

# ВЕСТНИК КЕМЕРОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Журнал теоретических и прикладных исследований  
Издается с 1999 г.

2014 № 3 (59) Т. 3

*Журнал включен в «Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» Высшей аттестационной комиссии*

---

## УЧРЕДИТЕЛЬ:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет»

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

*Волчек В. А.* – д-р ист. наук, проф., ректор КемГУ (г. Кемерово, Россия) – председатель совета.  
*Аникин А. Е.* – д-р филол. наук, чл.-корр. РАН, Институт филологии РАН (г. Новосибирск, Россия).  
*Бабич М.* – д-р юр. наук, проф. Баян-Лукского университета (г. Баян Лука, Респ. Сербская, Босния и Герцеговина).  
*Дружинин В. Г.* – д-р биол. наук, проф., проректор по научной работе КемГУ (г. Кемерово, Россия).  
*Захаров Ю. А.* – д-р хим. наук, проф., чл.-корр. РАН, зав. кафедрой химии твердого тела КемГУ (г. Кемерово, Россия).  
*Конторович А. Э.* – д-р геол.-минерал. наук, академик РАН, председатель Президиума Кемеровского научного центра СО РАН (г. Новосибирск, Россия).  
*Кремер Р.* – д-р, проф. Потсдамского университета, главный редактор журнала «Weltrends» (г. Потсдам, Германия).  
*Лаврик О. И.* – д-р хим. наук, чл.-корр. РАН, Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (г. Новосибирск, Россия).  
*Милошевич Х.* – проф. природно-математического факультета Приштинского университета (г. Косовска Митровица, Сербия).  
*Молодин В. И.* – д-р истор. наук, академик РАН, Институт археологии и этнографии СО РАН (г. Новосибирск, Россия).  
*Пихица П. В.* – д-р филол. наук, Сеульский национальный университет (г. Сеул, Южная Корея).  
*Суслов В. И.* – д-р экон. наук, чл.-корр. РАН, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (г. Новосибирск, Россия).  
*Чистякова С. Н.* – д-р пед. наук, чл.-корр. РАО, академик-секретарь РАО (г. Москва, Россия).  
*Шокин Ю. И.* – д-р физ.-мат. наук, академик РАН, Институт вычислительных технологий СО РАН (г. Новосибирск, Россия).  
*Юревич А. В.* – д-р психол. наук, чл.-корр. РАН, Институт психологии РАН (г. Москва, Россия).

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*Дружинин В. Г.* – д-р биол. наук, проф., гл. ред., председатель.  
*Араева Л. А.* – д-р филол. наук, проф.  
*Бибило В. Н.* – д-р юр. наук, проф. (Беларусь).  
*Бобров В. В.* – д-р ист. наук, проф.  
*Гудов А. М.* – д-р ф.-м.н., доцент.  
*Данилов Н. Н.* – д-р физ.-мат. наук, проф.  
*Желтов В. В.* – д-р филос. наук, проф.  
*Казин Э. М.* – д-р биол. наук, проф.  
*Касаткина Н. Э.* – д-р пед. наук, проф.  
*Лушников Г. И.* – д-р филол. наук, проф.  
*Митько Н. В.* – зам. директора науч. библиотеки.  
*Мороз А. А.* – д-р хим. наук, проф.  
*Невзоров Б. П.* – д-р пед. наук, проф., отв. редактор.  
*Поплавной А. С.* – д-р физ.-мат. наук, проф.  
*Соколова Я.* – канд. филол. наук, проф. (Словакия).  
*Черненко Т. Г.* – д-р юр. наук, проф.  
*Шабашев В. А.* – д-р экон. наук, проф.  
*Шадрин А. В.* – д-р техн. наук, проф.  
*Щенников В. П.* – д-р филос. наук, проф.  
*Яницкий М. С.* – д-р психол. наук, проф.

Редакторы выпуска:

*Н. С. Якимова, Л. С. Старикова, В. П. Долгих*

Компьютерная верстка – *В. А. Шерина*

# BULLETIN OF KEMEROVO STATE UNIVERSITY

Journal of theoretical and applied research  
Founded in 1999

**2014 № 3 (59) Vol. 3**

*The Bulletin is included into the "List of leading peer-reviewed journals and issues" which should publish main research results of Doctor's and Candidate's theses by the Higher Attestation Commission*

---

## FOUNDER:

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Kemerovo State University

## EDITORIAL ADVISORY BOARD:

*V. A. Volchek* – Dr. of History, Prof., Rector of Kemerovo State University (Kemerovo, Russia) – Chair.  
*A. E. Anikin* – Dr. of Philology, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Philology of the Siberian Branch of the RAS (Novosibirsk, Russia).  
*M. Babic* – Dr. of Law, Prof. at Banja Luka University (Banja Luka, Republika Srpska, Bosnia and Herzegovina).  
*V. G. Druzhinin* – Dr. of Biology, Vice-Rector for Science of Kemerovo State University (Kemerovo, Russia).  
*Yu. A. Zakharov* – Dr. of Chemistry, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Chemistry of Solids of Kemerovo State University (Kemerovo, Russia).  
*Al. E. Kontorovich* – Dr. of Geography and Mineralogy, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Presidium of Kemerovo Scientific Centre of the Siberian Branch of the RAS (Novosibirsk, Kemerovo, Russia).  
*R. Kraemer* – Dr., Prof. at Potsdam University, Editor-in-Chief of WeltTrends Journal (Potsdam, Germany).  
*O. I. Lavrik* – Dr. of Chemistry, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the Siberian Branch of the RAS (Novosibirsk, Russia).  
*H. Milosevic* – Prof. at the Faculty of Science and Mathematics of the University in Pristina, President of Impex Company (Kosovska Mitrovica, Serbia).  
*V. I. Molodin* – Dr. of History, Institute of Archeology and Ethnography of the Siberian Branch of the RAS (Novosibirsk, Russia).  
*P. V. Pikhitsa* – Ph.D., senior researcher at Seoul National University (Seoul, South Korea).  
*V. I. Suslov* – Dr. of Economics, Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the RAS (Novosibirsk, Russia).  
*S. N. Chistyakova* – Dr. of Pedagogic, Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Academic Secretary of the RAE (Moscow, Russia).  
*Yu. I. Shokin* – Dr. of Physics and Mathematics, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Computational Technologies of the Siberian Branch of the RAS (Novosibirsk, Russia).  
*A. V. Yurevich* – Dr. of Psychology, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Psychology of the RAS (Moscow, Russia).

