ядра*», представляющая собой набор «*электромагнитных частиц*». На полюсах «*остова ядра*» имеется высокое значение электрического потенциала в результате последовательной комбинаций «*электромагнитных частиц*». Таким образом, сильное электромагнитное взаимодействие «*остова ядра*», проявляется в виде *ядерной силы*, которое обуславливает *оболочечное строение* протонов, нейтронов и электронов в *атоме*, согласно структурно-энергетическому соответствию. Сравнительная характеристика значения сил кулоновского взаимодействия «*остова ядра*» с *позитроном* и *электроном* позволяет заключить о том, что *электроны* в атомах располагаются *вне сферы ядра*, создавая протон-электронную асимметрию. Протон-электронная асимметрия и высокое значение потенциала на полюсах «*остова ядра*», обуславливает флуктуации зарядов диполей «*электромагнитных частиц*» окружающие электроны, создавая различные *формы стоячей волны*. В свою очередь полюса элементарных электрических диполей образующие «*электромагнитные частицы*» связываются магнитными биполями, формы которых также изменяются флуктуацией зарядов. Устойчивость ядра зависит от структурно-энергетического расположения «*остова ядра*» в атомах и является движущей силой системы к формированию симметрий и обуславливает их взаимодействие с другими атомами или между собой образуя «*химические индивиды*» простых или сложных веществ.

*Ключевые слова.* ядро, электрон, протон, атом, «остов ядра», стоячие волны, «электромагнитные частицы».

## ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, в зависимости от количества электронов, протонов и нейтронов, согласно структурно-энергетическому соответствию формируются ядра и атомы с индивидуальными свойствами [1-3, 8, 17, 28, 29, 34, 42, 43, 48-50, 52]. Взаимодействие этих элементарных частиц, по характеру подразделяются на сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное [3, 28]. Связь протонов и нейтронов в ядрах атомов относится к *сильному взаимодействию* и их называют *ядерными*. *Слабое взаимодействие* вызывает очень медленно протекающие процессы в ядре с элементарными частицами (например, *бета-распад*). Связь электронов с ядром в атоме и атомов в молекуле относится к *электромагнитным взаимодействиям*. *Гравитационное взаимодействие* является универсальным и наблюдается между любыми материальными телами и для элементарных частиц оно является пренебрежимо малой. Из названных взаимодействий особый интерес представляет *ядерное*, изучение которой в перспективе откроет возможности рационального управления ядерной энергией атомов.

В [3] предложена первая количественная теория взаимодействия нуклонов атомов, происходящего посредством обмена новыми частицами, которые сейчас известны как пи-мезоны или пионы. Однако эта теория справедлива только в определённом диапазоне энергий. В настоящее время по теорий квантовой хромодинамики предлагается, что сильное взаимодействие нуклонов осуществляется посредством кварков и глюонов [9, 11, 12, 44-46]. Согласно этой точке зрения, кварки обладают электрическим зарядом, массой, цветовым зарядом и ароматом, которые участвуют во всех четырёх фундаментальных взаимодействиях. Кварк может быть «окрашен» (заряжен) одним из трёх цветов, которые в процессе обмениваются цветом, переносимым глюоном. Т.е., глюон также несёт цветовой заряд («окрашен»), и является фундаментальным бозоном и обуславливает возможность сильного взаимодействия между самими глюонами. Однако природа заряда не рассматривается и глюон относят к электрически нейтральной, безмассовой, точечной ( $<10^{-19}$  м) частице со спином 1. Наряду с этим, передача *протонами* своих кварков друг другу, противоречит явлению «конфаймента», где *кварки* находятся только *внутри протонов*. Кроме того, причина изменения силы притяжения и ослабления от расстояния между кварками не понятна и при сильном взаимодействии их электрической природой пренебрегают. В [14] отмечается, что механизм действия ядерных сил основан на том же принципе, что и электромагнитные – на обмене взаимодействующих объектов виртуальными частицами. Цитируем автора: «Новейшие достижения физики элементарных частиц явно выделили из общего их числа группу частиц – возможных кандидатов на роль истинно элементарных. Многие вопросы, однако, требуют дальнейшего исследования. Не вполне ясны причины деления частиц со спином 1/2 на лептоны и кварки и происхождение их внутренних квантовых чисел». В целом, по отношению современных теорий о строении ядер

атомов можно сказать, что они слишком загромождены сложными математическими вычислениями и допущениями.

Целью настоящей работы является, используя данные справочной литературы, выяснение возможной структуры ядерно-электронной системы в атомах и природы силы их взаимодействия.

### ОБСУЖДЕНИЕ

По данным термодинамики изменение внутренней энергии часто проявляется в виде работы, теплоты, света, электричества, магнетизма и других форм передач энергии [38]. При этом, ядерная энергия, хотя входит во внутреннюю энергию, однако, в названных процессах не принимает участие и до сих пор остается невыясненными все подробности *ядерной структуры* атомов. Например, одной из стабильных элементарных частиц входящий в состав ядра является протон массой  $1.67262 \cdot 10^{-27}$  кг, который состоит только из положительного позитрона массой  $9.1 \cdot 10^{-31}$  кг. Разность масс ( $\Delta m$ ) составляет:

$$\Delta m = (1.67262 - 0.00091) \cdot 10^{-27} = 1.67171 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \quad (1)$$

В свою очередь, всеобщий фундаментальный закон естествознания утверждает о неуничтожимости материи и движения, т.е. закон сохранения массы и энергии. Следовательно, выяснение природы массы «некоей материи» в протоне равной  $1.67171 \cdot 10^{-27}$  кг представляет научный интерес.

По теории квантовой хромодинамики массу протона можно отнести к сумме масс кварков и глюонов [11, 12]. Однако, здесь встречаются взаимоисключающие утверждения: *глюоны* по своей природе *безмассовы* и большая часть *массы адрона (протон, нейтрон) происходит от глюонов* [15]. Возникает абсурд, где из безмассовых глюонов образуется массы адронов. Кроме того, материальная природа *глюонов и кварков* остается не раскрытыми, и, следовательно, данный вопрос требует другого подхода решения проблемы.

На наш взгляд, многообразия проявлений на микроуровне отражающее макроскопические свойства веществ, обусловлено электрической природой частиц. Данный тезис также не отрицается квантовой хромодинамикой. В свою очередь, образование химической связи, обобщением одноименно заряженных валентных электронов, посредством условной «*электромагнитной субстанции*», свидетельствует об образовании би-дипольной конфигурации. Т.е., комбинаций *электрического диполя* и *магнитных биполей* ассоциируется в структурно-энергетически выгодную *бидипольную конфигурацию*, формируя «*электромагнитную частицу*», являющейся *творением Природы* [53].

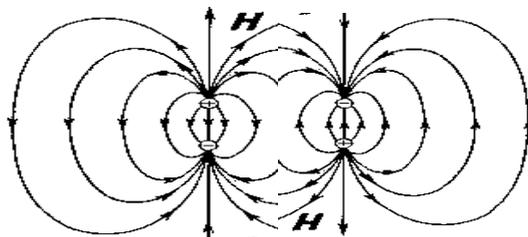


Рис. 1. Условная бидипольная конфигурация «электромагнитной частицы»

Мы полагаем, что эти «*электромагнитные частицы*» последовательно соединяясь между собой создают структуру «*остова ядра*» массой  $1,67171 \cdot 10^{-27}$  кг, условная схема которой выглядит следующим образом (рис. 2)\*:

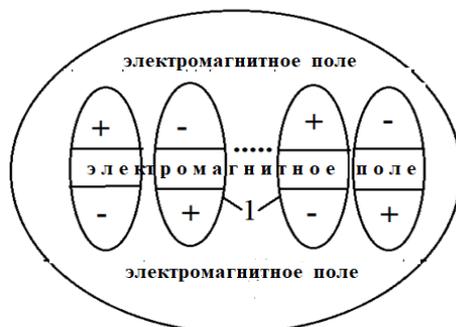


Рис. 2. Условная схема «остова ядра». 1 – «электромагнитные частицы».

\*на всех схемах размеры частиц условные.

Такая комбинация последовательного расположения «*электромагнитных частиц*» «*остова ядра*» обуславливает *высокое значение потенциала* на полюсах диполей. Для выяснения значения потенциала на полюсах «*остова ядра*», определяем заряд полюса «*электромагнитной частицы*». В [35, 51], нами рассчитана средняя масса элементарного переносчика теплоты «теплотрона» – разновидности «*электромагнитной частицы*», которая составляет  $2.4 \cdot 10^{-36}$  кг. Используя данную величину определяем число «*электромагнитных частиц*» в «*остове ядра*» массой  $1,67171 \cdot 10^{-27}$  кг:

$$1,67171 \cdot 10^{-27} : 2.4 \cdot 10^{-36} = 6.96 \cdot 10^8 \text{ частиц} \quad (2)$$

Воспользуемся стандартными данными, где за единицу *элементарного заряда* принимается *электрон* с зарядом  $1.60 \cdot 10^{-19}$  Кл и массой  $9.1 \cdot 10^{-31}$  кг. Учитывая, что электрический заряд является неотъемлемым свойством материи, проявляющейся через ее массы, определяем удельный заряд электрона:

$$q_{\text{уд}} = 1.60 \cdot 10^{-19} : 9.1 \cdot 10^{-31} = 0.176 \cdot 10^{12} \text{ Кл/кг} \quad (3)$$

Для элементарного энергоносителя («*теплотрон*» – разновидность «*электромагнитной частицы*») при его электронейтральном состоянии вычисляем заряд ( $q$ ), используя значение удельного заряда электрона:

$$q = 0.176 \cdot 10^{12} \cdot 2.4 \cdot 10^{-36} = 0.42 \cdot 10^{-24} \text{ Кл} \quad (4)$$

где  $0.176 \cdot 10^{12}$  Кл/кг - удельный заряд электрона;

$2.4 \cdot 10^{-36}$  кг – масса «*электромагнитной частицы*» (*теплотрон*).

Отсюда, каждому полюсу (положительный и отрицательный) диполя «*электромагнитной частицы*» соответствует электрический заряд:

$$0.42 \cdot 10^{-24} : 2 = 0.21 \cdot 10^{-24} \text{ Кл} \quad (5)$$

По данным [4, 24, 37], *электрический заряд* – это физическая скалярная величина, характеризующая способность тел или частиц к электромагнитным взаимодействиям. Для шарообразной формы полюса радиусом  $R$  зарядом  $q$  и равномерно распределенным по поверхности вычисляем потенциал  $\phi$  по формуле[40]:

$$\phi = q / 4\pi \epsilon_0 \epsilon R \quad (6)$$

где  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная в системе СИ;

$\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость.

Учитывая электромагнитное взаимодействие между нуклонами, радиусом действия  $1 \cdot 10^{-15}$  м ( $R$ ), определяем потенциал полюса «*электромагнитной частицы*»:

$$\phi = 0.21 \cdot 10^{-24} / (4 \cdot 3.14 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-15}) = 1.89 \text{ В} \quad (7)$$

При последовательном соединении полюсов «*электромагнитных частиц*» суммарное значение потенциала  $6.96 \cdot 10^8$  частиц на полюсах «*остова ядра*» составляет:

$$\Sigma \phi = 1.89 \cdot 6.96 \cdot 10^8 = 13.15 \cdot 10^8 \text{ В} \quad (8)$$

Огромное значение потенциала  $13.15 \cdot 10^8$  В на полюсах «*остова ядра*» служит «*ядерной силой*», которая прочно связывает *протоны, нейтроны* и «*остовы ядра*» в структуре атома (рис. 3-5)\*:

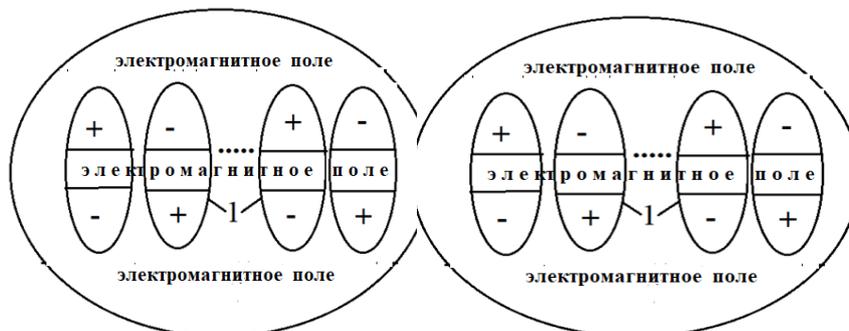


Рис. 3. Условная схема соединения двух «*остовов ядра*»: I- «*электромагнитные частицы*»

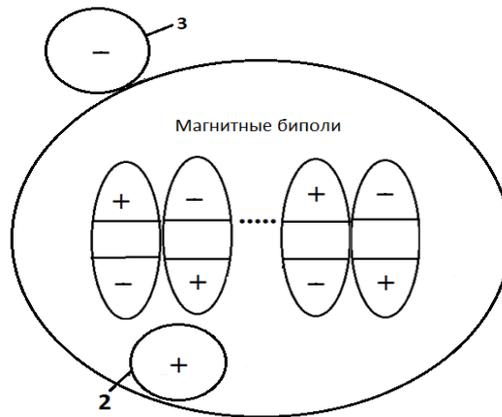


Рис. 4. Условная схема атома водорода: в центре – «электромагнитные частицы»; 2 «+» -позитрон; 3 «-» электрон

Атом водорода состоит из протона и электрона, который отличается от нейтрона по структурно-энергетическому расположению (рис. 4)\*:

Наряду с этим, также возможно образование нейтрона при столкновений электронно-позитронной пары с данной структурой (рис. 5)\*:

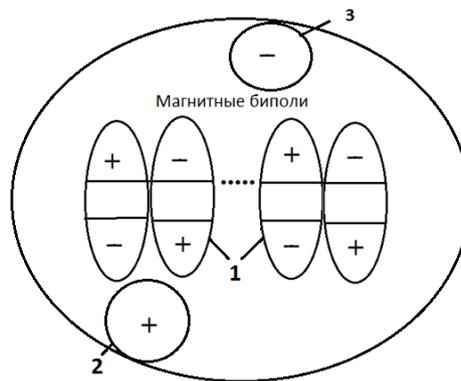


Рис. 5. Условная схема нейтрона: 1 – «электромагнитные частицы»; 2 – позитрон; 3 – электрон

Основываясь на литературные данные [5, 6, 13, 18, 24, 37], полагаем, что у протона ( $p$ ) положительный заряд по модулю равен заряду электрона и при электронном ( $e$ ) захвате образуется нейтрон ( $n$ ) и нейтрино ( $\nu$ ) по уравнению:



Процесс (9) осуществляется при воздействии энергии, т.е., посредством энергоносителей «электромагнитных частиц», и для определения их количества, запишем уравнение в виде:



Для составления материального баланса массу «электромагнитных частиц» принимаем  $2.4 \cdot 10^{-36}$  кг, а массой нейтрино ( $\nu$ ) пренебрегаем. Подстановка значений масс протона, электрона, нейтрона и массы «электромагнитных частиц» позволит составить нижеследующее уравнение:

$$m(\text{протон}) + m(\text{электрон}) + xm(\text{ЭМЧ}) = m(\text{нейтрон}) \\ 1.67262 \cdot 10^{-27} + 0.00091 \cdot 10^{-27} + x \cdot 2.4 \cdot 10^{-36} \text{ кг} = 1.67492 \cdot 10^{-27} \quad (11)$$

Отсюда определяем среднее число «электромагнитных частиц» ( $x$ ):

$$x = 0.00139 \cdot 10^{-27} : 2.4 \cdot 10^{-36} \text{ кг} = 5.79 \cdot 10^5 \quad (12)$$

Следовательно, для образования нейтрона, приблизительно  $5.79 \cdot 10^5$  «электромагнитных частиц» участвует во взаимодействии протона с электроном, общая масса которых составляет:

$$m(\text{ЭМЧ}) = 5.79 \cdot 10^5 \cdot 2.4 \cdot 10^{-36} \text{ кг} = 1.39 \cdot 10^{-30} \text{ кг} \quad (13)$$

Определяем заряд  $1.39 \cdot 10^{-30}$  кг набора «электромагнитных частиц» исходя из удельного заряда электрона:

$$q = 0.176 \cdot 10^{12} \cdot 1.39 \cdot 10^{-30} = 2.44 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \quad (14)$$

В пересчете на одну «электромагнитную частицу» заряд составляет:

$$2.44 \cdot 10^{-19} : 5.79 \cdot 10^5 = 0.42 \cdot 10^{-24} \text{ Кл} \quad (15)$$

или на одном полюсе:

$$0.42 \cdot 10^{-24} : 2 = 0.21 \cdot 10^{-24} \text{ Кл} \quad (15^a)$$

Совпадение значения заряда полюсов «электромагнитной частицы»  $0.21 \cdot 10^{-24}$  Кл вычисленной для разных условий по уравнениям (2-5) и (11-15) означает достоверность определения физических величин. Потенциал «электромагнитной частицы» вычисленной по уравнению (6) равняется 1.89 В и для последовательной комбинаций  $5.79 \cdot 10^5$  частиц суммарное значение составляет:

$$5.79 \cdot 10^5 \cdot 1.89 = 10.9 \cdot 10^5 \text{ В} \quad (16)$$

Потенциал  $\phi$  шарообразной формы полюса «электромагнитных частиц» в атоме водорода радиусом  $R$  равной  $0.5 \cdot 10^{-10}$  м и зарядом  $0.21 \cdot 10^{-24}$  Кл равномерно распределенным по поверхности вычисляем по формуле (6) [40]:

$$\phi = 0.21 \cdot 10^{-24} / 4 \cdot 3.14 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 10^{-10} = 3.78 \cdot 10^{-5} \text{ В} \quad (17)$$

Число «электромагнитных частиц» связующих электрон с протоном определяем по разности масс атома водорода ( $1.676 \cdot 10^{-27}$  кг) от суммы масс протона и электрона:

$$m(\text{ЭМЧ}) = [1.67600 - (1.67262 + 0.00091)] \cdot 10^{-27} = 0.00247 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \quad (18)$$

где  $1.67262 \cdot 10^{-27}$  кг и  $0.00091 \cdot 10^{-27}$  кг массы протона и электрона соответственно.

Отсюда определяем число «электромагнитных частиц» осуществляющих электромагнитное взаимодействие между протоном и электроном в атоме водорода:

$$0.00247 \cdot 10^{-27} : 2.4 \cdot 10^{-36} = 10.2 \cdot 10^5 \text{ частиц} \quad (19)$$

Для  $10.2 \cdot 10^5$  частиц при последовательном соединении суммарное значение потенциала на полюсах составляет:

$$\Sigma \phi = 3.78 \cdot 10^{-5} \cdot 10.2 \cdot 10^5 = 38.55 \text{ В} \quad (20)$$

В результате небольшого значения потенциала полюсов «электромагнитных частиц» (38.55 В) электрон легко отрывается от протона в атоме водорода.

Результаты естественной радиоактивности, где происходит самопроизвольный распад атомного ядра на дочернее ядро и  $\alpha$  – частицу также свидетельствует о сильном электромагнитном взаимодействии протонов и нейтронов посредством «остова ядер» [5, 6, 13, 18]. Как известно,  $\alpha$  – частицы, выделяемые при  $\alpha$  – распаде, представляют ядро гелия, состоящее из двух нейтронов и двух протонов. Процессы, протекающие в термоядерном синтезе, отмеченные в [7, 26], также означают, что протон-протонное, протон-нейтронное и нейтрон-нейтронное взаимодействия осуществляется посредством их «остовов ядер» и данное электромагнитное взаимодействие представляет ядерную силу. В этих превращениях ядра испускают позитроны и электроны, но в [39] отмечается их отсутствия в составе ядер. Это, видимо, связано с тем, что составляющие части системы в составе соединений не проявляют их индивидуальные характеристики [50]. В этой связи, электрон и протон в составе нейтрона и протона, в результате сильного электромагнитного взаимодействия с «остовом ядра», не проявляют их индивидуальные свойства. Например, лучи Солнца, поглощаясь растениями переходят в связанное состояние, которое не обнаруживается в явном виде. При

горении эти связанные элементарные энергоносители выделяется в виде тепла и света. В свою очередь, выделение тепла (теплотронов), света (фотонов) и других энергетических проявлений при ядерных превращениях, в том числе термоядерном синтезе Солнца, означает наличие в нем «**электромагнитных частиц**».