## EDITORIAL BOARD:

*V. G. Druzhinin* – Dr. of Biology, Prof., Editor-in-Chief – Chair.  
*L. A. Araeva* – Dr. of Philology, Prof.  
*V. N. Bibilo* – Dr. of Law, Prof. (Belarus).  
*V. V. Bobrov* – Dr. of History, Prof.  
*A. M. Gudov* – Dr. of Physics and Mathematics, Associate Prof.  
*N. N. Danilov* – Dr. of Physics and Mathematics, Prof.  
*V. V. Zheltov* – Dr. of Philosophy, Prof.  
*E. M. Kazin* – Dr. of Biology, Prof.  
*N. E. Kasatkina* – Dr. of Pedagogic, Prof.  
*G. I. Lushnikova* – Dr. of Philology, Associate Prof.  
*N. V. Mitko* – Deputy Director of Scientific Library  
*A. A. Moroz* – Dr. of Chemistry, Prof.  
*B. P. Nevzorov* – Dr. of Pedagogic, Prof., Executive Editor.  
*A. S. Poplavnoy* – Dr. of Physics and Mathematics, Prof.  
*Ya. Sokolova* – Candidate of Philology, Prof. (Nitra, Slovakia).  
*T. G. Chernenko* – Dr. of Law, Prof.  
*V. A. Shabashev* – Dr. of Economics, Prof.  
*A. V. Shadrin* – Dr. of Technical Science, Prof.  
*V. P. Shchennikov* – Dr. of Philosophy, Prof.  
*M. S. Yanitskiy* – Dr. of Psychology, Prof.

Issue editor:

*N. S. Yakimova, L. S. Starikova, V. P. Dolgikh*  
Computer layout – *V. A. Sherina*

*Журнал издается по решению редакционно-издательского совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет».*

**Выходит 1 раз в квартал**

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:  
**ПН ФС77-40023 от 04.06.2010 г.**

**Адрес редакции:**

650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6, к. 2125.  
Тел.: (3842) 58-13-01  
Факс: (3842)58-44-03  
E-mail: [vestnik@kemsu.ru](mailto:vestnik@kemsu.ru)  
Адрес сайта:  
<http://vestnik.kemsu.ru>

**Адрес издателя:**

650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6.  
Тел.: 8(3842) 58-28-39  
Факс: 8(3842)58-12-26  
E-mail: [rector@kemsu.ru](mailto:rector@kemsu.ru)

**Подписные индексы:**

Объединенный каталог «Пресса России» – 42150

Журнал представлен в открытом доступе на сайте Российской универсальной научной электронной библиотеки и включен в реферативную базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

<http://elibrary.ru>

Ни одна из частей журнала либо издание в целом не могут быть перепечатаны без письменного разрешения авторов или издателя.

*Printed by the decision of Scientific Editorial Publishing Council of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Kemerovo State University*

**Issued once a quarter**

The Journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor)

Certificate of registration:  
**ПН ФС77-40023 of 04.06.2010**

**Editorial Office Address:**

650043, Kemerovo, 6 Krasnaya St., room 2125.  
Tel.: 8 (3842) 58-13-01  
Fax: 8 (3842) 58-44-03  
E-mail: [vestnik@kemsu.ru](mailto:vestnik@kemsu.ru)  
Web-site:  
<http://vestnik.kemsu.ru>

**Publisher Address:**

650043, Kemerovo, 6 Krasnaya St.  
Tel.: (3842) 58-28-39  
Fax: (3842)58-12-26  
E-mail: [rector@kemsu.ru](mailto:rector@kemsu.ru)

**Subscription indices:**

42150 – in the United catalogue "The Press of Russia"

Free access to the Journal is provided at the website of the Russian Universal Scientific Electronic Li-brary. The Journal is included into the database of the "Russian Science Citation Index".

<http://elibrary.ru>

No part of the Journal can be republished without the permission of the authors or the publisher.

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

## БИОЛОГИЯ

- 7 *Зырянова О. А., Ларина М. А.* Сравнительная характеристика лишенофлоры ленточных боров на территории Республики Хакасия
- 11 *Кулемин Ю. Е., Минина В. И., Титов Р. А.* Исследования повреждений ДНК у шахтеров (обзор литературы)
- 16 *Литвинова Н. А., Бедарева А. В., Зубрикова К. Ю., Разоренова Ю. Ю., Кучко Т. И.* Влияние женского феромона на уровень здоровья и функциональное состояние юношей
- 20 *Падюкова А. Д., Лавряшина М. Б., Ульянова М. В., Тychinskiх З. А., Кузнецова М. А., Агджоян А. Т., Схалыхо Р. А., Балановский О. П.* Изучение генофонда Ясcolsбинских тоболо-иртышских татар по данным STR-маркеров у-хромосомы
- 26 *Рыжкова А. В., Минина В. И., Баканова М. Л., Титов Р. А., Кулемин Ю. Е.* Полиморфизм генов XRCC1, XRCC2, XRCC3 у жителей Кемеровской области, больных раком легкого
- 30 *Ульянова М. В., Лавряшина М. Б., Дружинин В. Г., Тychinskiх З. А., Долинина Д. О.* Особенности репродукции коренных этносов Сибири в сравнительном освещении

## ИСТОРИЯ

- 34 *Бейсенов А. З., Ермоленко Л. Н.* Новые каменные изваяния сакской эпохи из Сарыарки
- 41 *Белюсова Н. А.* Естественноисторические музеи высших учебных заведений юга Западной Сибири: функции и виды их деятельности
- 49 *Васютин С. А.* «Когда силы государства стали... ничтожными». Кризис и падение «дуальной империи» Да Ляо
- 54 *Кимеев В. М.* Проблема этногенеза шорцев
- 67 *Кимеев В. М.* Русская колонизация как основа формирования шорского этноса
- 78 *Кимеева Т. И., Глушкова П. В.* Актуализация календарной обрядности в музеях Кемеровской области
- 87 *Савельева А. С., Герман П. В.* Древние горные выработки Чечулихинского Салаирского прииска
- 93 *Советова О. С., Шишкина О. О.* Изображения на плитах оград тагарских курганов (Тепсейский археологический комплекс)