Анализ научно-технической литературы по строению ядра атомов, однозначно свидетельствует о том, что в их структуру входят протоны и нейтроны [5, 6, 9, 11-14, 18-21, 25, 27, 30-33, 39, 44-47]. Как было отмечено выше, согласно квантовой хромодинамике нуклоны состоят из кварков и глюонов [9, 11, 12, 19-21, 25, 31, 33, 36]. При этом, в структуре нуклонов отсутствуют электроны и позитроны. Однако свободных кварков не было обнаружено, считалось, что кварки и глюоны – гипотетические частицы. Исследования по неупругому рассеянию **электронов** на **протонах** и связанных **нейтронах** показали, что рассеяние происходит на каких-то элементах внутренней структуры, имеющих значительно меньшие размеры, чем размер **нуклона**. Эти элементы **Ричард Фейнман** [36] назвал «**партонами**», которые отождествляются **кварками** и глюонами [16-36].

На наш взгляд, наличие «остова ядер» в атомарной структуре является движущей силой **сильного** электромагнитного взаимодействия и представляет **ядерную силу**. В этой связи «**остов ядра**» взаимодействует с **электронно-позитронной парой** с образованием **нейтрона**, которые превращаются в протон и электрон, т.е. в **атом водорода**. Различные значения потенциалов на полюсах диполей у «**остова ядра**» в протоне  $13.15 \cdot 10^8$  В, у **атома водорода**  $38.55$  В, а в нейтроне  $10.9 \cdot 10^5$  В обуславливают асимметрию системы [10]. Протон-электронная асимметрия и высокие значения потенциалов «**остова ядра**» является движущей силой **флуктуаций зарядов полюсов «электромагнитных частиц»** [22]. В результате этого изменяется форма «**электромагнитной частицы**» окружающей электрон, создавая различные картины **стоячей волны** [52, 53]. Кроме того, диаметр атомов  $1 \cdot 10^{-10} - 1 \cdot 10^{-8}$  м учитывающий местонахождение электрона, по сравнению с диаметром ядра  $1 \cdot 10^{-15} - 8 \cdot 10^{-15}$  м однозначно указывает на **пребывании электрона вне сферы ядра**. Действительно, во всех химических реакциях происходит перераспределение электронов по химическим связям, а положительный заряд (позитрон) остается у протона. Аналогично, в процессах  $\beta$  распада, протекающих при естественной радиоактивности ядер, электрон (**e**) легко освобождается из нейтрона (**n**) образуя протон (**p**) и нейтрино (**v**) [5, 6, 13, 18, 40].



В свою очередь асимметричная протон-электронная система, стремясь к симметрии, образует молекулы водорода или переходит в **нейтроны** по уравнению (9). Явление  $\alpha$  – **распада** при естественной радиоактивности позволяет заключить о том, что ядро химических элементов начиная от лития содержит **ядро гелия**. Формирования ядра гелия осуществляется электромагнитным взаимодействием «**остовов ядер**» двух нейтронов и двух протонов. Ядро гелия притягивают электроны и образуется стабильный симметричный атом гелия (рис. 6)\*:

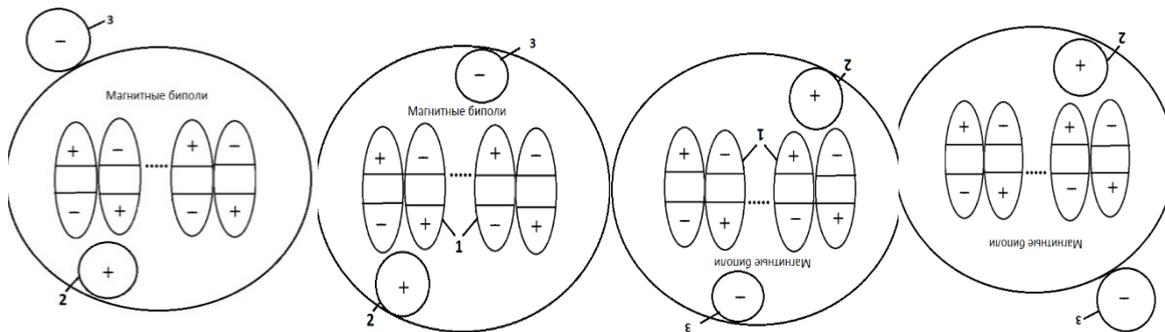


Рис. 6. Условная схема **атома гелия**. 1 – «электромагнитные частицы»; 2 – позитрон; 3 – электрон

Таким образом, структура ядра **гелия** является **центром** роста и образования других ядер и атомов. При этом, как показано выше, **два боковых электрона (связанные с протонами)** у атома **гелия** располагаются вне сферы ядра по оси «**x**» (ось принимаем произвольно) и представляют **первую электронную оболочку**.

В [23], отмечается, что после обнаружения «магических чисел» протонов и нейтронов в ядре атомов было предложено использовать **оболочечную модель** в теории строения ядра. По их данным при внесении протона в ядро, оно отталкивается дальнедействующими кулоновскими силами. Только при приближении протона почти вплотную к поверхности ядра, ядерное взаимодействие начинает преобладать над отталкиванием. Хотя данная оболочечная модель распределяют протоны и нейтроны по энергетическим уровням, однако **не рассматриваются природа ядерной силы**. Напротив, предлагаемый нами «**остов ядра**» в атомной структуре из-за высокого значения электрического потенциала, создает сильное электромагнитное взаимодействие и определяет природу **ядерной силы**. Число протонов и электронов (**N**) в энергетических слоях определяется в соответствии с главным квантовым числом (**n**) по общеизвестной формуле:

$$N = 2n^2$$

Формирование **второй оболочки** начинается последовательной комбинацией **нейтронов и протонов** по оси «у» и «z» к **двум нейтронам ядра гелия расположенном в центре по оси «x»**. Согласно структурно-энергетическому соответствию, по формуле можно комбинировать последовательно 8 протонов, 8 нейтронов и 8 электронов по осям «у» и «z», которые являются атомами от **лития до неона**. Комбинация к ядру гелия первых двух нейтронов и протона по второй энергетической оболочке соответствует атому **лития**. Малое значение кулоновской силы взаимодействия **«остова ядра»** с электроном по сравнению с позитроном позволяет **электронам** располагаться **вне сферы ядра (во всех случаях)** и создает **протон-электронную асимметрию** в атоме. Данное явление и высокое значение потенциала **«остова ядра»** обуславливает флуктации зарядов диполей **«электромагнитных частиц»** окружающие электроны, создавая различные **формы стоячей волны**. Начиная от бора полюса **«электромагнитных частиц»** окружающие электроны в результате взаимного влияния создают стоячие волны гантеллообразной формы, которое принимается за **«р»** электроны.

К нейтронам и протонам **второй оболочки**, аналогичное последовательное комбинация нейтронов и протонов формируют **ядра и атомов третьей энергетической оболочки**. На третьей оболочке число протонов должно быть **18**, однако, здесь формируется ядра **8** элементов от **натрия до аргона**, т.е. присоединение нейтронов и протонов идет только по осям «у» и «z», а направление по оси «x» остается незаполненным. В **четвертой энергетической оболочке** присоединение нейтронов и протонов происходит по осям «x», «у» и «z» и создается **большой период** с формированием атомов от **калия до криптона (18 протонов и электронов)**. **«Электромагнитные частицы»** окружающие электроны четвертого периода также создают различные формы стоячей волны, которые принимаются как **«d» – электроны**. Аналогично идет формирование **ядер и атомов** пятого и последующих оболочек, согласно структурно-энергетического соответствия по периодической таблице Д.И. Менделеева. В каждой энергетической оболочке ядер, протоны связываются с соответствующими электронами, но они находятся вне сферы ядер атомов.

В ходе формирования ядер атомов с ростом массового числа можно отметить избыток нейтронов по сравнению с протонами. В [41] данное явление рассматривается как тонкая «кожа», удерживающую ядерную материю в ядре. Цитируем автора: «у ядра свинца-208 такой поверхностный нейтронный слой особенно заметен из-за того, что в нем нейтронов на 44 больше чем протонов, а само ядро является дважды магическим». И заключение о том, что с ростом числа нейтронов увеличение прочности связи служит в пользу наличия **«остова ядра»**, которые оказывают сильное электромагнитное взаимодействие. Однако, для ядра урана -235 с радиусом ядра  $7.6 \cdot 10^{-15}$  м избыток нейтронов составляет 51, но оно является нестабильной. Следовательно, устойчивость ядра зависит от структурно-энергетического расположения **«остова ядра»**, где их полюса определяет характер электромагнитного взаимодействия. Согласно различным теоретическим предсказаниям, толщина нейтронной «кожи» может составлять  $0.1-0.3 \cdot 10^{-15}$  м при радиусе ядра порядка  $6.7 \cdot 10^{-15}$  м. Эти размеры ядра на пять порядков меньше расстояния электрона ( $1.0 \cdot 10^{-10}$  м) в атоме и в результате **электроны находятся вне сферы ядра**. Расположение электронов вне сферы ядра и протон – электронная асимметрия в атомах является движущей силой взаимодействия их с другими атомами или между собой образуя «химические индивиды» простых или сложных веществ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ядерно-электронной системе атомов предлагается наличие новой структуры **«остова ядра»**, являющейся набором **«электромагнитных частиц»**. В результате последовательного соединения **«электромагнитных частиц»** на полюсах **«остова ядра»** образуется высокое значение потенциала, которое представляет **ядерную силу** электромагнитного взаимодействия.

**«Остов ядра»** обуславливает **оболочечное строение** ядерно-электронной системы и расположение электронов вне сферы ядра. Устойчивость ядра зависит от структурно-энергетического расположения **«остовов ядер»**. Протон-электронная асимметрия и высокое значение потенциала на полюсах **«остова ядра»**, обуславливают флуктации зарядов диполей **«электромагнитных частиц»**, окружающих электроны, создавая различные **формы стоячей волны**.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенберг, М., Грайнер В. Модели ядер, коллективные и одночастичные явления. – М.: Атомиздат, 1975. – 454 с.
2. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник. – 8-е изд., – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 752 с.
3. Бете, Г., Гофман Ф. Мезоны и поля. Том II. Мезоны. – М., ИЛ, 1957. – 514 с.
4. Бондаренко, Е.А. Материя и материальная реальность // Вопросы науки № 10 (23) 2017.
5. Бракнер, К. Теория ядерной материи. – М., Мир, 1964. – 302 с.
6. Вильдермут, К., Тан Я. Единая теория ядра. – М.: Мир, 1980. – 502 с.
7. Владимир Власов. Термоядерный синтез на Солнце – новая версия. Электронная библиотека. Наука и техника.

8. Ганкин, В.Ю., Ганкин Ю.В. Как образуется химическая связь и протекают химические реакции. – М.: издат.группа "Граница", 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-94691296-9.
9. Герштейн, С.С. Что такое цветовой заряд, или какие силы связывают кварки // Соревский образовательный журнал. – 2000. – № 6. – С. 78-84.
10. Ершова, Г.Г. Асимметрия функций как механизм самоорганизаций усложняющихся систем (К проблеме самоорганизации антропосистемы). Асимметрия функций <https://mipt.ru/civilizations/assimetriya-funktsiy>.
11. Индурайн. Квантовая хромодинамика: Введение в теорию кварков и глюонов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 288 с.
12. Иоффе, Б.Л. Физика элементарных частиц: квантовая хромодинамика. В 2 т. Том 2: учеб. пособие для вузов / Б.Л. Иоффе, Л.Н. Липатов, В.С. Фадин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 344 с. (Серия: Авторский учебник).
13. Кадменский, С.Г., Фурман В.И. Альфа-распад и родственные ядерные реакции. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 221 с.
14. Карпенков, С.Х. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов. – М.: Академический Проект, 2000. Изд. 2-е, испр. и доп. – 639 с.
15. Кварк. Википедия [ru.wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org) Кварк
16. Клоуз, Ф. Кварки и партнеры / пер. с англ.. – М.: Мир, 1982. – 438 с.
17. Коровин, Н.В. Общая химия.: Высш. школа. 2007. – 558 с.
18. Крайнов, В.П. Лекции по микроскопической теории атомного ядра. – М.: Атомиздат, 1973. – 224 с.
19. Малахов, В.В. Основы теории атомного ядра. 2-ое изд. – М.: Наука, 1967. – 512 с.
20. Натаф, Р. Модели ядер и ядерная спектроскопия. – М.: Мир, 1968. – 404 с.
21. Наумов, А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Просвещение, 1984. – 357 с.
22. Николис, Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. От диссипативных структур и упорядоченности через флуктуаций. Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
23. Оболочечная модель ядра. [studme.org](https://studme.org)>... matematika... fizik/obolochchnaya\_model
24. Окунь, Л.Б. Физика элементарных частиц. – М.: Наука, 1988. – 274 с.
25. Поликарпов, С.М. Необычные ядра и атомы. – М.: Наука, 1977. – 152 с.
26. Протон-протонный цикл. Википедия [ru.wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org) Протон-протонный цикл.
27. Рейнуотер, Дж. Как возникла модель сферических ядер. Успехи физических наук, 1976, Том 120. Вып. 4, с. 529-541. (Нобелевская лекция по физике 1975 г.) Наука, 1988. – 274 с.
28. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. -3-е издание, стереотипное. – М.: Физматлит, 2002. Т. V. Атомная и ядерная физика. – 784 с. – ISBN 5-9221-0230-3.
29. Сироткин, О.С., Сироткин Р.О. Химия (Основы единой химии). КНОРУС. – Москва, 2014. – 264 с.
30. Ситенко, А.Г. Теория ядерных реакций. – М.: Энергоатомиздат. – 1983. – 352 с.
31. Ситенко, А.Г., Тартаковский В.К.. Лекции по теории ядра. – М.: Атомиздат, 1972. – 352 с.
32. Слив, М.И. Стрикман, Л.Л. Франкфурт. Проблемы построения микроскопической теории ядра и квантовая хромодинамика, Успехи физических наук, 1976, Том 145. Вып. 4. С. 553-592.
33. Тарасов, Л.В. Современная физика в средней школе. – М.: Просвещение, 1990. – 288 с.
34. Угай, Я.А. Общая и неорганическая химия. Высшая школа, Москва, 1997. – 527 с.
35. Утелбаев, Б.Т., Сулейменов Э.Н., Утелбаева А.Б. Гипотеза об элементарных носителях тепловой энергии. В кн. Современные проблемы науки и образования. – М.: Издательский дом Академии Естествознания. – 2021. – Т. XXI. – С. 85.
36. Фейнман, Р. Взаимодействие фотонов с адронами / пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 390 с.
37. Фейнман, Р., Лейтон Р., Сендс М. Электродинамика. – Москва: АСТ, 2020. -Т. 4. -352 с. – (Фейнмановские лекции по физике). – ISBN 978-5-17-113012-1
38. Физическая химия / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высшая школа, 1982. – 687 с.
39. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3-х т. Под ред. Г.С. Ландсберга. Т. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. 10-е изд., перераб. – Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. – 656 с.
40. Яворский, В.М., Селезиев Ю.А. Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и для самообразования -4-изд., испр.- М.: Наука.- Гл. ред. физ.- мат. лит., 1989. – 576 с.
41. Ядро свинца оказалось «толстокожим» – N+1 <https://nplus1.ru> > news > 2021/05/12 > pb-neutron-skin.
42. Brown, T.L. Chemistry – the Central Science, 7th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 1997. 991 p.
43. Chang, R. Chemistry, 6th Ed., McGraw Hill, New York, 1998. 992 p.
44. Gell-Mann, M. A Schematic Model of Baryons and Mesons. Physics Letters. **8** (3): 214-215. Bibcode: 1964PhL.....8.214G. DOI:10.1016/S0031-9163(64)92001-3.
45. Gell-Mann, M. The Interpretation of the New Particles as Displaced Charged Multiplets. II Nuovo Cimento. **4** (S2):848 – 866. Bibcode:1956NCim....4S.848G. DOI:10.1007/BF02748000.
46. Han, M.Y.; Nambu, Y. (1965). Three-Triplet Model with Double SU(3) Symmetry. Phys. Rev. **139** (4B): B.1006-B1010. Bibcode:1965PhRv..139.1006H.
47. Iwanenko, D.D., The neutron hypothesis, Nature **129** (1932) 798.
48. Kelter, P., Zumdahl S. Chemistry, 4th Ed., Houghton Mifflin, Boston, 1997. 453 p.
49. Pauling, L. General Chemistry. Dover Publications, Inc., New York, 1970. 992 p.
50. Utebayev, B.T., Suleimenov E.N., Utebayeva A., Zhanabai. Role of Atomic- Molecular Formation in Chemistry. eBook. Theory and Applications of Chemistry. 2019. Vol. 1. Chapter 7. P. 88.
51. Utebayev, B.T., Suleimenov E.N., Utebayeva A.B. Temperature and Elementary Carriers of Heat. eBook. Theory and Applications of Physical Science 2019. Vol. 1 Chapter 8. P.130.
52. Utebayeva, A.B., Zhanabay N., Suleimenov E.N. et al. The Nature of Bonds in the Atomic Structure of Substances // International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. 2022;12(2):059-073

53. Utelbayeva, A.B., Zhanabai, N., Suleimenov E.N. Electromagnetic Particles and Electromagnetic Field. eBook. New Frontiers in Physical Science Research, 2022. Vol. 5, Chapter 7. DOI: 10.9734/bps/nfpsr/V5/4269. ISBN: 978-87-959848-7-9.

Материал поступил в редакцию 14.01.23

## "ELECTROMAGNETIC PARTICLES": THE STRUCTURE OF THE NUCLEUS AND ATOMS

A.B. Utelbaeva<sup>1</sup>, N. Zhanabay<sup>2</sup>, E.N. Suleymenov<sup>3</sup>, B.T. Utelbaev<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> M. Auezov South Kazakhstan State University (Shymkent),

<sup>3,4</sup> Kazakh-British Technical University (Almaty), Kazakhstan

**Abstract.** In the nuclear-electronic system of atoms, it is proposed to have a new structure called the "core skeleton", which is a set of "electromagnetic particles". At the poles of the "core skeleton" there is a high value of the electric potential as a result of successive combinations of "electromagnetic particles". Thus, the strong electromagnetic interaction of the "core skeleton" manifests itself in the form of a nuclear force, which determines the shell structure of protons, neutrons and electrons in the atom, according to the structure-energy correspondence. A comparative characterization of the value of the Coulomb interaction forces of the "core skeleton" with a positron and an electron allows us to conclude that the electrons in the atoms are located outside the sphere of the nucleus, creating a proton-electron asymmetry. Proton-electron asymmetry and a high value of the potential at the poles of the "core skeleton", causes fluctuations in the charges of the dipoles of "electromagnetic particles" surrounding electrons, creating various forms of standing wave. In turn, the poles of elementary electric dipoles forming "electromagnetic particles" are connected by magnetic bipoles, the shapes of which are also changed by charge fluctuations. The stability of the nucleus depends on the structural and energetic location of the "core skeleton" in the atoms and is the driving force of the system to form symmetries and determines their interaction with other atoms or with each other forming "chemical individuals" of simple or complex substances.

**Keywords:** nucleus, electron, proton, atom, "core skeleton", standing waves, "electromagnetic particles".

621.822.61

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАДИАЛЬНЫХ ШАРИКОВЫХ ОДНОРЯДНЫХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Б.К. Ибилдаев<sup>1</sup>, А.С. Жумабаева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> кандидат технических наук,

<sup>1</sup> Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева (Астана), Казахстан

**Аннотация.** В данной статье рассматривается долговечность радиальных подшипников качения. Рассмотрены способы распределения нагрузки между телами качения, которые в основном зависят от жесткости корпуса, зазора посадки и радиального зазора подшипника. Подшипники качения транспортной, подъемно-транспортной, дорожно-строительной, сельскохозяйственной и т.п. техники в большинстве случаев устанавливаются в корпусных деталях, имеющих большие габаритные размеры. Наиболее распространенным дефектом подшипниковых узлов транспортных, подъемно-транспортных, дорожно-строительных, сельскохозяйственных машин является нарушение стабильности посадки. Увеличение зазора посадки приводит к повышению неравномерности распределения нагрузки между телами качения. Изменение радиального зазора подшипника также влияет на характер распределения нагрузки между телами качения. Распределение нагрузки между телами качения в каждом конкретном случае отличается друг от друга.

**Ключевые слова:** подшипник качения, транспортная техника, распределенная нагрузка, радиальный подшипник, напряжение, радиальный зазор.

### 1. Введение

Процесс разрушения рабочих поверхностей деталей подшипников качения весьма сложен и зависит в основном от величины повторных контактных напряжений, возникающих на поверхностях качения [7, 9, 11]. Поэтому наиболее эффективным путем повышения долговечности подшипников качения является снижение величины контактных напряжений. Как показали исследования, проведенные различными авторами [2-6, 8], значительное влияние на величину контактных напряжений, а вместе с тем и на долговечность подшипников, оказывает распределение внешней нагрузки между телами качения, которая зависит как от параметров подшипника, так и от параметров подшипникового узла.

Формула [10]

$$h = \frac{\left(\frac{C}{Z}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot \frac{1}{n}}{P_0^{3,33}} \quad (1)$$

где  $h$  – долговечность подшипника;

$C$  – коэффициент работоспособности подшипника.

$n$  – частота вращения подшипника.

$Z$  – число тел качения.

$P_0$  – нагрузка на наиболее нагруженное тело качения, показывает, что сравнительно небольшое изменение  $P_Q$  влечет за собой значительное изменение долговечности подшипника. Чем более равномерно распределена между телами качения внешняя нагрузка, тем меньше  $P_Q$  и тем более долговечен подшипник.

### 2. Методы

Распределение нагрузки между телами качения в основном зависит от жесткости корпуса, зазора посадки и радиального зазора подшипника.

Подшипники качения транспортной, подъемно-транспортной, дорожно-строительной, сельскохозяйственной и т.п. техники в большинстве случаев устанавливаются в корпусных деталях, имеющих большие габаритные размеры. Такие детали можно считать абсолютно жесткими.

Наиболее распространенным дефектом подшипниковых узлов вышеперечисленных машин является нарушение стабильности посадки. Увеличение зазора посадки приводит к повышению неравномерности распределения нагрузки между телами качения.

Изменение радиального зазора подшипника также влияет на характер распределения нагрузки между телами качения.

Распределение нагрузки между телами качения в каждом конкретном случае отличается друг от друга. Наиболее характерными случаями являются: подшипник с радиальным зазором  $S_{\phi} = 0$  установлен в корпус с натягом (рисунок 1, а); подшипник с радиальным зазором  $S_{\phi} > 0$  установлен в корпус с натягом (рисунок 1, б); подшипник с радиальным зазором  $S_{\phi} = 0$  установлен в корпус с зазором посадки (рисунок 1, в); подшипник с радиальным зазором  $S_{\phi} > 0$  установлен в корпус с зазором посадки (рисунок 1, г).

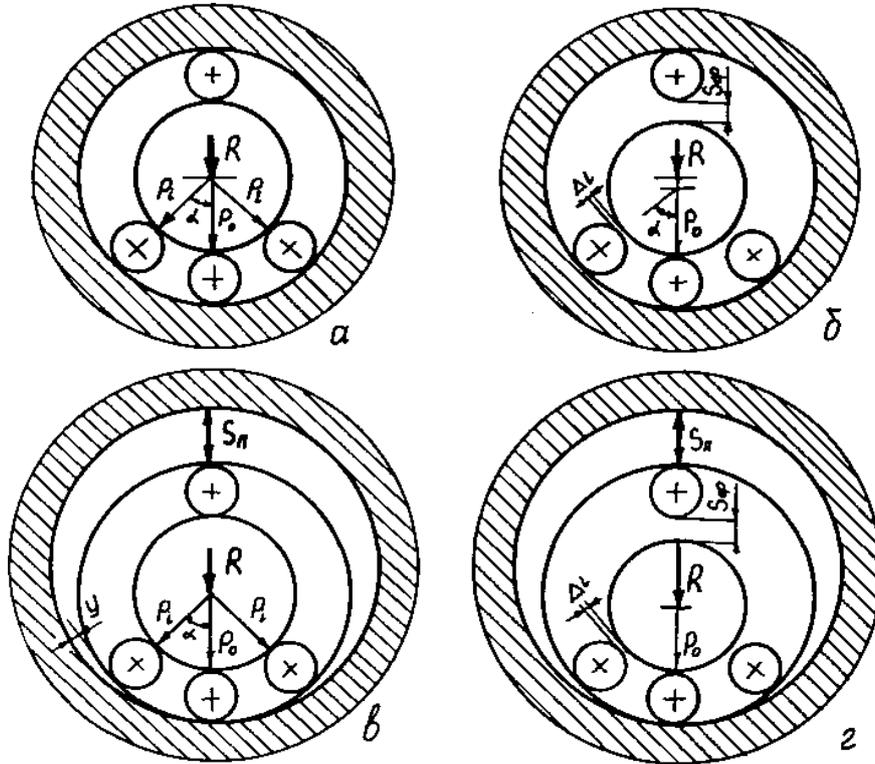


Рис. 1. Наиболее характерные случаи распределения нагрузки между телами качения.

$R$  – нагрузка на подшипник;  $P_0$  – нагрузка на наиболее нагруженное тело качения;  $P_i$  – нагрузка на боковые тела качения;  $S_n$  – зазор посадки;  $S_{\phi}$  – радиальный зазор подшипника;  $\gamma$  – прогиб кольца;  $\Delta_i$  – зазор между боковым телом качения и беговыми дорожками, а – при  $S_{\phi} = 0$ ; б – при  $S_{\phi} > 0$ ; в – при  $S_{\phi} = 0$  и  $S_n > 0$ ; г – при  $S_{\phi} > 0$  и  $S_n > 0$

Задача о распределении нагрузки между телами качения для первого случая впервые была решена Р. Штрибеком [12]. Решение данной задачи выполнено при условии отсутствия упругих перемещений наружного кольца подшипника относительно корпуса и все тела качения имеют равную площадь контакта с беговыми дорожками. В результате была получена зависимость

$$P_0 = \frac{4,37 R}{z} \quad (2)$$

где  $R$  – нагрузка на подшипник.

В случае установки подшипника качения с радиальным зазором  $S_{\phi} > 0$  в корпус с натягом передача нагрузки на боковые тела качения может произойти только при условии

$$\Delta_i = \frac{\delta_0}{\cos \alpha_i}, \quad (3)$$

где  $\delta_0$  – деформации в точках контакта центрального тела качения с беговыми дорожками.

В данном случае нагрузка на наиболее нагруженное тело качения определяется по формуле

$$P_0 = \frac{5R}{z} \quad (4)$$

Таким образом, при увеличении радиального зазора нагрузка на наиболее нагруженное тело качения увеличивается.

### 3. Результаты и обсуждение

Распределение нагрузки между телами качения в случаях, когда подшипник с радиальным зазором  $S_{\phi} = 0$  и  $S_{\phi} > 0$  установлен в корпус с зазором посадки (рисунок 1, в, г) рассмотрено в работе [1]. Распределение нагрузки зависит от прогиба наружного кольца  $u$  и зазора посадки  $S_n$ .

Аналитическое решение данной задачи предоставляет большие трудности, так как подшипник качения в этом случае представляет статически неопределимую систему.

Для упрощения задачи автором [1] был принят частный случай, т.е. рассмотрен подшипник 307 с радиальным зазором  $S_{\phi} = 0$ , установленный на горизонтальной плоскости и нагруженный радиальной нагрузкой  $R$ . В результате была получена зависимость

$$P_0 = \frac{6,44 R}{z} \quad (5)$$

### 4. Выводы

Анализ формул (2, 4, и 5) показывает, что увеличение зазора посадки приводит к повышению нагрузки на наиболее нагруженное тело качения.

Для подшипника с радиальным зазором  $S_{\phi} > 0$  установленного с зазором посадки (рисунок 1, г), коэффициент 6,44 в выражении (5) должен еще более возрасти.

Подводя итоги проведенного анализа, можно сделать вывод, что для снижения неравномерности распределения нагрузки между телами качения необходимо обеспечить стабильность посадок подшипников и разработать способы разгрузки наиболее нагруженного тела качения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабусенко, С.М. Исследование износа и долговечности подшипниковых узлов тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. Дис... канд. техн. наук. – М.: 1963. – 145 с.
2. Волохович, М.Ф. К вопросу о влиянии жесткости корпуса на распределение нагрузки между шариками в шарикоподшипнике. Труды Одесского политехнического института, том. 17, М., 1958. – С. 219-222.
3. Иванов, Б.А., Мажов Б.Д. К вопросу об оптимальном распределении нагрузки по телам качения в подшипниках. В кн. Динамика и прочность механических систем. – Пермь, 1972. – С. 167-172.
4. Ковалевский, А.М. Повышение работоспособности подшипников качения в буксах подвижного состава и некоторых узлах машин и оборудования. – Дис... канд. техн. наук. – М.: 1954. – 225 с.
5. Мажов, Б.Д. Исследование некоторых вопросов оптимизации подшипниковых узлов качения с арочными корпусами. – Дисс... канд. техн. наук. – Пермь, 1974. – 196 с.
6. Павлецова, Н.К. Исследование влияния некоторых конструктивных параметров металлопластмассовых опор на работоспособность цилиндрических роликоподшипников. – Дис... канд. техн. наук. – Пермь, 1975. – 162 с.
7. Пинегин, С.В. Контактная прочность в машинах. – М.: Машиностроение, 1965. – 192 с.
8. Поперека, М.Я. Влияние жесткости корпуса на распределение нагрузки по элементам радиального подшипника. – Доклады АН Тадж. ССР, вып. XIV, 1955. – С. 65-69.
9. Сприщевский, А.И. Износ подшипников качения. – В кн.: Подшипники качения. – М.: Машгиз, 1961. – С. 326-335.
10. Сприщевский, А.И. Подшипники качения. – М.: Машгиз, 1969. – 632 с.
11. Эрлих, Л.Б. Природа питтинга. – М.: Подшипник, 1940. – № 11. – С. 13-15.
12. Stribeck, R. Kugellager fur beliebige belastugen Z.VDJ, 1901, Bd. 45.

Материал поступил в редакцию 22.02.23

## STUDY OF THE DURABILITY OF SINGLE-ROW RADIAL BALL BEARINGS

**B.K. Ibildaev<sup>1</sup>, A.S. Zhumabaeva<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Candidate of Technical Sciences

<sup>1</sup> S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,

<sup>2</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** This article discusses the durability of radial rolling bearings. The methods of load distribution between rolling elements are considered, which mainly depends on the rigidity of the housing, the landing clearance and the radial clearance of the bearing. Rolling bearings of transport, lifting and transport, road construction, agricultural, etc. equipment in most cases are installed in body parts with large overall dimensions. The most common defect of bearing units of transport, lifting, road construction, agricultural machinery is a violation of the stability of the landing. An increase in the landing gap leads to an increase in the unevenness of the load distribution between the rolling elements. The change in the radial clearance of the bearing also affects the nature of the load distribution between the rolling elements. The load distribution between the rolling elements differs from each other in each case.

**Keywords:** rolling bearing, transport equipment, distributed load, radial bearing, tension, radial clearance.

УДК 681.3:004

## ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА НАСКАЛЬНЫХ РИСУНКОВ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН И КОНТИНЕНТОВ

А.К. Кязим-Заде<sup>1</sup>, Н.Г. Курбанова<sup>2</sup><sup>1,2</sup> кандидат технических наук, доцент<sup>1</sup> Азербайджанский университет архитектуры и строительства,<sup>2</sup> Азербайджанский медицинский университет (Баку), Азербайджан

**Аннотация.** В статье приведены примеры петроглифов России, Азербайджанской Республики, стран Средней и Центральной Азии, Африки и других стран. Определены и исследуются информативные признаки наскальных рисунков. Рассмотрен ряд наскальных изображений оленей, козлов различных стран. Приведены их графики плотности распределения как по оси ОХ, так и по оси ОУ. Данные графики являются одним из дополнительных информативных признаков наскальных изображений. Проведен корреляционный анализ изображений по обеим осям координат. Определен перечень информативных признаков петроглифов. Приведена структура информационно-поисковой системы. По информативным признакам происходит процесс распознавания и идентификации петроглифов.

**Ключевые слова:** информативные признаки, петроглифы, наскальные изображения, информационно-поисковая система, симметрия, плотность распределения, распознавание, идентификация.

**1. Введение.** Наскальные рисунки древние люди выбивали на камнях, наносили краской в пещерах. Самые древние наскальные рисунки, или петроглифы, относятся к эпохе палеолита. Они являются уникальным источником информации о жизни в далеком прошлом наших предков, и привлекают к себе внимание ученых историков, археологов, искусствоведов, зоологов, этнографов, лингвистов, фольклористов, а также исследователей из других областей науки. Эти памятники выявлены практически по всему земному шару. В 120 странах мира обнаружено более 35 миллионов петроглифов. Петроглифы найдены в России (Томская писаница, Елангаш, Джалгизтобе, Калбак-Таш) [2], в Азербайджане (Гобустан) [1], в Средней Азии (СаймалыТаш) [5], и в других странах континентов мира. С течением времени наскальные изображения, как и все существующее, подвергаются исчезновению. Поскольку петроглифы находятся под открытым небом на них влияют как природные явления (солнце, воздух, погода, ветер, дожди, оползни, землетрясения и т.д.), так и субъективные (человеческий фактор). Сохранение наскальных изображений для последующих поколений является задачей нынешнего поколения значение которой невозможно переоценить. Особую роль в исследованиях петроглифов имеют современные компьютерные и информационные технологии.

### 2. Постановка задачи.

Для сохранения изображений наскальных рисунков используются все современные доступные средства (печатные издания, электронные носители информации, архивы и т.д.). Проведение работ по созданию баз данных, информационно-поисковых систем петроглифов как отдельных стран, заповедников, так и объединение их по континентам позволит: а) сохранить изображения петроглифов для последующих поколений; б) исследовать и анализировать по различным параметрам, оставленные нам нашими предками произведения древнего искусства.

Для создания информационно-поисковых систем петроглифов, ввиду огромного количества наскальных изображений необходимо определить информативные признаки петроглифов, и решить задачу по распознаванию и идентификации наскальных изображений.

Для решения задачи распознавания и идентификации петроглифов необходимо применение современных компьютерных и информационных технологий, разработка методов и способов распознавания и идентификации наскальных рисунков.

**3. Решение.** Найденные на различных континентах и странах наскальные изображения людей (рис. 1а), животных (рис. 1б), птиц, рыб (рис. 1с), растительности, лодок, сцен охоты (рис. 1д), празднования и т.д. [1, 2, 5] показывают, что несмотря на огромные расстояния и разграничения океанами и морями, имеются схожести жизни быта, домашнего обихода, животного мира и т.д. Имеются и различия, указывающие на уникальность данной местности, по сравнению с другими. Также имеются и схожесть, и расхождения в технических решениях каких-либо конструкций. Например, нарисованные изображения лодок в различных заповедниках выглядят по-разному (рис. 2) [1]. Естественно, что изображение лодок свойственно только для месторождений, расположенных вблизи рек, морей и океанов.

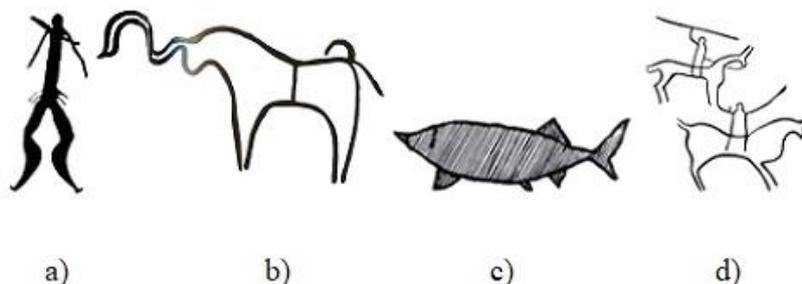


Рис. 1. Примеры наскальных изображений

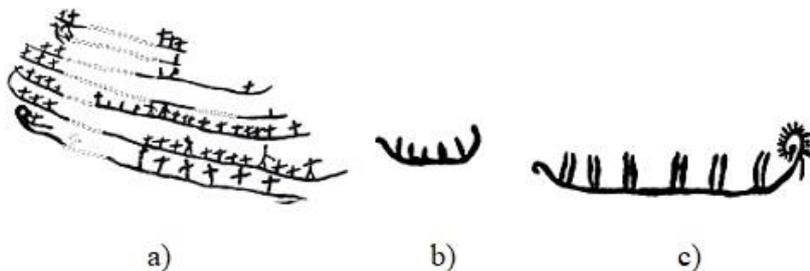


Рис. 2. Примеры изображений лодок

Гобустанский государственный историко-художественный заповедник [1] является наиболее известным в мире местом Азербайджанских петроглифов. Также известны в мире петроглифы Средней и Центральной Азии [5]:

1. Памиро-Алай;
2. Западный Тянь-Шань;
3. Центральный Тянь-Шань;
4. Северное Притяньшанье;
5. Джунгарский массив.

Большое количество петроглифов также имеется в Саяно-Алтайском крае. Особенный интерес для исследователей петроглифов этого края проявляется в исследовании сюжетных композиций [2]. Петроглифы известны на территориях:

1. Тарбагатай, Чингиз-тау, верховья Иртыша;
2. Горный Алтай;
3. Монгольский и Гобийский Алтай;
4. Западный Саян.

По содержанию и форме петроглифы можно разделить на следующие основные группы:

1. Изображения живых существ (люди, дикие животные, домашние животные, птицы, рыбы и т.д.);
2. Изображения предметов быта (домашний обиход, орудия труда, предметы, предназначенные для охоты и т.д.);
3. Растительные элементы (деревья, кустарники, цветы и т.д.)
4. Сцены труда, охоты.
5. Элементы различной формы; и т.д.

Рассмотрим некоторые информативные признаки наскальных изображений. Петроглифы имеют предназначение к континенту, стране, к определенному заповеднику, горной местности, различные геометрические размеры (от нескольких сантиметров, до нескольких метров). Многие из них, естественно, являются несимметричными. Однако встречаются и симметричные, или близко относящиеся к зеркальной симметрии рисунки. На рис. 3а, b, c, d, e, f приведены примеры изображений симметричных рисунков российских петроглифов [2, 4].

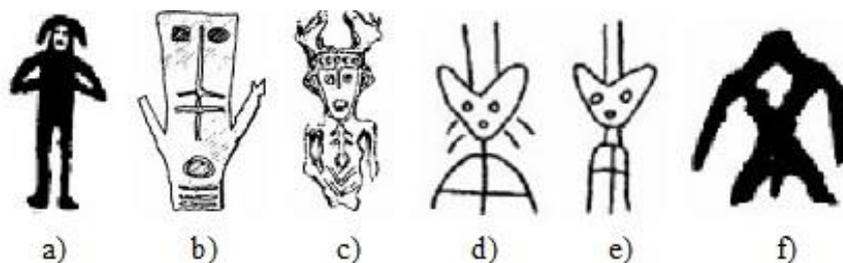


Рис. 3. Примеры симметрий в петроглифах России

В работе [3] были рассмотрены информативные признаки Гобустанского заповедника. В перечень наблюдаемых информативных признаков добавлены и информативные признаки, разработанные с помощью информационных технологий. Как, например, плотность распределения графиков петроглифов. Данный параметр, наряду с остальными информативными признаками, используется при проведении процесса распознавания и идентификации наскальных изображений. При этом обязательны сравнения плотности распределения как по оси ОХ, так и по оси ОУ.

В качестве примера нами представлены графики плотности распределения наскальных изображений рисунков оленей (рис. 4) Гобустанского заповедника, а также горных козлов (рис. 5) различных географических регионов Европы и Азии.