## МАТЕМАТИКА

- 99 *Вавилов В. А.* Исследование RQ-систем, функционирующих в полумарковской среде
- 107 *Каледин В. О., Крюкова Я. С., Вякина Е. А., Сидоренко Н. Ю.* Идентификация модели поля точечных источников тока в ортотропном цилиндре

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- 113 *Егоров А. Г., Зуева О. М.* Состояние ресурсов лесного комплекса как основа оценки уязвимости среды традиционного природопользования

## BIOLOGY

- 7 *O. A. Zyryanova, M. A. Larina.* Comparative characteristics of lichenoflora of ribbon-like pine forests in the territory of the Republic of Khakassia
- 11 *Yu. E. Kulemin, V. I. Minina, R. A. Titov.* DNA damage in miners (literature review)
- 16 *N. A. Litvinova, A. V. Bedareva, K. Yu. Zubrikova, Yu. Yu. Razorenova, T. I. Kuchko.* Influence of female pheromone on health level and functional status of young men
- 20 *A. D. Padyukova, M. B. Lavryashina, M. V. Ulyanova, Z. A. Tychinskih, M. A. Kuznetsova, A. T. Agdjoyan, R. A. Skhalyaho, O. P. Balanovsky.* A study of the gene pool of Yaskolbinsk Tobol-Irtysh Siberian Tatars according to STR-markers of the Y-chromosome
- 26 *A. V. Ryzhkova, V. I. Minina, M. L. Bakanova, R. A. Titov, Yu. E. Kulemin.* Polymorphism XRCC1, XRCC2, XRCC3 genes in lung cancer patients and healthy people of Kemerovo region
- 30 *M. V. Ulyanova, M. B. Lavryashina, V. G. Druzhinin, Z. A. Tychinskih, D. O. Dolinina.* Features of reproduction in indigenous ethnic groups of Siberia in comparative coverage

## HISTORY

- 34 *A. Z. Beisenov, L. N. Ermolenko.* New stone statues of the Saka period from Saryarka
- 41 *N. A. Belousova.* Natural History museums of higher education institutions of the South of Western Siberia: functions and activities
- 49 *S. A. Vasyutin.* «When the state power became... low». Crisis and fall of the Da Liao "dual empire"
- 54 *V. M. Kimeev.* Problem of Shors' ethnogenesis
- 67 *V. M. Kimeev.* The Russian colonization as the basis of the shor ethnos
- 78 *T. I. Kimeeva, P. V. Glushkova.* Mainstreaming calendar rites in museums of Kemerovo region
- 87 *A. S. Savelyeva, P. V. German.* Ancient mines of Chuchuliha Salair ore mining site
- 93 *O. S. Sovetova, O. O. Shishkina.* Images on the plates of Tagr kurgan fences (Tepsey archaeological complex)

## MATHEMATICS

- 99 *V. A. Vavilov.* Research of the retrieval queueing systems operating in semi-Markov environment
- 107 *V. O. Kaledin, Ya. S. Kryukova, E. A. Vyachkina, N. Yu. Sidorenko.* Identification of the model of point current sources field in the orthotropic cylinder

## EARTH SCIENCE

- 113 *A. G. Egorov, O. M. Zueva.* Condition of forest complex resources as the basis for assessing vulnerability of traditional wildlife use environment

## ПЕДАГОГИКА

- 118 *Осокина О. М., Ростовцев А. Н., Лейбов А. М.* Некоторые аспекты формирования готовности педагогических кадров образовательных организаций к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС

## ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ И СОЦИОЛОГИЯ

- 122 *Поддубиков В. В., Осипов К. И.* Поземельные конфликты в местах традиционного хозяйствования шорцев: типология, факторы, модели конфликтогенеза

## ПСИХОЛОГИЯ

- 128 *Калинина Р. Р.* Возможности психологической коррекции эмоционально-личностного отношения к социуму у детей-сирот
- 133 *Калита В. В., Черникина К. С., Якухний А. М.* Особенности этнических представлений российских мигрантов о ценностях страны исхода (России) и страны приема (Испании)
- 140 *Морозова И. С., Белогай К. Н., Борисенко Ю. В., Отт Т. О.* Апробация опросника «репродуктивные мотивы»
- 146 *Морозова И. С., Белогай К. Н., Отт Т. О.* Особенности детско-родительских отношений в приемных семьях
- 152 *Силантьева Т. А.* Социальная саморегуляция в ситуации инвалидности

## ФИЗИКА

- 156 *Адуев Б. П., Никитин А. П., Нурмухамедов Д. Р., Звекоев А. А., Ковалев Р. И.* Экспериментальное и теоретическое исследование рассеяния и поглощения света включениями наночастиц алюминия в тетранитрате пентаэритрита
- 162 *Решетникова Е. В., Гилева А. Е.* Идентификация параметров упругости спирально свернутого материала

## ФИЛОЛОГИЯ

- 165 *Артемova Т. В., Катyshev П. А., Оленев С. В., Паули Ю. С., Соколова С. К.* Функции жаргона наркоманов и словообразовательные средства их осуществления (на материале социолингвистических опросов и словарей жаргона)
- 170 *Мельник Н. В., Нургалева Г. И.* Стратегии толкований латинских крылатых фраз в лингвоперсонологическом аспекте

## ХИМИЯ

- 174 *Борисов Р. В., Белоусов О. В.* Получение наноразмерных частиц палладия на углеродных носителях в автоклавных условиях
- 178 *Вальнюкова А. С., Пугачев В. М., Захаров Ю. А.* Получение и кристаллическая структура наноструктурированной системы Ni-Cd
- 181 *Воропай А. Н., Додонов В. Г., Самаров А. В.* Влияние ультразвука на размеры частиц аморфного гидроксида никеля, полученного на пористом углеродном носителе
- 184 *Датий К. А., Захаров Ю. А., Хицова Л. М.* Термостимулируемые процессы на поверхности наноструктурированных порошков Fe – Co – Ni

## PEDAGOGICS

- 118 *O. M. Osokina, A. N. Rostovtcev, A. M. Leybov.* Some aspects of the formation of readiness of educational institutions teaching staff to the use of modern information technologies in the framework of the Federal State Educational Standard

## POLITICAL SCIENCE AND SOCIOLOGY

- 122 *V. V. Poddubikov, K. I. Osipov.* Land-use conflicts in the areas of the Shor people's traditional economic activities: types, factors and origin patterns

## PSYCHOLOGY

- 128 *R. R. Kalinina.* Possibilities of psychological correction of emotionalpersonal attitude to the society in orphan children
- 133 *V. V. Kalita, K. S. Chernikina, A. M. Yakukhniy.* Features of Russian migrants' visions about the values of the country of origin (Russia) and the host country (Spain)
- 140 *I. S. Morozova, K. N. Belogay, Yu. V. Borisenko, T. O. Ott.* Testing of «Reproductive motives» questionnaire
- 146 *I. S. Morozova, K. N. Belogay, T. O. Ott.* Special features of children-parents relations in foster families
- 152 *T. A. Silantieva.* Social self-regulation in disability situation

## PHYSICS

- 156 *B. P. Aduev, A. P. Nikitin, D. R. Nurmukhamedov, A. A. Zvekov, R. I. Kovalev.* Experimental and theoretical research of scattering and absorption light on aluminum nanoparticles in pentae-rythritol tetranitrate
- 162 *E. V. Reshetnikova, A. E. Gileva.* Identification of parameters of composite material elasticity

## PHILOLOGY

- 165 *T. V. Artemova, P. A. Katyshev, S. V. Olenev, J. S. Pauli, S. K. Sokolova.* Functions of drug addicts' jargon and word-building means of their implementation (a case study of sociolinguistic questionnaires and jargon dictionaries)
- 170 *N. V. Melnik, G. I. Nurgaleeva.* Strategies of Latin phrases explications in the aspect of linguistic personology

## CHEMISTRY

- 174 *R. V. Borisov, O. V. Belousov.* Preparation of palladium nanoparticles on carbon substrates in autoclave conditions
- 178 *A. S. Valnyukova, V. M. Pugachev Yu. A. Zaharov.* Synthesis and crystal structure of nano-structured Ni-Cd system
- 181 *A. N. Voropay, V. G. Dodonov, A. V. Samarov.* Effect of ultrasound on the particle size of the amorphous nickel hydroxide obtained by porous carbon support
- 184 *K. A. Datiy, Yu. A. Zaharov, L. M. Hitsova.* Thermostimulated processes on the surface of Fe-Co-Ni nanostructured powders

- 189 **Еременко Н. К., Додонов В. Г., Захаров Ю. А., Образцова И. И., Еременко А. Н.** Синтез и морфология биметаллических наночастиц CO/AU со структурой ядро-оболочка
- 194 **Захаров Ю. А., Колмыков Р. П., Пугачев В. М., Лыричиков С. Ю.** Фазовый состав и морфология нанопорошков системы кобальт-никель
- 201 **Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Васильева О. В., Карпушкина Ю. В., Просвирин И. П., Лыричиков С. Ю.** Нанокристаллические порошки системы никель-медь
- 211 **Каленский А. В., Зыков И. Ю., Ананьева М. В., Звекоев А. А., Адуев Б. П.** Взрывная чувствительность композитов тэн-алюминия к действию импульсного лазерного излучения
- 217 **Колмыков Р. П.** Элементный анализ нанопорошков твердорастворной системы кобальт-никель методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой
- 224 **Кригер Л. Д., Миклин М. Б., Ананьев В. А.** Образование диамагнитных продуктов в кристаллических нитратах при действии квантов света с энергией 5.58 эВ
- 227 **Лузгарев С. В., Шевелева Ю. А., Денисов В. Я., Лузгарев А. С.** Фотохимическое сшивание полидиметилсилоксановых полимеров
- 231 **Лузгарев С. В., Лузгарев А. С., Воронежцева А. В., Шевелева Ю. А., Денисов В. Я.** Фотохимическое окисление высокомолекулярного полидиметилсилоксанового каучука СКТ
- 234 **Миклин М. Б.** Электронно-энергетическая структура кристаллических нитратов. Обзор
- 238 **Пузынин А. В., Самаров А. В., Воронай А. Н., Козлов А. П., Барнаков Ч. Н., Исмагилов З. Р.** Использование высокопористых углеродных материалов, наполненных гидроксидом металла в качестве электродов суперконденсатора
- 242 **Сименюк Г. Ю., Павелко Н. В., Пузынин А. В., Додонов В. Г., Манина Т. С., Исмагилов З. Р.** Электродные материалы суперконденсаторов на основе наноструктурированных золото-углеродных композитов
- 246 **Якубик Д. Г., Воронай А. Н., Манина Т. С., Додонов В. Г.** Сорбционные характеристики наноструктурированных композитов «гидроксид никеля – пористый углерод»
- ЭКОНОМИКА**
- 251 **Саблин К. С.** Специфика «институтов развития» в некоторых сибирских регионах
- 257 **Старченко Е. Н., Часовников С. Н.** Разработка рыночных механизмов устойчивого экологического развития промышленно-развитых регионов
- 263 **Часовников С. Н., Старченко Е. Н., Вержиский Д. Г.** Формирование рыночных механизмов экологического рынка промышленно-развитых регионов (на примере Кемеровской области)
- 271 Правила для авторов журнала
- 273 Подписка на «Вестник КемГУ»
- 189 **N. K. Yeremenko, V. G. Dodonov, Yu. A. Zaharov, I. I. Obratsova, A. N. Yeremenko.** Synthesis and morphology of Co/Au bimetal nanoparticles with core-shell structure
- 194 **Ju. A. Zaharov, R. P. Kolmykov, V. M. Pugachev, S. V. Lyrshchikov.** Phase structure and morphology of cobalt-nickel system nanopowders
- 201 **Yu. A. Zaharov, V. M. Pugachev, O. V. Vasilieva, Yu. V. Karpushkina, I. P. Prosvirin, S. V. Lyrshchikov.** Nanocrystalline powders of nickel-copper
- 211 **A. V. Kalenskii, I. Yu. Zykov, M. V. Ananyeva, A. A. Zvekov, B. P. Aduiev.** Explosive sensitivity PETN-aluminum composites to pulsed laser radiation
- 217 **R. P. Kolmykov.** Element analysis of cobalt-nickel solid solution system nanopowders by the method of inductive coupled plasma atom emission spectroscopy
- 224 **L. D. Kriger, M. B. Miklin, V. A. Anan'ev.** Formation of diamagnetic products in crystalline nitrates under the action of light quanta with the energy of 5.58 eV
- 227 **S. V. Luzgarev, Yu. A. Sheveleva, V. Ya Denisov, A. S. Luzgarev.** Photochemical crosslinking of polydimethylsiloxane polymers
- 231 **S. V. Luzgarev, A. S. Luzgarev, A. V. Voronezhstseva, Yu. A. Sheveleva, V. Ya. Denisov.** Photochemical oxidation of high-molecular BR polydimethylsiloxane rubber
- 234 **M. B. Miklin.** Electron energy structure of crystalline alkali nitrates. A review
- 238 **A. V. Puzynin, A. V. Samarov, A. N. Voropay, A. P. Kozlov, Ch. N. Barnakov, Z. R. Ismagilov.** Investigation of the electrochemical properties of highly porous carbon materials with metal hydroxide to produce composited electrodes with a high capacity
- 242 **G. Yu. Simenyuk, N. V. Pavelko, A. V. Puzynin, V. G. Dodonov, T. S. Manina, Z. R. Ismagilov.** Supercapacitor electrode materials based on nanostructured gold-carbon composites
- 246 **D. G. Yakubik, A. H. Voropay, T. S. Manina, V. G. Dodonov.** Sorption parameters of «Ni(OH)<sub>2</sub> – porous carbon» nanostructured composites
- ECONOMICS**
- 251 **K. S. Sablin.** «Developmental institutions» specificity in some Siberian regions
- 257 **E. N. Starchenko, S. N. Chasovnikov.** Development of market mechanisms for sustainable environmental development industrialized regions
- 263 **S. N. Chasovnikov, E. N. Starchenko, D. G. Verzhitskiy.** Emergence of market mechanisms of environmental market in industrialized regions (the of Kemerovo region)
- 271 Information and instructions for authors
- 273 Subscribe to Bulletin of KemSU