На рис. 4а, b, c, d, e представлены изображения рисунков наскальных изображений оленей. На рис. 4а1, b1, с1, d1, e1 графики плотности распределения соответствующих рисунков по оси ОХ, а на рис. 4а2, b2, с2, d2, e2 графики плотности распределения соответствующих рисунков по оси ОУ. Данное обозначение соответствует и для горных козлов (рис. 5).

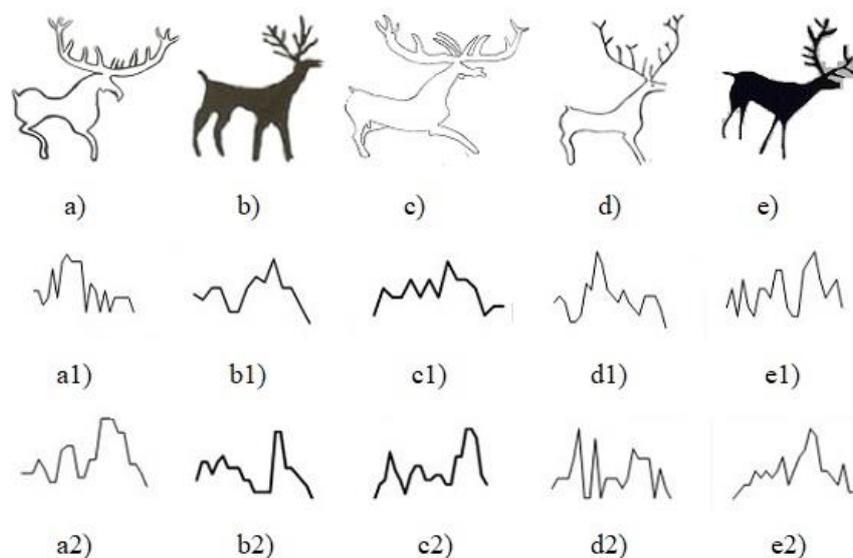


Рис. 4. Изображение наскальных изображений оленей (Гобустан)

В таблицах 1, 2 показано, что для каждой пары наскальных рисунков был применен корреляционный анализ, вычислены коэффициенты корреляции и приведены их достоверности. Причем все параметры были рассчитаны как по оси ОХ, так и по оси ОУ.

Таблица 1

№	Коды рис. 4	Наименование	Принадлежность региону	Выборка n		Коэф. корреляции		Достоверность P	
				X	Y	X	Y	X	Y
1	a-b	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	-0,27	0,67	>0,05	<0,001
2	a-c	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,01	0,64	>0,05	<0,001
3	a-d	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	-0,54	0,22	<0,01	>0,05
4	a-e	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,16	0,54	>0,05	<0,01
5	b-c	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,44	0,36	<0,05	>0,05
6	b-d	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	-0,06	0,50	>0,05	<0,05
7	b-e	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,46	0,46	<0,05	<0,05
8	c-d	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,11	0,32	>0,05	>0,05
9	c-e	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,13	0,2	>0,05	>0,05
10	d-e	Олень Олень	Гобустан Гобустан	24	24	0,28	0,18	>0,05	>0,05

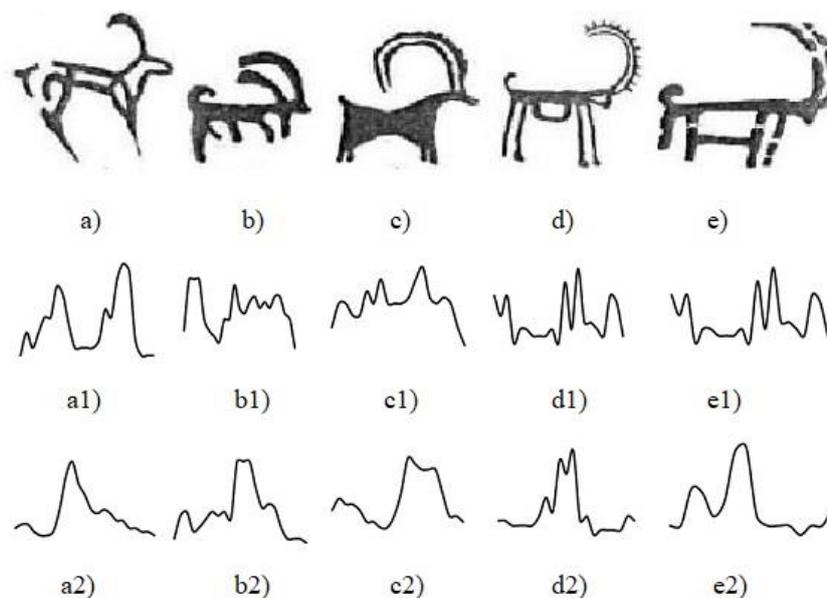


Рис. 5. Изображение наскальных изображений козлов  
 а) Гобустан, б) Монголия, в) Средняя Азия, д) Гобустан, е) Тянь-Шань

Таблица 2

№	Коды рис.5	Наименование	Принадлежность региону	Выборка n		Кэф. корреляции		Достоверность P	
				X	Y	X	Y	X	Y
1	a-b	Козел Козел	Гобустан Монголия	24	24	-0,03	0,53	>0,05	<0,01
2	a-c	Козел Козел	Гобустан Ср. Азия	24	24	0,05	0,09	>0,05	>0,05
3	a-d	Козел Козел	Гобустан Гобустан	24	24	-0,38	0,71	>0,05	<0,001
4	a-e	Козел Козел	Гобустан Тянь-Шань	24	24	-0,00	0,58	>0,05	<0,001
5	b-c	Козел Козел	Монголия Ср. Азия	24	24	0,25	0,47	>0,05	<0,05
6	b-d	Козел Козел	Монголия Гобустан	24	24	0,11	0,48	>0,05	<0,05
7	b-e	Козел Козел	Монголия Тянь-Шань	24	24	0,07	0,23	>0,05	>0,05
8	c-d	Козел Козел	Ср. Азия Гобустан	24	24	0,06	-0,06	>0,05	>0,05
9	c-e	Козел Козел	Ср. Азия Тянь-Шань	24	24	0,12	-0,53	>0,05	<0,01
10	d-e	Козел Козел	Гобустан Тянь-Шань	24	24	0,06	0,51	>0,05	<0,01

Рассмотрев и проанализировав большинство характерных наскальных и пещерных изображений, нами выявлены и определены информативные признаки, на основании которых происходит их классификация. В данный список информативных признаков входят:

- эпоха;
- континент;
- страна;
- наименование территории расположения наскальных изображений;
- название пещеры, горы;
- номер рисунка;
- изображение рисунка;
- имя рисунка;
- время создания рисунка;
- геометрические размеры рисунка;
- дополнительные штрихи на рисунке, внесенные более поздним сроком;

- плотность распределения рисунков петроглифов
- симметричность и асимметричность рисунка.

Данный перечень информативных признаков используется в информационно-поисковой системе петроглифов.

Структура разработанной информационной системы петроглифов стран мира представлена на рис. 1

Информационная система построена по иерархическому принципу. На верхнем уровне системы (I) представлены континенты земного шара, а на следующем уровне страны континентов (II). Имеющие заповедники в странах мира включены в третьем уровне (III).

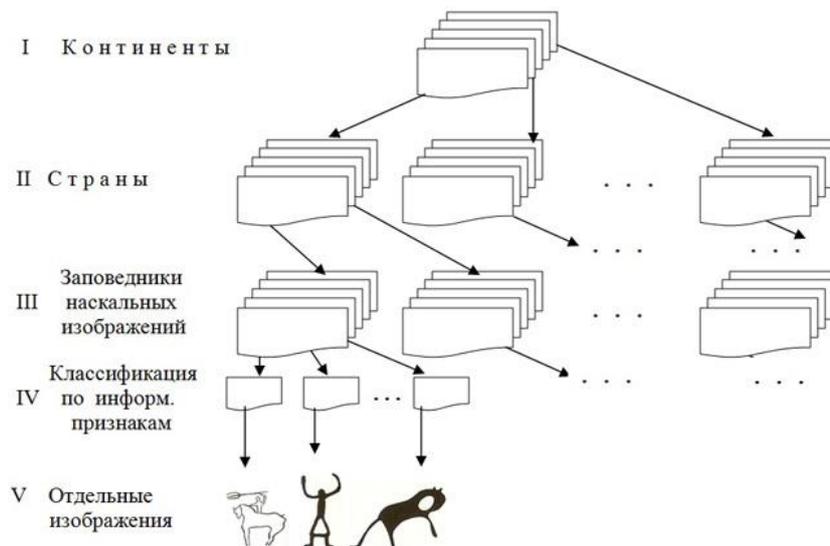


Рис. 6. Структура информационной системы петроглифов стран мира

Классификация петроглифов по информативным признакам проводится для каждого заповедника отдельно, поскольку наряду с общими признаками имеются специфические (IV). Так, например, в ряде стран (Норвегия, Франция – пещера Ляско и т.д.) обнаружены цветные наскальные изображения. В зависимости от географического местоположения заповедника (у берега моря, океана, в глубине материка, у горных подножий, на открытых равнинных территориях) меняется и тематика петроглифов (V). Различия в изображениях людей, животных, домашнего обихода, быта и т.д., зависят от исторического периода, которому принадлежит заповедник.

**4. Выводы.** Нами были проанализированы пещерные рисунки стран Европы, Азии, Африки. На данных рисунках изображены животные, люди, сцены охоты, корабли и т.д. Имеются и достаточно сложные рисунки, требующие научного анализа. Исследования наскальных изображений проводились на определения наличия симметрии как в изображениях в целом, так и в отдельных частях. Исследования показали, что более 90 % всех исследуемых пещерных наскальных произведений относятся к классу асимметричных. Для определения изображенного предмета затрачивается труд специалистов из различных областей науки и техники. Определены и представлены информативные признаки наскальных и пещерных рисунков стран мира различных континентов.

Данные наскальные произведения представляют интерес для специалистов различных областей науки, техники, сферы искусства, компьютерных и информационных технологий, и т.д.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джафарзаде, И.М. Гобустан. Наскальные изображения / И.М. Джафарзаде. – Баку, YNE-1999.
2. Ковтун, И.В. Петроглифы висящего камня и хронология томских писаниц. Кузбассвузиздат / И.В. Ковтун. – Кемерово, 1993.
3. Кязим-заде, А.К. Определение информативных признаков петроглифов Гобустана. / А.К. Кязим-заде // 10-я Международная Междисциплинарная Научно-практическая Школа- Конференция “Современные проблемы науки и образования” г. Харьков- 30 апреля – 10 мая 2010.
4. Кязим-заде, А.К. Симметрия в наскальных рисунках / А.К. Кязим-заде // V международная конференция «Симметрии: Теоретические и Методические Аспекты» г. Астрахань, 10-14 сентября 2014.
5. Шер, Я.А. Петроглифы Средней и Центральной Азии. / Я.А. Шер. – М.: 1980. – 328 с.

Материал поступил в редакцию 08.02.23

## INFORMATION SEARCH ENGINE FOR ROCK PAINTINGS OF VARIOUS COUNTRIES AND CONTINENTS

A.K. Kyazim-Zade<sup>1</sup>, N.G. Kurbanova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup> Azerbaijan University of Architecture and Construction,

<sup>2</sup> Azerbaijan Medical University (Baku), Azerbaijan

**Abstract.** *The article provides examples of petroglyphs of Russia, the Republic of Azerbaijan, the countries of Central and Central Asia, Africa and other countries. Informative signs of rock carvings are identified and investigated. A number of rock carvings of deer and goats from various countries are considered. Their distribution density graphs are given both on the OX axis and on the OY axis. These graphs are one of the additional informative features of rock carvings. The correlation analysis of images on both coordinate axes was carried out. A list of informative features of petroglyphs has been determined. The structure of the information retrieval system is given. According to informative signs, the process of recognition and identification of petroglyphs takes place.*

**Keywords:** *informative features, petroglyphs, rock carvings, information retrieval system, symmetry, distribution density, recognition, identification.*

УДК 621.315.592

## СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОРЕЗИСТИВНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОМПЕНСИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

С.С. Насриддинов<sup>1</sup>, А. Мавлянов<sup>2</sup>, Д.М. Есбергенов<sup>3</sup>, М.И. Маннанов<sup>4</sup><sup>1</sup> доктор технических наук, профессор кафедры,<sup>2</sup> кандидат физико-математических наук, доцент кафедры,<sup>3,4</sup> младший научный сотрудник НИИ физики полупроводников и микроэлектроники<sup>1,2</sup> Астраханский государственный технический университет в Ташкентской области,<sup>3,4</sup> Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека (Ташкент), Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье представлен технологический маршрут изготовления терморезисторов на основе кремния, легированного примесями переходных элементов. Показано, что получение терморезисторов на основе кремния, компенсированных атомами никеля и меди и устойчивых к внешним факторам, зависит от метода диффузии. Представлен способ получения контакта с использованием никелевых компенсаторов толщиной 130 мкм. Пайка контактов осуществляется в специальных печах с электронагревом в газовой среде, обладающей восстановительными свойствами по отношению к оксидам основных металлов.

**Ключевые слова:** технологический маршрут, терморезистор, кремний, компенсированный, никель, медь, диффузия, пайка.

Соблюдение теплового режима в современных электронных строениях является важной задачей. Поэтому для контроля температуры термочувствительных электронных приборов применяются электрические схемы с использованием температурных датчиков, таких как терморезистор.

Обыкновенный резистор имеет относительно стабильное сопротивление и может меняться при значительном нагреве. При изготовлении терморезисторов умышленно подбирают такие материалы, сопротивление которых зависит от температуры. По сути, терморезистор представляет собой полупроводниковое устройство, сопротивление которого зависит от температуры. Терморезисторы являются, по сути, переменными резисторами, сопротивление которых изменяется не механическим способом, а зависит от степени нагрева и температурных характеристик применяемых полупроводниковых материалов [4]. Авторами разработан технологический маршрут разработки терморезисторов. В качестве примеси был выбран Ni и Cu.

Получение терморезисторов на основе кремния, компенсированных атомами никеля и меди, устойчивых к внешним факторам, осуществляется по следующему технологическому маршруту:

- резка кремниевых слитков типа КЭФ-5, КЭФ-20, КЭФ-40, КЭФ-50, КЭФ-120 на пластины толщиной 500-2000 мкм на установке «Алмаз»;
- механическая полировка полученных кремниевых пластин;
- химическая полировка полученных кремниевых пластин;
- разделение кремниевых пластин на кристаллы необходимого размера;
- закрытые кварцевые ампулы с одной стороны;
- помещение вырезанных образцов кремния, а также необходимое количество атомов никеля или меди в кварцевые ампулы;
- получение вакуума в кварцевых ампулах выше  $P \approx 10^{-6}$  мм.рт.ст.;
- закрытые кварцевые ампулы с другой стороны;
- помещение кварцевых ампул в термический реактор (электрическую печь);
- диффузия атомов легирующих примесей никеля или меди из газообразного состояния для компенсации образцов кремния;
- по истечении времени диффузии ампулы вынимаются из термического реактора и охлаждаются с разной скоростью;
- получение образцов путем разбивания кварцевых ампул;
- химическая очистка поверхности образцов кремния;
- измерение электрофизических параметров образцов кремния;
- химическая очистка (травление) поверхности терморезисторов;
- вакуумное напыление металлических титана и никеля для формирования омических контактов в терморезисторах;
- покрытие контактной поверхности терморезисторов жидкостным контактом;
- припайка выходных электродов к терморезисторам;
- измерение и контроль электрофизических параметров терморезисторов;
- герметизация терморезисторов эпоксидным компаундом и маркировка [9].

Выбран наиболее оптимальный способ диффузии из перечисленных в технологической маршрутной карте. Для диффузии примесных атомов мы выбрали химический метод осаждения. Химическое осаждение металлических пленок основано на каталитическом восстановлении металла из раствора без применения электрического тока. Часто применяют химическое никелирование и золочение. Например, нанесение никеля на кремний n-типа осуществляется из фосфорсодержащего раствора, что позволяет значительно снизить контактное сопротивление по сравнению с термовакуумным напылением примесей. В работе [7] предложен раствор для химического осаждения композиционных никелевых покрытий, содержащий серноокислый никель, уксусноокислый натрий, гипофосфит натрия и инертные частицы, отличающийся тем, что он дополнительно содержит препарат при следующем соответственно компонентов, г/л: Серноокислый никель – 20, Уксусноокислый натрий – 10, Гипофосфитная натрия – 10, Инертные частицы – 0,1-1,3, Хромоксан – 0,1-0,2.

Анализируя распространенные способы осаждения пленок и учитывая необходимость последующей термической диффузии примеси в объем кремния и получения воспроизводимых электрических, оптических и других характеристик кремния следуют выделить способ химического осаждения никеля на поверхности кремния, который не требует специальной аппаратуры и отличается простотой проведения процесса. В последние годы значительный интерес вызывают с точки зрения модификации свойств кремния, способы создания нанокристаллов, нанокластеров, нановключений в кремнии с целью создания приборных структур со стабильными свойствами [2-8]. Для изготовления датчиков температуры с требуемыми параметрами мы разработали технологию, состоящую из двух диффузионных процессов. **Первый из них выглядит следующим образом:**

- пластина кремния n-типа толщиной 330-290 мкм и удельным сопротивлением 4,5 Ом·см отполировали с одной стороны;
- затем пластину промывали в ультразвуковой ванне УЗГ 2-4М;
- после двукратного мытья деионизированной мыльной водой (1 литр) в течение 10 минут и промывали в чистой деионизированной воде;
- образец помещали в кварцевую ампулу;
- проводили отжиг в муфельной печи (при 800 °С в течение 1 часа), затем охлаждали до комнатной температуры;
- ампулу с образцом ломали;
- оксидный слой, образовавшийся при отжиге, травили в хлористой кислоте в течение 30 минут;
- образец высушивали под инфракрасной лампой;
- после этого проводили первую диффузию при температуре 1280 °С в течение 2 часов;
- затем производится перешлифовка до толщины 230-250 мкм;
- повторно промывали в ультразвуковой ванне 2 раза по 10 минут, в 1 л деионизированной воды с мылом, затем прополоскали в самой деионизированной воде;
- после этого снова проводили отжиг при 800 °С в течение 1 часа;
- затем образец помещали в раствор фтористого водорода на 2 часа;
- образец помещали в плавиковую кислоту на 8 минут;
- промывали в деионизированной воде в течение 2 минут;

**Второй процесс диффузии состоит из следующих этапов:**

- образец помещали в электролит на 1 минуту, его состав 5 литров дистиллированной воды, 210 граммов хлорида никеля, 300 граммов хлорида аммония, 450 граммов цитрата калия;
- в нагретый до 70-75°С гипофосфит (140 г) добавляли аммиак и перемешивали аммиак, добавляют постепенно до достижения кислотностью 7-8 рН;
- после этого на поверхность образца химическим способом осаждается никель;
- затем проводили диффузию никеля в кремний в интервале температур 300-1280 °С со скоростью 5 °С/мин в режиме повышения температуры [10].

При использовании этой технологии был получен эффективный термисторы на основе компенсированного n-типа кремния с удельным сопротивлением  $10^4$  -  $10^5$  Ом·см. Чтобы вырезать образцы нужного размера, на их поверхность нанесли фоторезист с помощью фотошаблонов. Фоторезист – светочувствительная полимерная пленка, изменяющая свои физико-химические свойства под действием света и устойчивая к химическим и механическим реакциям [11, 12].

В данной работе использовался позитивный фоторезист ФП-3515-27. Используется в фотолитографических процессах контактного и проекционного экспонирования в производстве интегральных схем с уровнем интеграции не менее 256 Кбит, полупроводниковых приборов, металлизированных шаблонов, шкал, сеток, печатных плат. Обеспечивается линейность критических размеров без отклонений, широту экспонирования и отличную глубину фокусировки.

Экспонирование осуществляется источником излучения с g-линией в спектре или широким спектром ртутной лампы. Пленка фоторезиста проявляется в водном растворе едкого натрия или тетраметиламмония гидроксида. ФП-3515-27 является прямым аналогом фоторезистов Microposit S1813 и Microposit S1815 [13].