## БИОЛОГИЯ

УДК 582.29 (571.513)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИХЕНОФЛОРЫ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ  
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

О. А. Зырянова, М. А. Ларина

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF LICHENOFLORA OF RIBBON-LIKE PINE FORESTS  
IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA

O. A. Zyryanova, M. A. Larina

*Работа поддержана грантом РФФИ № 13-04-9801-р\_сибирь\_а.*

На основе собственных сборов изучен видовой состав растительных сообществ ленточных боров Хакасии (Смирновского и Очурского). В Смирновском бору установлено 39 видов из 23 родов и 10 семейств. Видовое разнообразие Очурского бора составляет 24 вида из 16 родов и 8 семейств. Проведены биоморфологический, экологический и географический анализы собранного материала.

On the basis of their own collections, the authors study the specific structure of vegetable communities of tape pine forests of Khakassia (Smirnovsky and Ochursky). In Smirnovsky 39 species from 23 genera and 10 families were established. In Ochursky pine forest 24 species from 16 genera and 8 families were found. Biomorphological, ecological and geographical analyses of the collected materials is provided.

**Ключевые слова:** ленточный бор, лишайник, жизненная форма, экологическая группа, географический элемент, тип ареала, облигатные и факультативные кальцефилы.

**Keywords:** lichens, vital form, ecological group, geographical element, area type, obligate and facultative calciphils.

Сосновые бору Хакасии – характерный элемент аazonальной растительности степной зоны Евразии. До настоящего времени растительный покров и животный мир боров изучены крайне слабо, недостаточно выявлены экологические особенности их формирования.

Бору, представленные на территории Хакасии, являются насаждениями, в основном искусственного происхождения. Основной лесобразующей породой и эдификатором во всех ассоциациях является сосна – *Pinus sylvestris*. Сосновые леса вытянуты в направлении с северо-востока на юго-запад.

С каждым годом в результате воздействия антропогенных факторов наблюдается неуклонное сокращение площади ленточных боров Хакасии, которые расположены в непосредственной близости от крупных промышленных центров и выполняют значимые рекреационные, эколого-стабилизирующие и водоохранные функции.

Исследования проводились в Смирновском и Очурском борах, расположенных в Алтайском районе Республики Хакасия. На территории Смирновского, Очурского боров располагаются базы отдыха, что усиливает рекреационную нагрузку на природные экосистемы.

Климат в районе резко континентальный. Для него характерны резкие колебания не только месячных, но и суточных температур. Осадков выпадает 250 – 350 мм в год, преимущественно в теплый период. Зимой ветры сдувают снег с ровных пространств в овраги и понижения. Продолжительность безморозного периода не более 110 – 120 дней. В почвенном покрове

преобладают обыкновенные и южные черноземы. Значительные площади занимают каштановые почвы, а также щебнистые участки на крутых каменистых южных склонах. Понижения заняты солонцеватыми черноземами, черноземовидными луговыми и лугово-солончаковыми почвами [2].

Изучение лишенофлоры Смирновского бора начато нами в 2012 году [1], Очурского – с 2013 года. Сбор лишайников осуществлялся в различных местообитаниях: на почве, валежнике и древесном субстрате. На исследуемых территориях собрано более 80 гербарных образцов лишайников. Определение собранного материала проводилось по Определителям лишайников СССР и России [3 – 11]. Объемы семейств и родов лишайников даны в основном в соответствии с работой О. Е. Eriksson, D. L. Hawksworth [16] с учетом R. Santesson et al. [17]. Некоторые виды уточнялись по работе R. Santesson et al. [17].

В результате исследований для Смирновского бора установлено 39 видов лишайников из 23 родов и 10 семейств. Видовое разнообразие Очурского бора составляет 24 вида из 16 родов и 8 семейств (таблица 1).

Среднее число видов в семействе флоры лишайников «Смирновского» бора почти 4, а уровнем выше этого показателя характеризуются 3 семейства – это *Parmeliaceae*, *Physciaceae* и *Cladoniaceae*, расположенные в верхней части спектра (таблица 1). Эти семейства являются ведущими и составляют немногим более 69,2 % всего видового состава лишенофлоры бора. На остальные 7 семейств приходится 12 видов, что составляет 30,8 % от общего числа.

Среднее число видов в семействе флоры лишайников Очурского бора – 3, ведущими являются семейства – *Parmeliaceae*, *Physciaceae*, составляющие 62,5 % от общего количества видов.

Как правило, семейства, занимающие ведущее положение во флоре региона, играют наиболее важ-

ную роль также в сложении его растительности. Одновидовых семейств в исследуемых борах – 3 (таблица 1). Среднее число видов в роде Смирновского бора – 1,69. Ведущие роды (их 9) представлены в таблице 2 и насчитывают 25 видов, что составляет 64,1 % от общего числа видов лишенофлоры.

Таблица 1

Соотношение семейств в лишенофлоре Смирновского и Очурского боров по числу видов и родов

| Семейство                      | Число видов<br>Смирновского бора |                            | Число<br>родов | Число видов<br>Очурского бора |                            | Число<br>родов |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|
|                                | абсолютное                       | % от общего<br>числа видов |                | абсолютное                    | % от общего<br>числа видов |                |
| <i>Parmeliaceae</i> Zenker     | 12                               | 30,8                       | 9              | 10                            | 41,7                       | 7              |
| <i>Physciaceae</i> Zahlbr.     | 8                                | 20,5                       | 5              | 5                             | 20,8                       | 2              |
| <i>Cladoniaceae</i> Zenker     | 7                                | 17,9                       | 1              | 2                             | 8,3                        | 1              |
| <i>Lecanoraceae</i> Körb.      | 3                                | 7,7                        | 1              | 2                             | 8,3                        | 1              |
| <i>Teloschistaceae</i> Zahlbr. | 2                                | 5,1                        | 2              | 2                             | 8,3                        | 2              |
| <i>Acarosporaceae</i> Zahlbr.  | 2                                | 5,1                        | 1              | -                             | -                          | -              |
| <i>Candelariaceae</i> Hakul.   | 2                                | 5,1                        | 1              | 1                             | 4,2                        | 1              |
| <i>Peltigeraceae</i> Dumort.   | 1                                | 2,6                        | 1              | 1                             | 4,2                        | 1              |
| <i>Lecideaceae</i> Chevall.    | 1                                | 2,6                        | 1              | -                             | -                          | -              |
| <i>Caliciaceae</i> Chevall.    | 1                                | 2,6                        | 1              | 1                             | 4,2                        | 1              |
| Итого:                         | 39                               | 100                        | 23             | 24                            | 100                        | 16             |

Таблица 2

Ведущие рода по числу видов в лишенофлоре Смирновского бора

| Место во флоре<br>по числу видов | Род                                | Число видов |                         |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------------------|
|                                  |                                    | абсолютное  | % от общего числа видов |
| 1                                | <i>Cladonia</i> Hill ex P. Browne  | 7           | 17,9                    |
| 2-3                              | <i>Lecanora</i> Ach.               | 3           | 7,7                     |
| 2-3                              | <i>Physcia</i> (Schreb.) Michx.    | 3           | 7,7                     |
| 4-9                              | <i>Candelariella</i> A. Massal.    | 2           | 5,1                     |
| 4-9                              | <i>Acarospora</i> A. Massal.       | 2           | 5,1                     |
| 4-9                              | <i>Xanthoparmelia</i> (Vain.) Hale | 2           | 5,1                     |
| 4-9                              | <i>Melanelia</i> Essl.             | 2           | 5,1                     |
| 4-9                              | <i>Usnea</i> Dill. ex Adans.       | 2           | 5,1                     |
| 4-9                              | <i>Buellia</i> De Not              | 2           | 5,1                     |
| Всего:                           |                                    | 25          | 64,1                    |

Таблица 3

Ведущие рода по числу видов в лишенофлоре Очурского бора

| Место во флоре<br>по числу видов | Род                               | Число видов |                         |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|
|                                  |                                   | абсолютное  | % от общего числа видов |
| 1                                | <i>Physcia</i> (Schreb.) Michx.   | 4           | 16,7                    |
| 2                                | <i>Usnea</i> Dill. ex Adans.      | 3           | 12,5                    |
| 3-5                              | <i>Cladonia</i> Hill ex P. Browne | 2           | 8,3                     |
| 3-5                              | <i>Lecanora</i> Ach.              | 2           | 8,3                     |
| 3-5                              | <i>Evernia</i> Ach.               | 2           | 8,3                     |
| Всего:                           |                                   | 13          | 54,2                    |

дним видом представлены такие рода, как *Lecidea* Ach., *Evernia* Ach., *Caloplaca* Th. Fr., *Flavoparmelia* Hale, *Flavopunctelia* Hale, *Hypogymnia* (Nyl.) Nyl., *Rinodina* (Ach.) S. Gray, *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr., *Cyphelium* Ach., *Parmelia* Ach., *Parmeliopsis* Nyl., *Phaeophyscia* Moberg, *Peltigera* Willd., *Diplotomma*

Flot., составляющие 35,9 % от общего количества видов.

Среднее число видов в роде Очурского бора – 1,5. Ведущие рода (их 5) насчитывают 13 видов, что составляет 54,2 % (таблица 3).

Одним видом во флоре лишайников Очурского бора представлены такие рода, как *Caloplaca* Th. Fr., *Candelariella* A. Massal., *Flavoparmelia* Hale, *Flavopunctelia* Hale, *Hypogymnia* (Nyl.) Nyl., *Melanelia* Essl., *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr., *Cyphelium* Ach., *Parmelia* Ach., *Phaeophyscia* Moberg, *Peltigera* Willd., составляющие 35,9 % от общего количества видов.

Семейственный и родовой спектр лишайников изучаемой территории подчеркивает бореальный характер флоры.

Несмотря на довольно большое разнообразие субстратов и пестроту экологических условий, лишенофлора боров довольно однообразна и сравнительно бедна как по составу видов, так и биоморф.