В таблице 1 и 2 приведен показательные параметры ФП-3515-27.

Таблица 1

Наименование показателя	Норма показателя
Внешний вид	Вязкая прозрачная жидкость желто-коричневого цвета
Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с	20,0-24,0
Фильтруемость, г-л, не более	0,010
Разрешающая способность пленки фоторезиста, мкм	1
Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,4-1,6
Адгезия пленки фоторезиста к поверхности окисла кремния	Отсутствие отслаивания элементов шириной 2 мкм
Устойчивость пленки фоторезиста в проявителе, мин, не менее	5,0

Таблица 2

## Рекомендации по применению фп-3515-27

Наименование операции	Режимы проведения операции
Нанесение	Центрифугирование при скорости вращения 3000 об/мин: время вращения центрифуги 60 с.
Сушка	Пластины с пленкой фоторезиста выдерживают: - в скафандре при температуре (18-25) °С в течение 20 мин; - в термошкафу при температуре (97±3) °С в течение 20 мин; - в скафандре при температуре (18-25) °С в течение 30 мин.
Экспонирование	Светочувствительность пленки фоторезиста толщиной (1,4-1,6) мкм приблизительно 40 мДж/см <sup>2</sup> .
Проявление	Проявитель 0,5%-ный (0,125 н) водный раствор NaOH; время проявления (30-60) с.
Термообработка	В термошкафу при температуре 120 °С в течение 20 мин.
Удаление	Пленка удаляется обработкой в нагретом до (60-80) °С N, N-диметилформамиде или в смеси его с 5% триэтаноламином.

**Фоторезист наносился следующим образом:**

- фоторезист пропускается через фильтровальную бумагу.
  - на одну сторону образца наливается фоторезист.
  - фоторезист вращается в центрифуге так, чтобы он полностью покрывал поверхность образца.
  - помещается в печь с температурой 100 °С на 30 минут.
  - шаблон очищается и исследуется под микроскоп.
  - с другой стороны образца помещается шаблон
  - выдерживается под инфракрасным светом в течение 1 минуты.
  - затем вводятся в калиевая щелочь
  - промывается в деионизированной воде в течение 3 минут.
- Помещается в печь с температурой 100 °С на один час.  
Образец, нанесенный фоторезистом, приведен на рис. 1.

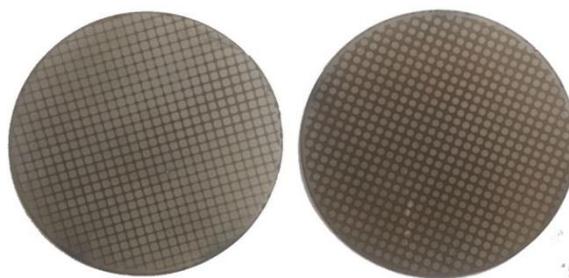


Рис. 1. Изображение нанесенного фоторезиста

После нанесения фоторезиста на образец готовят поглотитель. Состав растворителя следующий: смешать один объем плавиковой кислоты с восемью объемами азотной кислоты в полиэтиленовой емкости. Эта смесь заливается в емкость специального вращающегося устройства. Чаша устройства вращается под углом 25 градусов. На рис. 2. показано устройство для процесса травления. Образцы помещали в кассету и опускали в чашу. Чаша устройства вращается 3600 раз в час под углом 25 градусов. Растворенные кристаллы попадают в чашу через специальную прорезь. Контейнер удаляли через 14 минут. В процессе вращения травленные кристаллы попадают на дно чаши и промываются в ионизированной воде. Кассету опускают во вращающуюся чашу до полной кристаллизации образца.

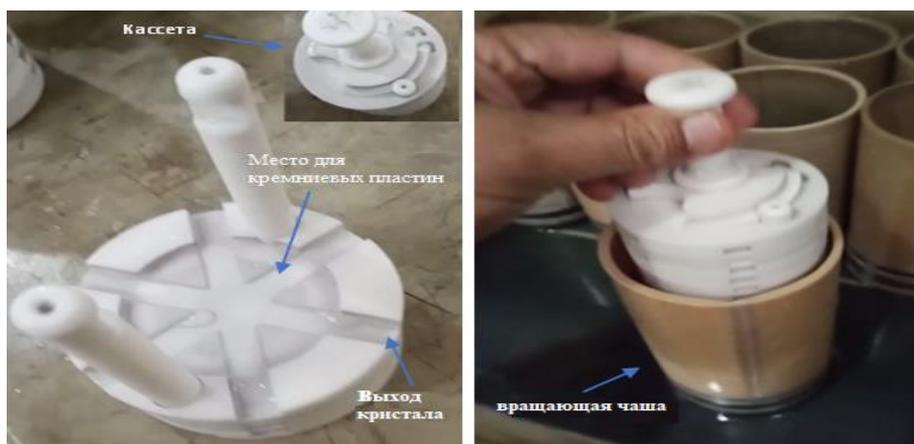


Рис. 2. Устройство для разделения образца на кристаллы

Процесс повторяется каждые 12 секунд. Процесс разложения останавливается, когда на дне вращающегося контейнера не остается кристаллов. На рис. 3. показано разделение образцов на кристаллы. Кристаллы промываются деионизированной водой и спиртом. Сушится при температуре 90 °С в течение 1 часа. Измеряются электрофизические параметры кристаллов, подбираются кристаллы с одинаковыми параметрами.



Рис. 3. Кристаллизация образцов

Следующий этап – процесс пайки контактов кристаллов. Контакты выполнены через луженые никелевые компенсаторы толщиной 130 мкм. Компенсаторы вырезаются из никелевых пластин диаметром 1,5 мм на специальных станках. Компенсаторы кипятятся в растворе толуола в течение 15 минут, затем тщательно промываются в деионизированной воде и сушатся. Образцы помещали в контейнер, показанный на рис. 4. Сначала помещали луженый компенсатор диаметром 1,5 мм, затем кристалл (образец), после образца компенсатор и закрывали крышку контейнера. Для пайки контейнер помещали в водородную печь. Пайку проводили в специальных печах с электрообогревом в газовой среде, обладающей восстановительными свойствами по отношению к оксидам основных металлов.

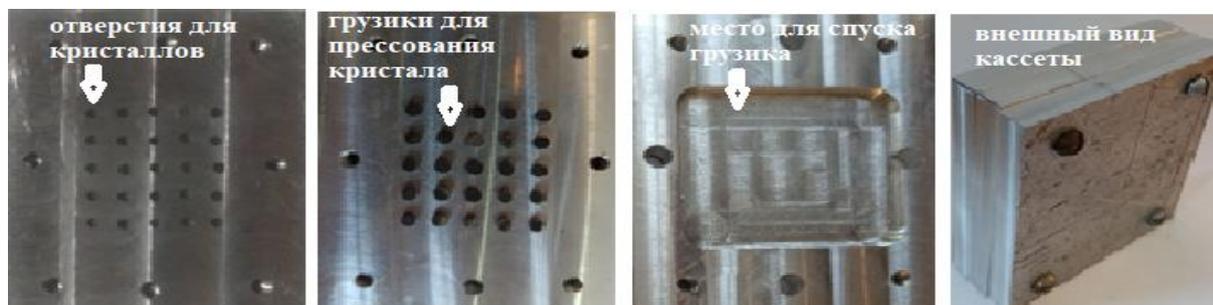


Рис. 4. Контейнер для пайки

Доставка собранных деталей для пайки к рабочему месту наиболее распространенных камерных электропечей с регулируемой атмосферой осуществляется с помощью ленточного конвейера, роликовой системы или специальных толкателей. В процессе пайки детали проходят через три камеры: камеру предварительного нагрева, камеру нагрева и камеру охлаждения. Во всех трех камерах создается защитная газовая среда под небольшим избыточным давлением. Защитные газы служат не только для защиты

припаяваемого металла от окисления при нагреве, но и для удаления с его поверхности уже имеющихся окислов, т.е. обладают восстановительными свойствами. К таким газам относятся водород, смесь водорода с азотом или монооксидом углерода и диссоциированный аммиак [14]. Обратите внимание выше на рис. 5, где указаны рабочие части.

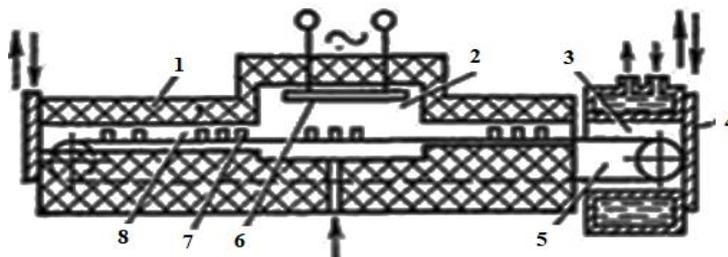


Рис. 5. Водородное нагревательное устройство, оснащенное электрическим нагревом.  
1 – корпус, покрытый теплоизоляцией; 2 – камера нагрева; 3 – камера охлаждения; 4 – дверцы печи; 5 – ленточный транспортер; 6 – электроннагревательные элементы; 7 – сварка деталей; 8 – камера предварительного нагрева.

Способ не требует применения флюса, что является его существенным техническим преимуществом, удешевляет пайку и снижает трудоемкость процесса, так как не требует операции нанесения флюса и удаления остатков флюса в конце пайки. процесс пайки. Олово – растворитель смачивает поверхность образца, растекается по ней и впитывается капиллярными силами, сливаясь с образцом. Затем детали попадают в камеру охлаждения с восстановительной атмосферой, где охлаждаются до комнатной температуры, где прессованная деталь не окисляется под воздействием атмосферного воздуха, а металл не меняет цвет. В массовом производстве используются печи туннельного типа, часто через печь проходят конвейеры. Детали в сборе с оловом укладывают на конвейер и направляют в камеру предварительного нагрева, где постепенно нагревают до температуры плавления олова. Затем детали поступают в рабочую камеру, где они остаются до тех пор, пока не потребуется провести процесс пайки, полностью расплавив олово, восстановив оксиды и смачивая всю поверхность олова.

Это займет всего лишь несколько минут. После завершения процесса пайки детали рабочей камеры попадают в камеру охлаждения, где их температура постепенно снижается до температуры, позволяющей извлекать их из печи без риска окисления атмосферным воздухом. Защитный газ подается в избытке и создает в топке избыточное давление, что исключает опасность попадания в топку наружного атмосферного воздуха и взрыва, избыточный газ выходит через регулирующие трубы и сгорает при контакте с воздухом. В настоящее время используются более дешевые и менее взрывоопасные соединения, например, диссоциированный аммиак, который при разложении дает смесь 25 % азота и 75 % водорода. Эта смесь менее взрывоопасна, чем чистый водород, и во многих случаях стоит меньше, чем водород [15]. Для выходных контактов использовались мягкие медные провода диаметром 0,6 мм. Медные проволоки промывали в спирте, погружали в специальный флюс и опускали в емкость для плавления олова. Этот процесс повторялся до тех пор, пока поверхность не становилась гладкой. Выходные контакты соединялись с кристаллом с помощью паяльника.

Таким образом, получение термисторов на основе кремния, компенсированных атомами никеля и меди, устойчивых к внешним факторам, зависит от способа диффузии. Показано, что распространенные способы осаждения пленок и учитывая необходимость последующей термической диффузии примеси в объем кремния и получения воспроизводимых электрических, оптических и других характеристик кремния следуют выделить способ химического осаждения никеля на поверхности кремния, который не требует специальной аппаратуры и отличается простотой проведения процесса. Приведен технологическому маршруту изготовления термисторов на основе кремния, компенсированных атомами никеля и меди, устойчивых к внешним факторам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанов, В. Нанотехнологии – наука будущего. – М.: изд. ЭКСМО, 2008. – С. 246.
2. Гусев, А.И. Нанокристаллические материалы, структуры, технологии. – М.: Физматлит, 2007. – С. 415.
3. Драгунов, В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники. – М.: «Лотос» 2006. – С. 494.
4. Источник: <https://www.asutpp.ru/termorezistor.html>.
5. Кобояси, Н. Введение в нанотехнологию. – М. Лаборатория знаний, 2008. – С. 134.
6. Ковшов, А.Н., Назаров Ю.Ф., Ибрагимов И.М. Основы нанотехнологии в технике. – М.: «Академия», 2009. – С. 237.
7. Кузнецов, Э.А., Рябинин В.Б., Соколов С.А., Кринзберг Ц.З. Раствор для химического осаждения композиционных никелевых покрытий. Патент Российской Федерации № 2108416.1998.
8. Макаров, С.В. Соцкая и др. Физико-химические свойства поверхностей, модифицированных наночастицами металлов. // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Том 9. – Вып. 5. – С. 643-652.
9. Насриддинов, С.С., Маннанов М.И., Турсунметова З.А. Перспективный материал для использования в автомобилостроении. Материалы международной конференции. – Андижан, 2022. – С. 36.

10. Насриддинов, С.С., Пулатова Д.С., Маннанов М.И. Выбор оптимальных температур диффузии никеля в кремний для получения эффективного терморезистора. Материалы международной конференции. 28-29 октября. – Ташкент, 2021. – С. 114.
11. <https://frast.ru/fotoresists.html>.
12. [https://mipt.ru/upload/medialibrary/53a/Lab\\_lithography.pdf](https://mipt.ru/upload/medialibrary/53a/Lab_lithography.pdf).
13. <https://niopik.ru/products/photorez/photorezist-fp-3515ep/>
14. [https://studme.org/266502/tehnika/sposoby\\_payki\\_istochniku\\_nagreva](https://studme.org/266502/tehnika/sposoby_payki_istochniku_nagreva)
15. <http://pereosnastka.ru/articles/paika-v-pechakh-s-vosstanovitelnoi-atmosferoi>.

Материал поступил в редакцию 07.02.23

## MAKING OF A TECHNOLOGICAL CARD FOR OBTAINING THERMORESISTIVE STRUCTURES BASED ON COMPENSATED SILICON

S.S. Nasriddinov<sup>1</sup>, A. Mavlyanov<sup>2</sup>, D.M. Esbergenov<sup>3</sup>, M.I. Mannanov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department,

<sup>2</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department,

<sup>3,4</sup> Junior Research Officer at the Research Institute of Semiconductor Physics and Microelectronics

<sup>1,2</sup> Astrakhan State Technical University in Tashkent region,

<sup>3,4</sup> Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan (Tashkent), Uzbekistan

**Abstract.** This article presents a technological route for the manufacture of thermistors based on silicon doped with impurities of transition elements. It is shown that the production of silicon-based thermistors compensated by nickel and copper atoms and resistant to external factors depends on the diffusion method. A method for obtaining contact using nickel compensators with a thickness of 130 microns is presented. Soldering of contacts is carried out in special furnaces with electric heating in a gas medium having positive properties with respect to base metal oxides.

**Keywords:** technological route, thermistor, silicon, compensated, nickel, copper, diffusion, soldering.

---

---

**Historical sciences and archeology**

---

---

**Исторические науки и археология**

УДК 9.93.94.323.24. 341

**ПОЛИТИКА РОССИИ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИЛИ «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИМПЕРИИ» (1991-2022 г.)**

**В.И. Быстренко**, доктор исторических наук,  
профессор кафедры философии и гуманитарных наук  
Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИИХ»,  
(Новосибирск), Российская Федерация

***Аннотация.** В современной информационной войне, активизировавшейся после начала СВО, противники и критики России обвиняют ее в попытках «возрождения империи», возвращения бывших территорий СССР, «воинствующем неокOLONIALИЗМЕ». Цель статьи проанализировать сущность и результаты внешней политики России на постсоветском пространстве за прошедшие тридцать лет, опираясь на опубликованные документы, источники и литературу. Автор доказал, что политика России в отношении стран постсоветского пространства строилась с учетом принимаемых в Содружестве Независимых Государств (СНГ) решений, специфики государств, и их интересов, уважения их суверенитета, направлена была на развитие взаимовыгодного сотрудничества. Для России одним из важнейших направлений внешней политики стало обеспечение безопасности государства, военно-политической стабильности на своих границах, безопасности своих граждан, урегулирование конфликтов на постсоветском пространстве и предотвращение возникновения новых, Россия активно участвовала в создании системы коллективной безопасности Содружества Независимых Государств. За последние 30 лет Россия не пыталась насильственно отторгнуть чьи-либо территории или подчинить какой-либо народ. Реальная политика России, учитывала интересы всех государств СНГ, но при этом обеспечивала защиту прав и стремление каждого народа или этнической группы сохранить свою идентичность. Не все конфликты удалось разрешить и предотвратить возникновение новых, что свидетельствует о чрезвычайной сложности современного, постоянно меняющегося мира, о необходимости искать механизмы мирного сосуществования разных народов.*

***Ключевые слова:** постсоветское пространство, неокOLONIALИЗМ, СНГ, ОДКБ, Россия, миротворческая операция, конфликт.*

**Введение**

Эйфория от «конца истории» и окончания холодной войны, объявленных после распада СССР, сменилась сегодня признанием распада СССР величайшей катастрофой, одним из результатов которой явилось обострение международной обстановки в мире, осознание начала процесса формирования нового, другого мироустройства планеты в интересах развития равноправного сотрудничества народов и государств. Этот процесс к какой-то степени связан с внешней политикой современной России, в том числе и на постсоветском пространстве. В последнее время с начала СВО противники России обвиняют ее в «неокOLONIALИЗМЕ», в попытках восстановить колониальную империю, возродить СССР, предсказывают скорый распад РФ как одной из последних, с их точки зрения, империй, остающейся многонациональным, многонародным, многоэтническим государством. Мы поставили задачу проанализировать политику России за последнее тридцатилетие на постсоветском пространстве, показать эволюцию военно-политического сотрудничества, результаты, последствия. Мы сознательно исключаем из анализа политику России в отношении Литвы, Латвии, Эстонии, которые изначально ограничили отношения с Россией, выйдя из СССР, первыми стали членами блока НАТО, одним из источников агрессивной русофобии в Европе. В статье анализируется политика России в отношении постсоветских государств, объединившихся в СНГ.

Цель статьи. Метод исследования. Обзор литературы

В настоящей статье мы поставили задачей исследовать, опираясь на открытые источники, учитывая то, что уже сделано предшественниками, развитие военно-политического сотрудничества России на постсоветском пространстве, проанализировать правовые основы, направления, механизмы и итоги обеспечения безопасности к настоящему времени, некоторые особенности миротворчества России на постсоветском пространстве.

В ходе работы над статьей применялись методы сравнительно-исторического целостного подходов, метод логического анализа. Автор использовал общенаучную и специальную литературу и первоисточники, позволившие объяснить некоторые проблемы сегодняшнего дня.

Многие проблемы уже исследованы и продолжают изучаться, вскрыты сложности изучения, обозначены актуальные вопросы. В ряде работ исследована роль России в оформлении постсоветского пространства, показаны этапы и механизмы сотрудничества [11, 12; 19]. Сложилась разные точки зрения, например, на миротворческую деятельность России на постсоветском пространстве. Зарубежные эксперты признают миротворческими операциями СНГ лишь операции в Абхазии (Грузия) и в Таджикистане. Об истории длительного грузино-абхазского конфликта в 1999 г. подготовлена коллективная работа в Англии, в которой исследован процесс возникновения, показана роль ООН, ОБСЕ, России, каждого из субъектов этого конфликта, противоречия в процессе мирного урегулирования. Материалы работы вскрывают нереальность проектов, которые предлагались разными сторонами до 1999 г., о чем свидетельствует разрешение конфликта после 2008 г. Брюссельский профессор, участник дискуссии о моделях разрешения конфликта после так называемой «грузинско-российской войны 2008 г.» Бруно Коппитерс попытался проанализировать и изложить свой взгляд на то, в какой мере опыт разрешения конфликтов с Тайванем и Косово помог в разработке политических моделей для Абхазии и Южной Осетии. У нас нередко выдвигается в спорах вопрос, почему независимость, субъектность Косова можно было признать, а Абхазии, Южной Осетии, теперь ЛНР и ДНР – нет. Бруно Коппитерс показал различие моделей, меру их присутствия в грузино-абхазском конфликте, а главной причиной невозможности разрешить его – разное понимании сущности конфликта со стороны Грузии и России [12, с. 104]. Российские авторы, исследуя миротворчество, признают применение отличных от ранее сложившейся практики методов. Изучены правовые основы проведения операций по поддержанию мира в СНГ и роль в этом России [1;7;19]. Ряд статей отражают эволюцию миротворческой деятельности РФ в 2000-е г. [2; 3; 17]. Интересна работа А. Каграманова, о единстве и борьбе противоположностей принципов самоопределения народов и территориальной целостности государств, объясняющей причины сложностей в решении проблем малых народов, этносов [11]. Феномен постсоветских де-факто государств исследовал Маркедонов С., показав на примере разных государств в том числе и на постсоветском пространстве, развитие в мире новых форм борьбы за сохранение этнических особенностей [11].