Отсутствие в бору большого количества каменистого субстрата, сильных ветров, резкие смены температур способствуют преобладающему развитию листоватых эпифитов (в Смирновском бору – 12 видов, 30,8 %; в Очурском бору – 10 видов, 41,7 %). К ним относятся, например, *Flavopunctelia soledica* (Nyl.) Hale, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Föhrn., *Physcia stellaris* (L.) Nyl. и др. На березах большую часть стволов занимают слоевища листоватых лишайников – *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Parmelia sulcata* Taylor., *Flavopunctelia soledica* (Nyl.) Hale и *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Общее число листоватых лишайников, в том числе эпигейных, составляет 15 видов (38,5 %), в Очурском бору – 11 видов (45,8 %). На втором месте в Смирновском бору – лишайники с жизненной формой накипного слоевища (14 видов, 35,9 %). К лишайникам с чешуйчатым слоевищем относятся 2 вида, как, например, *Acarospora fuscata* (Schrad.) Th. Fr. и *A. glaucocarpa* (Wahlenb.) Körb. В Очурском бору на втором месте – кустистые лишайники (7 видов, 29,2 %). Это виды из родов *Cladonia*, *Usnea* и *Evernia*. Третье место в Смирновском бору занимают лишайники с жизненной формой кустистого слоевища (10 видов, 25,6 %) из рода *Cladonia*, в Очурском бору – лишайники с накипным слоевищем (5 видов, 20,8 %). *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr., собранная в Очурском бору, имеет лопатную структуру.

Следует отметить, что растительные сообщества Смирновского бора испытывали более весомую антропогенную нагрузку, нежели растительные сообщества Очурского бора. В связи с этим можно встретить небольшое количество кустистых лишайников, а также большое количество разрушающихся слоевищ с листоватой жизненной формой.

При установлении экологических групп лишайников боров учитывалась приуроченность вида к местообитаниям с определенными условиями влажности, тепловым режимом, мощностью снегового покрова и особенно обращалось внимание на отношение к субстрату. Преобладающая роль принадлежит лишайникам мезофитам (29 и 20 видов соответственно, около 74,4 % и 83,3 %). К данной группе относятся в основном лишайники, распространение которых связано, как правило, с затененными местами с достаточно умеренной влажностью. К ним относятся общие для обоих боров такие виды лишайников, как *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau., *Physcia tenella* (Scop.) DC., *Peltigera canina* (L.) Willd., *Usnea hirta* (L.) Weber ex F. H. Wigg. и др. Второе место по количеству видов занимают ксерофиты и ксеромезофиты (по 5 и по 2 вида соответственно, по 12,8 % и по 8,3 %). Ксерофиты обитают в местах с сухим и теплым режимом климата. Это, например, такие виды, как *Cladonia pocillum*, и *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr. Ксеромезофиты это виды, распространение которых связано с тепловым режимом степного пояса, но, как правило, они растут в затененных местообитаниях, имеющих большую влажность, например, *Caloplaca flavorubescens* (Huds.) J. R. Laundon и *Physcia stellaris* (L.) Nyl. Это лишайники, обитающие на почве или древесном субстрате.

По отношению к субстрату были выделены 3 основных группы лишайников (таблица 4): эпифиты, эпилиты и эпигейные. Нужно отметить, что в группу эпифитов мы включаем лишайники, относящиеся к эпифлеоидным, гипофлеоидным, эпиксильным, эпифитам реликтам и эпифитам.

Таблица 4

Экологические группы по отношению к субстрату лишайников Смирновского и Очурского боров

| Экологическая группа | Число видов Смирновского бора |                         | Число видов Очурского бора |                         | Примеры                                                                |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                      | абсолютное                    | % от общего числа видов | абсолютное                 | % от общего числа видов |                                                                        |
| Эпифиты              | 27                            | 69,23                   | 21                         | 87,5                    | <i>Caloplaca flavorubescens</i> , <i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach. |
| Эпигейные            | 9                             | 23,07                   | 3                          | 12,5                    | <i>Peltigera canina</i> , <i>Cladonia pocillum</i>                     |
| Эпилиты              | 3                             | 7,7                     | -                          | -                       | <i>Acarospora glaucocarpa</i> , <i>A. fuscata</i>                      |
| Всего:               | 39                            | 100                     | 24                         | 100                     |                                                                        |

Интересные данные получены при географическом анализе лишайников боров, проведенном по принципу поясности-зональности, взяв за основу работы Н. В. Седелниковой [12 – 15]. Все виды распре-

делены между 5 (Смирновский бор) и 4 (Очурский бор) географическими элементами, а по характеру широтного размещения видов – между 5 типами ареалов.

В географическом спектре лишайников боров доминирующая роль принадлежит бореальным (16 видов, 41,0 % и 11 видов, 45,8 %) и монтанным (12 видов, около 30,8 % и 6 видов, 25,0 %). В Очурском бору второе место с монтанным делит и неморальный тип ареала. Такое распределение видов по типам ареалов соответствует типу растительности исследуемых территорий. В Смирновском бору гипоарктомонтанный географический элемент с голарктическим типом ареала отмечается у одного вида – *Buellia insignis* (Naegeli ex Hepp) Körb. Эти виды распространены в равнинных условиях Голарктики на границе двух растительно-климатических зон – арктической и бореальной, а в равнинных условиях иногда довольно далеко продвигаются к югу.

Наименьшим количеством видов в Смирновском бору (по 1, по 2,56 %) представлены степные лишай-

ники с голарктическим и евразийским типами ареала. К ним относятся *Acarospora glaucocarpa* и *Xanthoparmelia camtschadalis* соответственно. В Очурском бору *Cladonia pocillum* – это единственный степной лишайник с плейстоценовым типом ареала.

Велика роль в фитоценозах боров лишайников, распространяющихся не только в Голарктике, но и за ее пределами, в том числе и в соответствующих условиях южного полушария в Нотарктике и в Северном полушарии (в Евразии, Северной Америке, Северной Африке).

Несмотря на то, что Очурский и Смирновский бору являются памятниками природы, антропогенная нагрузка приводит к изменению видового состава всех растительных сообществ. Рудеральные виды внедряются в сообщества боров уже на I стадии рекреационной дигрессии.