Результаты, итог обсуждения

Главные принципы взаимоотношений РФ и новых, появившихся после ликвидации СССР, государств были сформулированы в заявлениях глав государств Республики Беларусь, РСФСР, Украины от 8 декабря 1991 г. [2]. Они обязались проводить курс на укрепление мира и безопасности, гарантировать выполнение обязательств, вытекающих из договоров и соглашений бывшего СССР. В первых документах об образовании СНГ его учредители обещали укреплять мир и безопасность, сохранить единые вооруженные силы, единое стратегическое пространство на большей части территории бывшего СССР. Крушение СССР, представлявшего собой мировую сверхдержаву, сопоставимую по своему потенциалу с США, изменило политическую карту мира, глобальную систему международных отношений и вектор мировой политики. В силу чрезмерного стремления ряда политиков России оторваться от бывших субъектов СССР, тянущих, с их точки зрения, РФ назад, руководство России на первом этапе недооценивало процессы, происходящие в новых государствах на постсоветском пространстве, оформление их собственных интересов в ходе национально-государственного строительства. Как считали некоторые эксперты в начале 1990-х гг., ориентировались на поэтапное вхождение в трансконтинентальное сообщество безопасности, охватывающее Америку, Европу, Россию и Японию, считали, что такой курс найдет поддержку в обществе и потребует совершенно иного подхода к обеспечению военной безопасности страны. Уже в начале 1992 г. некоторые допускали, «что Украине, нашему славянскому соседу, может быть уготована судьба стать необходимым противовесом России в глазах осторожной Европы» [18]. Вопросы военно-политического сотрудничества России с новыми государствами на постсоветском пространстве были важнейшими, поскольку СССР был ядерной державой, имел перед миром массу обязательств, главным из которых на тот момент было обеспечение нераспространения ядерного оружия. Вопрос о правопреемстве ядерного статуса СССР Россией сначала не оспаривался странами СНГ, был признан международным сообществом. Ядерное оружие СССР, как известно, размещалось в четырех союзных республиках. Несмотря на декларирование при создании СНГ правопреемственности России, сразу же обнаружились разные точки зрения. Высшие власти Украины и Казахстана некоторое время пытались сохранить за собой контроль над ядерным вооружением или даже использовать его в качестве шантажа, выдвигали разные политические и материальные условия. После переговоров Президента США Дж. Буша с президентом Украины Л. Кравчуком и президентом Казахстана Н. Назарбаевым, состоявшимися в Вашингтоне 6 и 19 мая 1992 г., было получено их согласие отказаться от притязаний на ядерное оружие и присоединиться к договору о его нераспространении в качестве неядерных держав, подтвержденное подписанием 23 мая в Лиссабоне министрами иностранных дел Белоруссии, Казахстана, Украины и России и госсекретарем США. Казахстан в декабре 1993 г. ратифицировал ДНЯО, согласившись на неядерный статус своей страны. Полный вывоз в Россию оставшихся на украинской территории ядерных боезарядов завершился только к июню 1996 г. [20]. Сегодня, четверть века спустя, в связи с событиями, происходящими на Украине и в мире, особенно видна историческая значимость для предотвращения ядерной войны принятых тогда верных решений.

Обеспечение безопасности России, несмотря на декларирование окончания «холодной войны», оставалось важнейшей задачей в связи с формированием новой государственной стратегии. В процессе национально-государственного строительства менялись интересы, ориентиры государств и их новых элит.

Планируемое единство сохранить не удалось. При создании СНГ его участники обязались сохранять и поддерживать под объединенным командованием общее военно-стратегическое пространство, совместно гарантировать необходимые условия размещения, функционирования, материального и социального обеспечения стратегических вооруженных сил (хотя срок такого состояния не был определен) [6, с. 8]. Соглашение о вооруженных силах и пограничных войсках и Соглашение по стратегическим силам, принятые и подписанные на первом заседании Совета глав государств СНГ 30 декабря 1991 г. в Минске, подтверждали право каждого из государств на создание собственных вооруженных сил, подчиненных своим правительствам. С самого начала общее военное пространство оказалось мифом. О намерении создать собственные вооруженные силы заявили сразу Украина, Азербайджан и Молдавия [6, с. 8].

Создание национальных армий началось уже в январе 1992 г. Созданные в СНГ органы военно-политического сотрудничества пытались обеспечить контроль за процессами распада советской военной инфраструктуры, сохранить целостность стратегических ядерных сил, контроль за бывшим советским ядерным потенциалом [6, с. 21]. Разделили вооруженные силы, заключали двусторонние соглашения, некоторые – с большими трудностями. Так в течение 1992-1997 гг. Россия и Украина вели переговоры о разделе Черноморского флота и возможности базирования российской его части в Севастополе, о статусе Крыма. В 1997 г. был подписан договор о дружбе и межправительственные базовые соглашения о статусе и условиях пребывания Черноморского флота России на территории Украины, о параметрах деления флота, о взаиморасчетах, связанных с разделом и пребыванием Черноморского флота России на их территории. В 1999 г. Украинский парламент и Государственная Дума России ратифицировали документы. Россия получила на правах 20-летней аренды базу в Севастополе. Четко были определены границы расположения баз, количество кораблей, численность техники, десантный полигон, военно-морской госпиталь, два аэродрома. Всего более тысячи объектов. Россия должна была ежегодно выплачивать Украине 97.75 млн. долларов. Расчеты производились Россией, начиная с 1998 г., путем ежегодного уменьшения равными долями государственного долга Украины перед РФ, а после погашения Украиной государственного долга перед РФ арендная плата Россией должна была осуществляться прямыми платежами [8, с. 58]. Россия сохраняла свое военное присутствие в Крыму, а Украина добилась фактического признания Севастополя украинской территорией. Достигли компромисса, но на время. Ряд вопросов оставались неурегулированными, иногда возникали противоречия. Соглашения могли действовать до 2017 г., а судьба военного присутствия России на Украине во многом зависела, как показала последующая история, от внутренней ситуации, от политической позиции украинского руководства, ориентированного на интеграцию в европейские структуры и НАТО, которое успешно расширялось в 2000-е годы, приближаясь к границам России и демонстрируя свою агрессивность. Государственный переворот в Украине в 2014 г. спровоцировал выступление населения Крыма в защиту своих жизненных интересов, в результате проведенного там референдума Крым стал частью России, которая обеспечивает теперь их безопасность.

Во всех странах СНГ были созданы собственные армии, разные по численности, оснащенности, значимости. По некоторым данным, в 2000-2001 гг. самая большая армия была в России (1004 тыс. чел.), самая маленькая – в Таджикистане (7-9 тыс. чел.) [8, с. 58]. Вопрос о выводе войск, отошедших к России по результатам раздела, но находящихся на территории других государств решался не в один день, на двусторонней основе. Так статус российских войск в Белоруссии определялся участием в ДКБ, договорами о создании сначала Союза, а потом Союзного государства. В Белоруссии сформирована была объединенная группировка до 300 тыс. чел., создан общий оборонно-промышленный комплекс, а станция слежения в Ганцевичах (Белоруссия) была передана России без компенсации. В Таджикистане российские пограничные войска по договору с правительством защищали границы пока там шла гражданская война. Военные базы бывшего СССР, отошедшие к России, некоторое время оставались в Грузии. Но после прихода к власти президента М. Саакашвили (2003 г.) власти Грузии потребовали ликвидации российских военных баз и в 2005 г. они были ликвидированы, хотя очень важны были для обеспечения безопасности России. Военные базы России по соглашению с руководством Армении остались на ее территории. В Казахстане российские войска сначала оставались на основании двусторонних договоров о едином оборонном пространстве 1993 г. и о создании объединенной группировки вооруженных сил 1995 г. Россия и Казахстан решили проблему Байконура. В 1994 г. было заключено двустороннее соглашение об аренде его Россией сначала сроком на 20 лет, позднее продленном до 50 лет. Там по договору базировались военно-космические силы и силы ПВО России. Не удалось пока окончательно вывести небольшой российский воинский контингент из Приднестровья (ПМР), охраняющий там склады боеприпасов, вывоз которых затормозился из-за позиции руководства Молдавии и ПМР.

Некоторые руководители постсоветских государств в начале 1990-х гг., несмотря на обещания Запада, понимали необходимость обеспечения коллективной безопасности, но единства не получилось. Ряд постсоветских государств добровольно подписали в 1992 г. в Ташкенте по инициативе Н. Назарбаева Договор о коллективной безопасности (ДКБ), а по окончании срока его действия в 2003 г. сотрудничество в рамках Договора было преобразовано в международную региональную Организацию Договора о коллективной безопасности (ОДКБ), в которую сегодня входят Армения, Белоруссия, Россия, Киргизия, Казахстан, Таджикистан [2, 3; 10]. В рамках ОДКБ с 2001 г. создавались Коллективные миротворческие силы войск ОДКБ.

Их предназначение – участие, в случае возникновения необходимости, в операциях по поддержанию мира в зоне ответственности ОДКБ, либо за ее пределами – по мандату Совета Безопасности ООН. Конечно, Россия играет ведущую роль в ОДКБ в силу своих возможностей, но в целом соблюдается коллективность в принятии решений. В ОДКБ разработана и одобрена на саммите в Астане в 2004 г. миротворческая концепция [3, с. 16].

В течение тридцати лет Россия продолжала выполнять миротворческие обязательства СССР, участвуя в операциях по поддержанию мира ООН [7; 9; 11; 13]. Учитывала традиции страны, продолжила миротворческую политику и практику, опираясь на международную правовую базу ООН, ОБСЕ, СНГ, собственные законы и двусторонние договоренности с государствами. Необходимо было разработать механизмы поддержания мира, предупреждения новых конфликтов, обеспечения безопасности народов. Никто из лидеров России тогда не предвидел специальных военных операций, подобных современной в Украине или операции, осуществленной ОДКБ в январе 2022 г. в Казахстане, регулярного обострения обстановки в Нагорном Карабахе [14], или того, что часть миротворцев останется выполнять свои функции в Приднестровье в Молдавии на треть века. Со временем руководство РФ осознало, что вековые противники России, выражая одобрение происходящим после распада СССР изменениям, обещают «партнерство ради мира», не забывая о своей конечной цели – разделе России и ее ресурсов путем расширения НАТО на восток. Запад постоянно пытался сделать постсоветское пространство зоной своего влияния в соответствии с утвержденным в 1998 г. президентом США Б. Клинтон «Планом объединенных командований», они неоднократно предлагали помощь странам СНГ, стремились основать там свои военные базы, пытались вытеснить Россию из региона, направить своих миротворцев в зоны конфликта. Миротворцы СНГ, в составе которых значительная доля принадлежала России, в течение 7 лет участвовали в операциях по поддержанию мира в Республике Таджикистан, где шла гражданская война, сопровождали гуманитарные грузы, ликвидировали минные поля, оказывали медицинскую помощь раненым и больным гражданам, охраняли объекты. По неполным данным Яковлева В.Н., генерала армии, начальника штаба по координации военного сотрудничества стран СНГ, до 2000 г. там погиб 101 российский военнослужащий и 20 казахстанских [21]. С 2000 г. миротворческие операции становятся важным элементом в стратегии национальной безопасности России, объявлены одной из пяти главных форм применения Вооруженных сил РФ<sup>1</sup>. В ОДКБ разработана и одобрена на саммите в Астане в 2004 г. миротворческая концепция [3, с.16]. Документы, регулирующие миротворческую деятельность ОДКБ, зарегистрированы Секретариатом ООН, а миротворческие силы ОДКБ могут действовать не только защищая безопасность граждан-членов этой организации, но по решению Совета Безопасности ООН и в других регионах. В декабре 2010 г. были внесены изменения в Договор о коллективной безопасности и в Устав ОДКБ. Поправки позволяют реагировать не только на угрозу территориальной целостности, но и в случае угрозы стабильности государства, по просьбе его руководства, Коллективные миротворческие силы ОДКБ использовались впервые в январе 2022 г. в Казахстане по просьбе его Президента К.Ж. Токаева. Совет глав государств СНГ 15 апреля 1994 г. был инициатором операции по поддержанию мира в Абхазии (Грузия), решил ввести в зону конфликта миротворцев заинтересованных государств и обратился ко всем государствам-участникам СНГ с предложением принять участие в этой миротворческой операции. 21 октября 1994 года Главы государств-участников СНГ утвердили мандат на проведение этой операции по поддержанию мира [6, с. 92]. Операции в Таджикистане (с 1993 г.) и Абхазии (с 1994 г.) были полноценными международными миротворческими операциями по мандату ООН и СНГ. В мае 1995 г. в Мандат Коллективных сил по поддержанию мира в зоне конфликта в Абхазии внесли уточнения, вызванные практикой. Решение не было подписано Республикой Молдова, Туркменистаном, Украиной<sup>2</sup>. СГГ СНГ неоднократно продлял его в течение всего периода конфликта. В Абхазии миротворческие силы СНГ состояли только из российских. Россия граничила с районом конфликта, что давало возможность обвинять ее в поддержке одной стороны. В Южной Осетии и Приднестровье на одном из этапов в составе миротворческих сил участвовали контингенты конфликтующих сторон, что формально нарушало принцип миротворчества. Решения СГГ СНГ находили поддержку органов высшей власти РФ. Так миротворческая операция в Южной Осетии осуществлялась в соответствии с Соглашением о принципах урегулирования грузино-осетинского конфликта, подписанным 24 июня 1994 г. Российской Федерацией и Республикой Грузия в Дагомысе, миротворческие силы были введены в июле 1992г. В состав миротворческих сил входило 534 военнослужащих [6, с. 94]. Борьба Грузии за полное подчинение Южной Осетии, ликвидацию их идентичности и прав национального меньшинства приобрела форму войны с Россией в 2008 г., когда было спровоцировано нападение на российских миротворцев на линии разграничения. Грузия потерпела поражение. Появилась Республика Южная Осетия, непризнанная миром, но поддержана Россией. Многолетняя борьба привела к образованию независимой от Грузии Абхазии, тоже пока не признанной миром, поддержана Россией. Конфликт разрешен только в 2008 г. Миротворческая операция в Приднестровском регионе Республики Молдова проводилась в соответствии с действующим Соглашением между Российской Федерацией и Молдовой о принципах мирного урегулирования вооруженного конфликта от 21 июля 1992 г. Были созданы смешанные разъединительные силы. Воинский контингент введен в зону конфликта с 23 июля 1992 г. Состав миротворческих сил – 476 человек. Нагорно -Карабахский конфликт за влияние на территорию, возникший в 1988 г. из межобщинного, перерос сначала в межнациональную конфронтацию, а затем в межгосударственный между Арменией и Азербайджаном. В декабре 1991 г. в самопровозглашенной Нагорно-Карабахской Республике (далее НКР) прошел референдум о независимости, который бойкотировало местное

азербайджанское меньшинство. Референдум не признали международные организации. В 1991-1994 гг. эта конфронтация привела к масштабным военным действиям, они повторялись в 2016, 2019, 2020 гг. Совет безопасности ООН четырежды принимал резолюции по Нагорному Карабаху. Была создана Минская группа ОБСЕ, получившая в 1992 году мандат для решения проблемы Карабаха. Сопредседателями Минской группы были Россия, США и Франция. Кроме них в состав Минской группы входили Белоруссия, Германия, Италия, Турция, Финляндия и Швеция, а также Азербайджан и Армения. За 20 лет не удалось найти мирное решение. Минская группа ОБСЕ по Карабаху по инициативе США и Франции в 2022 г. прекратила свое существование, европейцы признают, что базой для окончательного разрешения всех остающихся вопросов служат три заявления лидеров России, Азербайджана и Армении. Активные боевые действия начались 27 сентября 2020 г., а 9 ноября было подписано трехстороннее заявление президента России Владимира Путина, президента Азербайджана Ильхама Алиева и премьер-министра Армении Никола Пашиняна, которое позволило достичь прекращения военных действий в зоне конфликта. Военный конфликт удалось при участии России остановить, в зоне конфликта расположены российские миротворцы. В результате трехсторонних переговоров принята программа действий 9 ноября 2020 г., 11 января и 26 ноября 2021 г., включая создание Комиссии по делимитации армяно-азербайджанской границы и запуск проектов по восстановлению экономических и транспортных связей. Поставлена задача выработки мирного договора между Арменией и Азербайджаном. Конечно, ликвидировать причины конфликта, продолжающегося 34 года, сложно, достигнутый сегодня мир не очень устойчив, но ясно, что не все возможности для принуждения сторон к миру исчерпаны. Полного урегулирования конфликта, которое устраивало бы все стороны, пока не произошло. Баку все яснее дает понять, что не намерен идти на политические уступки и после ухода российских миротворцев планирует сделать из Карабаха обычный азербайджанский регион, армянам не собираются давать какой-либо автономии или расширенных прав, полагая, что гражданство Азербайджана и так дает достаточно привилегий. Армян такой вариант не устраивает. Российские миротворцы могут остаться там на долго<sup>3</sup>.

#### Выводы

За прошедшие тридцать лет политика России эволюционировала под влиянием как внешних, так и внутренних факторов, радикального реформирования общественной системы государства, включения в процессы глобализации. Пришедшие к власти политические силы первоначально переоценили возможности вхождения России в мировое пространство в качестве равноправного партнера, реформируя страну, разрушали и ослабляли ее, недооценивали важность сохранения дружественного постсоветского окружения, игнорировали угрозы нарастания различий и даже противоречий. С начала 2000-х гг. политика России приобрела национально-государственный характер, целью стало обеспечения безопасности и целостности государства, защиты прав русского населения, рассеянного по всему миру в результате распада СССР, обеспечения сотрудничества с соседями на постсоветском пространстве в интересах взаимной выгоды и мира. В течение тридцати лет Россия уважала территориальную целостность государств постсоветского пространства, строила взаимовыгодные отношения, пыталась сохранить свои преимущества в регионе, считая его естественной зоной своих интересов. Россия пыталась обеспечить мирное сосуществование всех народов и этносов бывшего СССР, формирование эффективной системы коллективной военной и пограничной безопасности предотвращение и урегулирование конфликтов в СНГ по возможности дипломатическими мирными средствами, а при необходимости и военной силой.

Не все удастся в силу объективных исторических внутренних и внешних причин. Во всех конфликтах проявляется этнический, межнациональный фактор, используемый многими в своих интересах. Все страны постсоветского пространства, появившиеся из союзных республик СССР, стали в результате социалистического строительства многонародны или многоэтничны. Но ни в одном из возникших суверенных государств не обеспечивается сохранение и развитие этнической, культурной, языковой и религиозной самобытности населяющих их территории национальных меньшинств и сложившихся уникальных этнокультурных регионов, что постоянно создает напряженность. Построить грамотные взаимоотношения представителей разных народов на территории новых государств не сумели, использовали для укрепления своей политической власти национализм и этнонационализм, что при активной поддержке внешних сил сохраняло старые и приводило к новым военным конфликтам. Ряд проблем порожден противоречиями, которые заложены в международных правовых документах ООН, СНГ.

Процесс становления государств как субъектов на постсоветском пространстве продолжается и рождает новые конфликты. В этих условиях Россия, оставаясь центральным звеном постсоветского пространства, для сохранения этой своей роли и укрепления безопасности должна искать новые механизмы миротворчества. В международной практике осуждается внешнее посягательство на территорию какого-либо государства, и нарушители обязуются уважать государственные границы, установленные согласно нормам международного права (по уставу ООН, гл. I, ст. 2, п. 4), но при этом не всегда учитываются нарушения прав малого народа в составе государства или воля народа, выраженная в референдуме, что было в ряде регионов Африки, а теперь – в Крыму или Луганске, Донецке [11]. Наблюдаются двойные стандарты, когда суверенитет, независимость одних признают, других в подобной ситуации – нет. Не случайно на сегодняшний день в мире список всех непризнанных стран, которые фактически, но не юридически существуют на карте, состоит из 24 субъектов, в том числе на бывшей территории СССР шесть (Донецкая Народная Республика (Украина),

Луганская Народная Республика (Украина), Нагорно-Карабахская Республика (Азербайджан), Южная Осетия и Республика Абхазия (Грузия), Приднестровская Молдавская Республика (Молдавия) [16].

Россия не стремится подчинить соседей или восстановить империю. Государства на постсоветском пространстве остаются суверенны, строят свои отношения с миром и выбирают лучший, с точки зрения их политической элиты, путь.

### Примечания

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 05.02.2010 N 146 "О Военной доктрине Российской Федерации "Российская газета", N 27, 10.02.2010.

<sup>2</sup> Мандат Коллективных сил по поддержанию мира в зоне конфликта в Абхазии, Республика Грузия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901739041> (дата обращения 13.04.22).

<sup>3</sup> Алиев считает бессмысленными разговоры о минской группе ОБСЕ [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://tass.ru/politika/15023551?utm\\_source=google.com&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=google.com&utm\\_referer=google.com](https://tass.ru/politika/15023551?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referer=google.com) 24.06.2022. (дата обращения 23.07.22.).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бордюжа, Н. ОДКБ и современный нестабильный мир / Н. Бордюжа // *Международная жизнь*. – 2015. – № 5. – С. 6-17.
2. Быстренко, В.И. ДКБ-ОДКБ – непростой путь к коллективной безопасности / В. Быстренко // *Наука и мир*. – 2015. – № 2(18). – Т. 2. – С. 10-14.
3. Башаратьян, М. Военно-политическая безопасность Центральной Азии и роль ОДКБ в её обеспечении / М. Башаратьян // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2012. – № 12. – С. 15-23.
4. Гушер, А. Тень Пентагона над СНГ / А. Гушер // *Азия и Африка сегодня*. – 1998. – № 7. – С. 2-7.
5. Евсеев, В. О противоречивости российско-узбекских отношений в военно-политической сфере / В. Евсеев // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2013. – № 6. – С. 66-74.
6. Егоров, В., Загорский А. Сотрудничество государств СНГ в военно-политической области. Исследование Центра международных исследований МГИМО. – М., 1993. – 46 с.
7. Золотухин, Г.А. Правовые источники участия вооруженных сил Российской Федерации в операциях по поддержанию мира в Содружестве независимых государств / Г.А. Золотухин // *Московский журнал международного права*. – 2000. – № 2. – С. 90-96.
8. Зиновьев, В.П. Страны СНГ и Балтии. – Томск, 2004. – С. 58.
9. Здравомыслов, А.Г. Межнациональные конфликты в постсоветском пространстве / А.Г. Здравомыслов. 2-е изд. – М.: Аспект Пресс, 1999. – 286 с.
10. Кривопапов, А. ОДКБ на исходе второго десятилетия своей истории / А. Кривопапов // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2021. – Т. 65. – № 7. – С. 126-134.
11. Каграманов, А. Между Сциллой и Харибдой. Единство и борьба противоположностей принципов самоопределения народов и территориальной целостности государств / А. Каграманов // *Международная жизнь*. – 2022. – № 1. – С. 80.
12. Коппитерс, Б. Разрешение конфликта после грузинско-российской войны 2008 г. («Тайваньская «и Косовская» модели как инструменты мобилизации и сравнения) / Б. Коппитерс // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2011. – № 4. – С. 89-104.
13. Маркедонов, С. Постсоветские де-факто государства: траектории борьбы за суверенитет / С. Маркедонов // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2021. – Т. 65. – № 12. – С. 79-89.
14. Нагорный Карабах – 2020: последствия войны и перспективы поствоенного урегулирования // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2021. – Т. 65. – № 6. – С. 128-138.
15. Притчин, С. Узбекистан и Казахстан: особенности транзита власти / С. Притчин // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2021. – Т. 65. – № 2. – С. 100-108.
16. Список непризнанных государств мира. – Режим доступа: <https://nonews.co/directory/lists/countries/unrecognized-countries> (дата обращения 14.02.2023).
17. Торосян, А. Подходы Российской Федерации к миротворческим операциям в рамках ООН / А. Торосян // *Международная жизнь*. – 2022. – № 11. – С. 36.
18. Тренин, Д., Макаренко В. Возможна ли Организация евро-азиатского договора / Д. Тренин, В. Макаренко // *Новое время*. – 1992. – № 4. – С. 6.
19. Тузмухамедов, Б.Р. Правовые основы проведения операций по поддержанию мира в СНГ / Б.Р. Тузмухамедов // *Московский журнал международного права*. – 2000. – № 2. – С. 79-89.
20. Федулова, Н.Г. Проблема безопасного и военного сотрудничества в рамках СНГ / Н.Г. Федулова // *Отечественная история*. – 2000. – № 4. – С. 78.
21. Яковлев, В. Военные аспекты миротворчества стран СНГ / В. Яковлев // *Международная жизнь*. – 2002. – № 1. – С. 31-38.
22. Яковлев, В. Предотвращение и урегулирование конфликтов на территории государств-участников СНГ. Материалы международной военно-научной конференции "Предотвращение и урегулирование конфликтов на территории государств-участников СНГ – военный аспект. Итоги, проблемы, перспективы" 4-5.06.2002 г., Москва / В. Яковлев // *Право и безопасность*. – 2002. – № 2-3(3-4). Август.

*Материал поступил в редакцию 15.02.23*

**RUSSIAN POLICY IN THE POST-SOVIET SPACE:  
ENSURING SECURITY OR "RESTORATION OF THE EMPIRE" (1991-2022)**

**V.I. Bystrenko**, Doctor of Historical Sciences,  
Professor of the Department of Philosophy and Humanities  
Novosibirsk State University of Economics and Management "NINH" (Novosibirsk), Russia

***Abstract.** Russia is accused of neocolonialism. The purpose of the article is to analyze the essence and results of Russia's foreign policy in the post-Soviet space over the past thirty years. The author based on published sources and research literature. The purpose of the article is to analyze the essence and results of Russia's foreign policy in the post-Soviet space over the past thirty years. The author proved that Russia's policy towards the countries of the post-Soviet space was built taking into account the decisions made in the Commonwealth of Independent States (CIS), the specifics of states and their interests, respect for their sovereignty, and was aimed at developing mutually beneficial cooperation. For Russia, one of the most important areas of foreign policy has become ensuring the security of the state, military-political stability on its borders, the security of its citizens, the settlement of conflicts in the post-Soviet space and the prevention of the emergence of new ones. Russia actively participated in the creation of the system of collective security of the Commonwealth of Independent States. Over the past 30 years, Russia has not tried to forcibly take away anyone's territory or subjugate any people. The real policy of Russia took into account the interests of all CIS states, but at the same time ensured the protection of the rights and the desire of each people or ethnic group to preserve their identity. Not all conflicts were resolved and new ones prevented, which indicates the extreme complexity of the modern, constantly changing world, the need to look for mechanisms for the peaceful coexistence of different peoples.*

***Keywords:** post-Soviet space, neo-colonialism, CIS, CSTO, Russia, peacekeeping operation, conflict.*

## АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

А.А. Яркулов, PhD, главный археолог  
Агентство культурного наследия (Ташкент), Узбекистан

*Аннотация.* В данной статье рассматривается инвентаризация, оценка и потенциальный ущерб ресурсам археологического наследия. Охрана археологических ресурсов является частью охраны объектов культурного наследия.

*Ключевые слова:* ресурс, археология, оценка, объект археологии, инвентаризация.

В большинстве стран не разработаны законы или положения, направленные на полную защиту археологического наследия.

Например, в Анголе, одной из африканских стран, несмотря на большие усилия, предпринятые в правовом поле в последнее десятилетие, анализ действующего законодательства показывает, что в конкретной области управления археологическим наследием все еще существуют пробелы. В отличие от государственной политики по охране археологического наследия большинства стран мира, в Анголе не разработан специальный закон или указ по этому вопросу [5]. Точнее говоря, специального закона о сохранении археологического наследия в странах СНГ тоже нет.

Такие страны в основном используют международно-правовые нормы, например, Хартию ИКОМОС об управлении археологическим наследием 1990 г. и Конвенцию ЮНЕСКО 2001 г. об охране подводного культурного наследия.

В отличие от вышеприведенных примеров, в Узбекистане в 2009 году был принят Закон «Об охране и использовании объектов археологического наследия».

Археологическая инвентаризация заключается в проведении архивных исследований и (или) раскопок с целью установления наличия археологических ресурсов, оценки их исторической ценности и, при необходимости, вынесения рекомендаций по охране объекта и его материалов.

Описи археологических ресурсов включают информацию о местонахождении и характере археологических ресурсов. Это инструменты, которые помогают менеджерам принимать решения о развитии, рекапитализации или других проектах. Инвентаризация может использоваться для прогнозирования вероятности обнаружения других ресурсов в этом районе. В то же время считается, что землевладельцы должны знать, что ресурсы могут быть обнаружены даже там, где археологические ресурсы являются потенциальными. Также руководители должны учитывать, что существует высокий потенциал обнаружения ресурсов в этих районах, где археологический инвентарь неполный, несуществующий или несуществующий объект, или парк. Поэтому всегда следует консультироваться с археологами для оценки воздействия любого проекта или деятельности, которые могут нанести ущерб археологическим ресурсам.

Оценка археологических ресурсов напрямую связана с их исторической ценностью и учитывает как весь ресурс, так и его историческую ценность.

Археолог оценивает археологические ресурсы, чтобы определить, имеют ли они историческую ценность и значение.

Археологические ресурсы могут столкнуться со следующими угрозами:

- антропогенное воздействие (например, эксплуатация посетителей, разграбление или вандализм археологических памятников; неэффективная практика управления и неправильное обращение с археологическими памятниками);
- природные силы (например, эрозия и естественные воздействия на археологические памятники);
- коррозия и плохие условия хранения археологических объектов, вопросы управления коллекциями;
- презентация и демонстрация;
- деятельность по развитию, рекапитализации или техническому обслуживанию [3].

Существует несколько видов инвентаризации в зависимости от цели (получение дополнительной информации о потенциале объекта, проверка наличия ресурсов, проведение комплексного обследования всего объекта, сбор артефактов объекта). Этот вид инвентаризации обычно проводится в логической последовательности, сначала для получения предварительной информации об объекте и, при необходимости, для проведения комплексного обследования.

Министерство культуры Онтарио определяет следующие четыре типа археологического инвентаря.

Этап 1. Начальная фаза инвентаризации, во время которой археолог изучает существующие исторические и/или доразведочные документы, относящиеся к сектору, окружающему памятник, не вмешиваясь в сам памятник. Этот шаг может также включать устный запрос.

Этап 2. Первоначальное полевое обследование используется для проверки того, что ресурсы, определенные на шаге 1, действительно присутствуют на объекте.

Это может включать исследование поля зрения для поиска артефактов на поверхности или серию осмотров ям через определенные промежутки времени и идентификацию культурного слоя для поиска артефактов [1].

Этап 3. Детальная инвентаризация проводится, когда артефакты или сооружения идентифицируются на этапе 2. Целью инвентаризации Этапа 3 является сбор информации, необходимой для оценки исторической ценности археологических раскопок и уровня их сохранности, а также для определения соответствующих мер по смягчению последствий. Определение ценности археологического памятника требует от археолога достаточной информации о возрасте, размере и цвете или материале артефактов. Этот этап обычно включает в себя картографирование области концентрации артефактов или положительных исследований и, возможно, рытье ряда дополнительных исследовательских ям (около одного квадратного метра каждая).

Шаг 4. Полные раскопки проводятся на этом этапе, когда археологический объект, представляющий значительную ценность наследия, был идентифицирован, но не сохранился на месте. Этот этап включает в себя археологические раскопки (или обследование) всего участка для документирования места археологических раскопок и извлечения артефактов, которые в противном случае были бы потеряны навсегда [1].

К основным угрозам археологическим ресурсам относятся такие естественные процессы, как выветривание и эрозия. Некоторые природные процессы могут быть немедленными и катастрофическими, например, наводнения и землетрясения. 26 декабря 2005 года цунами в Юго-Восточной Азии уничтожило множество археологических памятников. Даже изменение климата влияет на археологические ресурсы: повышение уровня моря смывает прибрежные районы, увеличение количества осадков усиливает эрозию руин из сырцового кирпича, движущиеся пески пустыни стирают следы древних цивилизаций, а таяние льдов приводит к разложению тысячелетних органических остатков [2].

Археологи не могут остановить глобальное потепление, но должны найти решения, которые предотвратят или отсрочат его последствия. Тем не менее, простые меры, такие как установка защитных крыш и документирование того, что там находится, могут помочь сохранить объекты или, по крайней мере, сохранить их письменные записи до того, как они будут потеряны.

В современном мире, с ростом населения, промышленное и экономическое развитие представляют собой новые угрозы, не говоря уже о проектах развития инфраструктуры, таких как плотины, дороги и жилье.

Человеческий вооруженный конфликт также уничтожает археологические ресурсы. Возможно, самым известным является разрушение талибами в 2001 году статуй Будды в Бамиане, которые представляют собой монументальные статуи 6-го века. Последующие конфликты в Сирии и Ливии также уничтожили археологические памятники.

Большинство основных проблем при сохранении археологических ресурсов связаны с износом материалов, из которых состоят ресурсы, являющиеся археологическими ценностями. Источники деградации включают как экологические, так и антропогенные причины. Ухудшение артефактов вызвано естественными процессами, человеческими факторами, такими как пренебрежение, вандализм, чрезмерное использование и бесхозяйственность. Все это является результатом прошлого плохого обращения и удержания.

Основная цель консервации – защитить археологическое наследие от материальной утраты и повреждения и сохранить его ценности. Это достигается за счет предупредительных или корректирующих защитных мероприятий, направленных на устранение или смягчение причин ухудшения состояния. Таким образом, консервация оказывает непосредственное влияние на возможные способы сохранения наследия, на то, как оно интерпретируется и становится доступным для общественности посредством изучения и демонстрации. В частности, это может напрямую влиять на внешний вид объектов, что, в свою очередь, может обуславливать восприятие подлинности [2].

Принцип 1: Идентификация и исследование исторических мест должны проводиться в объеме, необходимом для принятия обоснованных решений.

Принцип 2: Результаты деятельности по идентификации интегрируются в процесс планирования.

Принцип 3. Мероприятия по идентификации включают четкие процедуры ведения документов и информации.

Принцип 4: Исследовательская деятельность включает эффективные консультации с заинтересованными племенами, местными органами власти, заинтересованным сообществом, профессиональным сообществом и другими государственными учреждениями [4].

Таким образом, археологические ресурсы играют важную роль в защите, сохранении и отображении объектов археологического наследия. Их инвентаризация и оценка имеют особое значение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Guide for the Management of Archaeological Resources. National Capital Commission. Canada. February, 2008.
2. Nodoro, W. Conservation and Management of Archaeological Heritage Resources. August, 2018. P. 16. – Available at: <https://www.researchgate.net/publication/326804347>.
3. Parks Canada, guidelines for the management of archaeological resources. Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2005.

4. Washington State Standards for Cultural Resources Reporting updated 1/2/2020. Washington State Department of Archaeology & Historic Preservation Olympia, WA.
5. Ziva, Domingos. Public policies for the management of the Angolan archaeological heritage. Archaeological Heritage Policies AND Management Structures Proceedings of the XVII UISPP World Congress (1-7 September 2014, Burgos, Spain) Volume 15 / Sessions A15a, A15b, A15c.

*Материал поступил в редакцию 08.02.23*

## **ARCHAEOLOGICAL RESOURCES**

**A.A. Yarkulov**, PhD, Chief Archaeologist  
The Agency of cultural heritage (Tashkent), Uzbekistan

***Abstract.** This article discusses the inventory, assessment and potential damage to archaeological heritage resources. The protection of archaeological resources is part of the protection of cultural heritage sites.*

***Keywords:** resource, archeology, assessment, object of archeology, inventory.*

**Economic sciences**  
**Экономические науки**

УДК 338.012

**РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА  
СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМПОЧЕК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

Э.С. Балапанова, PhD, кафедра «Экономических специальностей»  
КазНПУ им. Абая, Институт Сорбонна Казахстан (Алматы), Республика Казахстан

***Аннотация.** В статье рассматриваются основные методы оценки эффективности проектов и оценка эффективности вложения капитала в запуск проектов производства светодиодных лампочек.*

***Ключевые слова:** производство, оценка инвестиционных затрат, выручка, чистая прибыль, показатели эффективности проекта: NPV, IRR, WACC, светодиодные лампочки, индикаторы.*

Эффективный проект – это значит получить максимальную прибыль или результат при использовании тех же ресурсов или получить тот же результат при использовании меньших ресурсов.

Далее рассмотрим расчет эффективности на реальном проекте по запуску производства светодиодных лампочек в РК.

**Концепция проекта**

В рамках проекта предполагается производство светодиодных лампочек.

Светодиодная продукция обеспечивает самое качественное искусственное освещение, позволяет решать нестандартные осветительные задачи и отличается экономичностью.

Многие производители обратили внимание на светодиодную технологию только в конце 20 века, поскольку сдержанное потребление электроэнергии светодиодными приборами позволило решать насущные проблемы с экономией электроэнергии. Более того, современные светодиоды являются сверхъяркими, поэтому могут использоваться очень во многих аспектах современной жизни, начиная с персонального освещения, и заканчивая освещением техническим, порой невидимым человеческому глазу.

Современные led светильники отличаются высоким качеством светового потока, экономичностью и эффективностью, поэтому постепенно вытесняют другие источники света.

Главные плюсы:

Экономичность. Малое потребление электроэнергии – это главное преимущество светодиодных источников света.

Светодиодные лампы потребляют в 10 раз меньше энергии в сравнении с лампами накаливания и в 2-3 раза меньше, чем люминесцентные лампы. За время эксплуатации светодиодной лампы (30 000 – 50 000 часов) эта разница превращается в огромную сумму.

За 30 000 работы светодиодная лампа эквивалентная лампе накаливания в 100 Вт потребит 400 кВт электроэнергии, в то время как лампа накаливания – 3000 кВт.

**Эффективность проекта**

Результаты проекта

Проект окупаем, поскольку чистая приведенная стоимость (NPV) положительна и составляет 93 504 тыс. тенге. Внутренняя норма доходности составляет 77,4 %. Не дисконтированный срок окупаемости составляет 1,5 года, дисконтированный – 1,7 года. В качестве ставки дисконтирования использовалась ставка 18,1 %. Детальная информация по эффективности проекта приведена ниже.

Таблица 1

**Основные финансовые показатели по проекту**

Финансовые показатели	Показатель
Сумма требуемых инвестиций, тыс. тенге	12 000
Чистая приведенная стоимость (NPV), тыс. тенге	93 504
Внутренняя норма доходности, IRR, %	77,4 %
Ставка дисконтирования, %	18,1 %
Срок окупаемости не дисконтированный, лет	1,5
Срок окупаемости – дисконтированный, лет	1,7

Источник: Финансовая модель лист J

В рамках проекта планируется производство и дальнейшая реализация светодиодных лампочек.

В рамках проекта планируется производство до 504 000 единиц лампочек в год.

Мощность производства продукции – 42 000 единиц в месяц.

Компоненты проекта:

Приобретение производственного оборудования.

Приобретение комплектующих.

Запуск производства продукции и ее реализация.

Таблица 2

## Общие инвестиционные затраты, тыс. тенге с НДС

№	Наименование затрат	Сумма, вкл. НДС	Доля, %	Источники финансирования	
				Собственные средства	Заемные средства
1	Приобретение комплектующих	9 000	75 %	9 000	-
2	Приобретение и доставка оборудования	3 000	25 %	3 000	-
	Итого суммарные инвестиции	12 000	100 %	12 000	-

Источник: Финансовая модель лист А

Проект окупаем, поскольку чистая приведенная стоимость (NPV) положительна и составляет 93 504 тыс. тенге. Внутренняя норма доходности составляет 77,4 %. Не дисконтированный срок окупаемости составляет 1,5 года, дисконтированный – 1,7 года. В качестве ставки дисконтирования использовалась ставка 18,1 %. Детальная информация по эффективности проекта приведена ниже.

С экономической точки зрения, проект является привлекательным. Экономическая чистая приведенная стоимость (ENPV) проекта составляет 347 млн. тенге при ставке дисконтирования 11,8 %. Экономическая внутренняя ставка доходности (EIRR) проекта составляет 19,6 %.

Таблица 3

## Расчет ЭЧПС (ENPV) и ЭВНД (EIRR), млн. тенге/ %

Расчет экономической эффективности	2022	2023	2024	2025	2029	2030	2031	Итого
Период реализации проекта	0,25	1,25	2,25	3,25	7,25	8,25	9,25	
Совокупный макроэкономический эффект	22	277	407	490	490	490	490	4 138
Дисконтированный СМЭ	21	239	312	335	209	186	165	2 264
Дисконтированный СМЭ с нарастающим итогом	21	260	572	907	1 913	2 099	2 264	12 414
Инвестиционные затраты	9	3	0	0	0	0	0	12
Эксплуатационные затраты	0	77	111	130	130	130	130	1 099
Косвенные затраты	19	172	236	278	278	278	278	2 370
Итого экономические затраты:	28	252	347	408	408	408	408	3 480
Дисконтированные экономические затраты:	27	218	266	278	174	154	137	1 917
Итого дисконтированные экономические затраты с нарастающим итогом:	27	245	511	789	1 626	1 780	1 917	10 641

Источник: Экономическая модель, лист G

Финансовый план:

Оценка предполагаемых затрат на создание проекта

Затраты на реализацию инвестиционного проекта оценочно составляют 12 000 тыс. тенге. В качестве источников финансирования проекта предусмотрено использование собственных средств.

Таблица 4

## Общие инвестиционные затраты, тыс. тенге с НДС

№	Наименование затрат	Сумма, вкл. НДС	Доля, %	Источники финансирования	
				Собственные средства	Заемные средства
1	Приобретение комплектующих	9 000	75 %	9 000	-
2	Приобретение и доставка оборудования	3 000	25 %	3 000	-
	Итого суммарные инвестиции	12 000	100 %	12 000	-

Источник: Финансовая модель лист А

Расчет производственных издержек (эксплуатационные издержки)

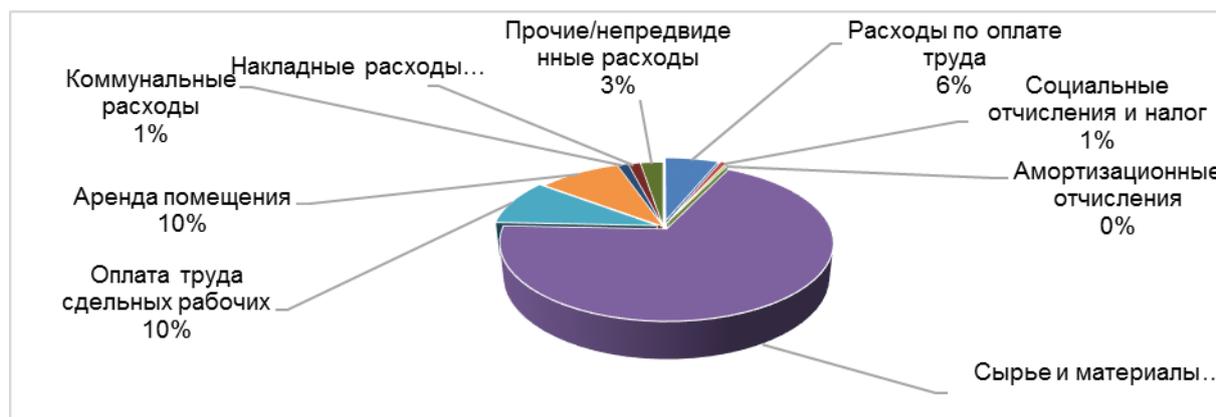
Производственные издержки включают в себя расходы, связанные с производством продукции. 68 % всех производственных расходов составляют затраты на сырье и материалы. Более детальная информация представлена в таблице ниже.

Таблица 5

**Производственные издержки, тыс. тенге без НДС**

№	Элементы затрат	2023	2024	2025	2026	2031	2032
1.1	Расходы по оплате труда	4 802	5 238	5 238	5 238	5 238	5 238
	Социальные отчисления и налог						
1.2		545	595	595	595	595	595
1.3	Амортизационные отчисления	246	268	268	268	268	268
1.4	Сырье и материалы	53 196	80 278	96 720	96 720	96 720	96 720
	Оплата труда сдельных рабочих						
1.5		7 425	11 205	13 500	13 500	13 500	13 500
1.6	Аренда помещения	7 366	8 036	8 036	8 036	8 036	8 036
	Коммунальные расходы						
1.7		982	1 071	1 071	1 071	1 071	1 071
1.8	Накладные расходы	1 100	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
	Прочие/непредвиденные расходы						
1.9		2 031	3 065	3 692	3 692	3 692	3 692
	<b>Итого</b>	<b>77 693</b>	<b>110 955</b>	<b>130 321</b>	<b>130 321</b>	<b>130 321</b>	<b>130 321</b>

Структура производственных расходов представлена в разбивке на первый год реализации проекта. Диаграмма Структура производственных издержек, %



Административные расходы составляют расходы компании, которые не включаются в прямую себестоимость продукции, которую реализует предприятие. Детальная разбивка приведена ниже.

#### 4 Финансовый анализ проекта

##### План доходов

Согласно прогнозам, объем валовой выручки в 2023 году составит 101 541 тыс. тенге. В 2024 году валовая выручка возрастет до 153 235 тыс. тенге.

При расчете программы продаж инфляция во внимание не принималась, поскольку связанное с инфляцией повышение цен пропорционально отразится на издержках производства. Ниже в таблице 6.4.1 приведена более детальная разбивка валовой выручки по проекту.

Таблица 6

**Прогноз валовой выручки, тыс. тенге без НДС**

№	Наименование	2023	2024	2025	2026	2031	2032
1	E14 6W	11 220	16 932	20 400	20 400	20 400	20 400
2	E14 9W	11 921	17 990	21 675	21 675	21 675	21 675
3	E14 12W	12 973	19 578	23 588	23 588	23 588	23 588
4	E14 6W	2 244	3 386	4 080	4 080	4 080	4 080
5	E14 9W	2 384	3 598	4 335	4 335	4 335	4 335
6	E14 12W	2 595	3 916	4 718	4 718	4 718	4 718
7	E14 7W	2 244	3 386	4 080	4 080	4 080	4 080
8	E14 9W	2 384	3 598	4 335	4 335	4 335	4 335

Окончание таблицы 6

№	Наименование	2023	2024	2025	2026	2031	2032
9	E14 12W	2 595	3 916	4 718	4 718	4 718	4 718
10	E27 6W	11 320	17 083	20 582	20 582	20 582	20 582
11	E27 9W	12 021	18 141	21 857	21 857	21 857	21 857
12	E27 12W	13 073	19 729	23 770	23 770	23 770	23 770
13	E27 6W	2 264	3 417	4 116	4 116	4 116	4 116
14	E27 9W	2 404	3 628	4 371	4 371	4 371	4 371
15	E27 12W	2 615	3 946	4 754	4 754	4 754	4 754
16	E27 6W	2 264	3 417	4 116	4 116	4 116	4 116
17	E27 9W	2 404	3 628	4 371	4 371	4 371	4 371
18	E27 12W	2 615	3 946	4 754	4 754	4 754	4 754
	Итого	101 541	153 235	184 620	184 620	184 620	184 620

Источник: Финансовая модель лист В

Анализ эффективности проекта

Проект окупаем, поскольку чистая приведенная стоимость (NPV) положительна и составляет 93 504 тыс. тенге. Внутренняя норма доходности составляет 77,4 %. Не дисконтированный срок окупаемости составляет 1,5 года, дисконтированный – 1,7 года. В качестве ставки дисконтирования использовалась ставка 18,1 %. Детальная информация по эффективности проекта приведена ниже.

Ниже приведен отчет о свободном денежном потоке, согласно которому рассчитаны чистая приведенная стоимость и внутренняя норма доходности. Общая сумма дисконтированного свободного денежного потока составляет 105 504 тыс. тенге. Сумму чистого дисконтированного денежного потока, включая дисконтированные инвестиции, составляет NPV.

Таблица 7

## Отчет о свободном денежном потоке, тыс. тенге

Свободный денежный поток (СДП)	2022	2023	2024	2025	2026	2032
	0,2	1,2	2,2	3,2	4,2	10,2
Денежные средства, полученные от операционной деятельности	0	5 885	21 067	32 931	32 931	32 931
Не дисконтированный СДП	0	5 885	21 067	32 931	32 931	32 931
Дисконтированный СДП	0	4 772	14 276	18 646	15 580	5 303
Не дисконтированные инвестиции	9 000	3 000				0
Дисконтированные инвестиции	9 000	3 000	0	0	0	0
Чистый дисконтированный денежный поток	-9 000	1 772	14 276	18 646	15 580	5 303

Источник: Финансовая модель лист J

Материал поступил в редакцию 29.01.23

## CALCULATION OF PRODUCTION EFFICIENCY OF LED BULBS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

E.S. Balapanova, PhD, Department of Economic Specialties  
Abai KazNPU, Sorbonne Institute Kazakhstan (Almaty), Republic of Kazakhstan

**Abstract.** The article discusses the main methods of assessing the effectiveness of projects and assessing the effectiveness of capital investments in the launch of LED light bulb production projects.

**Keywords:** production, investment cost estimate, revenue, net profit, project performance indicators: NPV, IRR. WACC, LED bulbs, lights.

УДК 330

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ

К.А. Шмелева,

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия

***Аннотация.** Совершенствование менеджмента качества необходимо каждой организации, предоставляемой продукции или услуги, особенно компании монополисту в сфере железнодорожных перевозок, ввиду отсутствия альтернативного сухопутного транспорта в России на дальние расстояния. Актуальность данного исследования заключается в выявлении слабых мест железнодорожного предприятия в условиях централизованного управления организацией. Целью исследования стало выявление несовершенств в централизованной системе управления железнодорожным предприятием. В исследовании выявлены проблемы и уязвимые места крупнейшей организации по пассажирским и багажным перевозкам. Определены задачи системы менеджмента качества организации, ее приоритетные цели совершенствования системы менеджмента качества. Предложены рекомендации по достижению целей и поставленных задач.*

***Ключевые слова:** система менеджмента качества, управление организацией, железнодорожные перевозки, централизованное управление.*

Управление предприятием – это сложный многогранный процесс, который требует профессиональных знаний и умений, от управления малым бизнесом до корпорации. Железнодорожный транспорт в России с 2003 года полностью сосредоточен в ОАО «РЖД», состоящее из множества компаний, которые, в свою очередь, обеспечивают функционирование железной дороги России в полном объеме.

Еще с царских времен главной идеей развития железнодорожного транспорта в России стала централизованность, которая сохранилась до наших дней. Так, на сегодняшний день, благодаря централизованному управлению, образовался единый парк вагонов, с помощью которого равномерно распределяется транспортная нагрузка во времена нехватки вагонов в регионах страны. Еще одно преимущество централизованного управления – это управление непрерывным перевозочным процессом как пассажиров, так и грузов, что позволяет оперативно решать вопросы в сложных или чрезвычайных ситуациях. Таким образом, из-за широко распространенной системы, железнодорожный транспорт России образовал сложную структуру, которая включает в себя:

- министерство транспорта;
- железную дорогу;
- дочерние предприятия;
- линейные подразделения (структурные подразделения компании, ж/д станции, депо и др.).

Для непрерывного функционирования основных средств, участвующих в основной деятельности компании, был создан сильнейший промышленно-ремонтный комплекс, состоящий из строительных трестов, проектно-изыскательных организаций.

Одной из особенностей управления железнодорожным предприятием является значительное расстояние между промышленными, ремонтными комплексами от самого аппарата управления, поэтому, решением проблемы доступа к производственным нуждам стало создание собственной инфраструктуры, а именно: ремонтные депо, общепит, здравоохранение, досуговые центры, образовательные учреждения.

ОАО «РЖД» имеет в собственности 85 тысяч километров железной дороги, что составляет 99 % от общей протяженности. Оставшимся 1 % владеют частные компании. Именно поэтому устройство ОАО «РЖД» схоже с федеративным устройством страны, где ОАО «РЖД» – это государство, которое делится на федерации с собственным центром управления (филиалы и дочерние предприятия), бюджетом и территориальной целостностью. В свою очередь, филиалы компании поделены на структурные подразделения по функциональному и территориальному признаку. Такое федеративное устройство компании позволяет наиболее эффективно управлять каждым филиалом, концентрируя внимание на проблемы организации в частности, а не в целом.

При централизованном управлении компанией есть и свои уязвимые места, которые требуют решения. К таким проблемам относится проблема отсутствия единой системы учета затрат на предприятии. Расходы компании, с целью корректного отражения, принято относить на различные контролинговые заказы и счета, которые обозначают происхождение расходов. К контролинговым заказам относятся: балансовая единица (4 цифры), которая отражает филиал организации, несущей расходы; МВЗ (две цифры или буквы), показывающие отношение расходов к определенному структурному предприятию (городу); статья (4 цифры), отражающая вид расходов, например, ремонт, обслуживание, питание в поездах и т.д.; аналитика (2 цифры) – это код, показывающий вид вагона – плацкарт, купе и т.д.; счет (10 цифр) – относящий расходы к виду затрат, например,

ФОТ, материалы, амортизация, прочие материальные расходы и другое. Проблема отсутствия единой системы затрат заключается в том, что в предприятии несколько филиалов, и в каждом филиале свой взгляд на происхождение расходов, отсюда рождается разное отношение расходов по статьям у каждого филиала, что приводит к несоответствию расходов в конце отчетного года при контрольном аудите. Выявление таких несоответствий ведет к нарушениям, которые впоследствии следует исправлять.

В качестве решения проблемы предлагается совершенствование системы менеджмента качества на предприятии ОАО «РЖД», как важнейшей подсистемы управления.

Таким образом, приоритетными целями совершенствования СМК ОАО РЖД» в области качества являются:

- удовлетворение потребителей путем постоянного непрерывного совершенствования, роста качества оказываемых услуг, повышения уровня обслуживания, безопасности пассажиров и их комфорта;
- постоянное повышение эффективности деятельности за счет совершенствования системы менеджмента качества, оптимизации бизнес-процессов компании, тщательной подготовки подвижных составов к рейсу, оказания высокого качества сервисных услуг.

К задачам системы менеджмента качества в компании ОАО «РЖД» можно отнести:

1. Концентрация на методологических, технологических и программных комплексах с целью оказания высокого качества услуг, высокой безопасности перевозок пассажиров на каждом этапе жизненного цикла технологий.
2. Создание и развитие единой методологии по управлению, контролю качества по оказанию услуг, реализации и совершенствования бизнес-процессов
3. Эффективный контроль за качеством предоставляемой продукции и услуг.
4. Внедрение системы по оказанию поддержки в сфере принятия решений по управлению, поддержанию и контролю качества оказываемых услуг в виде технологической среды с целью реализации деятельности, в том числе управления затратами.

Для достижения компанией выше поставленных целей и задач необходимо выполнить ряд рекомендаций, описанных ниже.

- Создание корректной организационной культуры, путем улучшения взаимоотношений сотрудников внутри компании, повышения их квалификации с помощью дополнительных обучающих курсов, повышения мотивации сотрудников.
  - Создание крепких и выгодных внешних связей с поставщиками, которые способствуют поддержанию или улучшению высокого уровня качества оказываемых услуг.
  - Регулярная оценка рисков компании, в постоянно изменяющихся условиях, позволит организации предупреждать и снижать уровень выявленных рисков путем принятия управленческих решений.
  - Улучшение системы менеджмента качества способствует повышению эффективности деятельности организации за счет совершенствования бизнес-процессов, внедрения новых технологий и оптимизации затрат.
- Результатом совершенствования системы менеджмента качества могут стать следующие выгоды:
- статус клиентоориентированной компании, повышение лояльности пассажиров к организации;
  - соответствие мировым практикам в области менеджмента качества с подтверждением от независимых аудиторов по сертификации;
  - предоставление высокого качества услуг, соответствующих мировым стандартам качества;
  - увеличение стоимости акций организации;
  - приход к централизованному управлению во всех подразделениях и филиалах организации, в том числе в системе учета затрат.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбашко, Е.А. Оценка и обеспечение качества работы аудиторских организаций / Е.А. Горбашко, А.Г. Жукова // Стандарты и качество. – Москва, 2014. – № 5. – 0,4 п.л.
2. Леонова, Т.И. Управление качеством. Практикум 2-е изд. Учебное пособие / Т.И. Леонова, Н.Ю. Четыркина, И.Д. Летюхин. – Санкт-Петербург, 2021. – 350 с.
3. Окрепилов, В.В. Качество – основа устойчивого развития. Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. / В.В. Окрепилов. – СПб.: ИПРЭ РАН, 2019. – № 1-2 (58-59). – С. 55-61.

*Материал поступил в редакцию 20.02.23*

## IMPROVEMENT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN RUSSIAN RAILWAY TRANSPORT

**K.A. Shmeleva,**

Saint-Petersburg State University of Economics, Russia

***Abstract.** Improvement of quality management is necessary for every organization that provides products or services, especially for a monopolist company in the field of rail transportation, due to the lack of alternative long-distance land transport in Russia. The relevance of this study is to identify the weaknesses of the railway enterprise in the conditions of centralized management of the organization. The purpose of the study was to identify imperfections in the centralized management system of a railway enterprise. The study revealed the problems and vulnerabilities of the largest organization for passenger and baggage transportation. The tasks of the quality management system of the organization, its priority goals of improving the quality management system are defined. Recommendations for achieving goals and objectives are proposed.*

***Keywords:** quality management system, organization management, railway transportation, centralized management.*

# Наука и Мир / Science and world

## Ежемесячный научный журнал

№ 2 (114), Том 2, февраль / 2023

Адрес редакции:  
Россия, 400105, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр-кт Metallургов, д. 29  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Изготовлено в типографии ИП Ростова И.А.  
Адрес типографии:  
Россия, 400121, г. Волгоград, ул. Академика Павлова, 12

Учредитель (Издатель): ООО «Научное обозрение»  
Адрес: Россия, 400094, г. Волгоград, ул. Перелазовская, 28.  
E-mail: [scienceph@mail.ru](mailto:scienceph@mail.ru)  
<http://scienceph.ru>

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Теслина Ольга Владимировна  
Ответственный редактор: Малышева Жанна Александровна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук  
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук  
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук  
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук  
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук  
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук  
Хужаев Муминжон Исохонович, доктор философских наук  
Ибрагимов Лутфулло Зиядуллаевич, доктор географических наук  
Горбачевский Евгений Викторович, кандидат технических наук  
Мадаминов Хуршиджон Мухамедович, кандидат физико-математических наук  
Отажонов Салим Мадрахимович, доктор физико-математических наук  
Каратаева Лола Абдуллаевна, кандидат медицинских наук  
Турсунов Имомназар Эгамбердиевич, PhD экономических наук  
Ачилов Ганижон Бабаджанович, кандидат биологических наук  
Кузметов Абдулахмет Раймбердиевич, доктор биологических наук  
Султанов Баходир Файзуллаевич, кандидат экономических наук  
Максумханова Азизахон Мукадыровна, кандидат экономических наук  
Кувнаков Хайдар Касимович, кандидат экономических наук  
Якубова Хуршида Муратовна, кандидат экономических наук  
Кушаров Зохид Келдиёрович, кандидат экономических наук

Подписано в печать 28.02.2023. Дата выхода в свет: 13.03.2023.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Заказ № 79. Свободная цена. Тираж 100.