### Литература

1. Зырянова О. А. Лишайники памятника природы «Смирновский бор» (Республика Хакасия) // Вестник Хакасского государственного университета. 2013. С. 11 – 14.
2. Куминова А. В., Зверева Г. А., Маскаев Ю. М. Природные факторы, определяющие структуру современного растительного покрова Хакасии // Растительный покров Хакасии. Новосибирск, 1976. С. 10 – 39.
3. Окснер А. М. Определитель лишайников СССР (морфология, систематика и географическое распространение). Л.: Наука, 1974. Вып. 2. 283 с.
4. Определитель лишайников СССР. Вып. 1: Пертусариевые, Леканоровые, Пармелиевые / отв. ред. И. И. Абрамов; сост. Е. Г. Копачевская, М. Ф. Макаревич, А. Н. Окснер, К. А. Рассадина. Л., 1971. 411 с.
5. Определитель лишайников СССР. Вып. 3: Калициевые – Гиалектовы / отв. ред. И. И. Абрамов; сост. О. Б. Блюм, А. В. Домбровская, Ц. Н. Инашвили, А. В. Питеранс, Е. Г. Ромс, В. П. Савич. Л., 1975. 275 с.
6. Определитель лишайников СССР. Вып. 4: Веррукариевые – Пелукарповые / отв. ред. И. И. Абрамов; сост. Е. Г. Копачевская, М. Ф. Макаревич, А. Н. Окснер. Л., 1977. 343 с.
7. Определитель лишайников СССР. Вып. 5: Кладониевые – Акароспоровые / отв. ред. И. И. Абрамов; сост. Н. С. Голубкова, В. П. Савич, Х. Х. Трасс. Л., 1978. 304 с.
8. Определитель лишайников России. Вып. 6: Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые / отв. ред. Н. С. Голубкова; сост. Н. С. Голубкова, А. В. Домбровская, М. П. Журбенко, Ю. В. Котлов, З. Г. Крусанова. СПб., 1996. 202 с.
9. Определитель лишайников России. Вып. 7: Ледидеевые, Макареевые, Порпидиевые / отв. ред. Н. С. Голубкова; сост. М. П. Андреев, Ю. В. Котлов, И. И. Макарова. СПб., 1998. 165 с.
10. Определитель лишайников России. Вып. 8: Бацидиевые, Катилиариевые, Леканоровые, Мегалариевые, Микобилимбиевые, Ризокарповые, Трапелиевые / отв. ред. Н. С. Голубкова; сост. М. П. Андреев, Л. И. Бредкина, Н. С. Голубкова, А. П. Добрыш, Ю. В. Котлов, И. И. Макарова, И. Н. Урбанавичене, Г. П. Урбанавичюс. СПб., 2003. 275 с.
11. Определитель лишайников России. Вып. 9: Фусцидиевые, Телосхистевые / отв. ред. Н. С. Голубкова; сост. С. Я. Кондратюк, И. И. Макарова, О. Н. Окснер, А. Е. Ходосовцев. СПб., 2004. 338 с.
12. Определитель лишайников России. Вып. 10: Agyriaceae, Anamylopsoraceae, Aphanopsidaceae, Arthrorhaphidaceae, Brigintiaaceae, Chrysotrichaceae, Clavariaceae, Ectolechiaceae, Gomphillaceae, Lecanoraceae, Lecideaceae, Mycoblastaceae, Phlyctidaceae, Physciaceae, Pilocarpaceae, Psoraceae, Ramalinaceae, Stereocaulaceae, Vezdaaceae, Tricholomataceae / отв. ред. Н. С. Голубкова; сост. М. П. Андреев, Д. Е. Гимельбрант, Н. С. Голубкова, А. А. Добрыш, О. А. Катаева, Ю. В. Котлов, И. И. Макарова, А. Н. Титов, Т. Ю. Толпышева, И. Н. Урбанавичене, Г. П. Урбанавичюс. СПб., 2008. 512 с.
13. Седельникова Н. В. Лихенофлора нагорья Сангилен. Новосибирск: Наука, 1985. 180 с.
14. Седельникова Н. В. Лишайники Алтая и Кузнецкого нагорья: конспект флоры. Новосибирск: Наука, 1990. 175 с.
15. Седельникова Н. В. Лишайники Алтая и Кузнецкого нагорья: дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.01. Новосибирск, 1991. С. 155 – 200.
16. Седельникова Н. В. Лишайники Западного и Восточного Саяна. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 190 с.
17. Eriksson O. E., Hawksworth D. L. Outline of the Ascomycetes. 1998. V. 16. 161 p.
18. Santesson R., Moberg R., Nordin A., Tonsberg T., Vitikainen O. Lichenforming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. Museum of evolution, Uppsala University, 2004. 359 p.

**Информация об авторах:**

**Зырянова Ольга Александровна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и общей биологии Института естественных наук и математики Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова (г. Абакан), o\_a\_zuryanova@mail.ru.

**Olga A. Zyryanova** – Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Botany and General Biology, Institute of Natural Sciences and Mathematics, N. F. Katanov Khakass State University (Abakan).

**Ларина Мария Александровна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и общей биологии Института естественных наук и математики Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова (г. Абакан), larina\_maria@mail.ru.

**Maria A. Larina** – Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Botany and General Biology, Institute of Natural Sciences and Mathematics, N. F. Katanov Khakass State University (Abakan).

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 575.57.033

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДНК У ШАХТЕРОВ (обзор литературы)**

**Ю. Е. Кулемин, В. И. Минина, Р. А. Титов**

**DNA DAMAGE IN MINERS (literature review)**

**Yu. E. Kulemin, V. I. Minina, R. A. Titov**

*Исследование проведено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-06-98014 р-Сибирь-а, соглашения № 19 с АКО, программы «УМНИК» по Кемеровской области и государственного задания Минобрнауки РФ № 2014/64.*

В процессе добычи угля рабочие (как в шахтах, так и разрезах) подвержены воздействию целого комплекса факторов. Тем не менее исследования, направленные на детальный анализ повреждений ДНК у шахтеров, пока немногочисленны. В данном обзоре анализируются результаты цитогенетических исследований, проводившихся на различных угледобывающих предприятиях мира. Результаты работ свидетельствуют о значительном накоплении в клетках крови шахтеров хромосомных аберраций, сестринских хроматидных обменов, микроядер и разрывов ДНК, выявляемых методом ДНК-комет. Это свидетельствует о необходимости проведения подобных исследований в Кузбассе и о целесообразности разработки и внедрения защитных мер и профилактических программ для шахтеров, направленных именно на защиту их генома.

In the process of coal mining, workers (both in mines and open pits) are exposed to a whole range of factors. However, studies aimed at in-depth analysis of DNA damage in miners, are still few. In this review, we analyze the results of cytogenetic studies conducted in various coal mining companies in the world. Results of studies show a significant accumulation of chromosomal aberrations in miners' blood cells, sister chromatid exchanges, micronuclei and DNA strand breaks, detected by DNA comets. This illustrates the need for similar studies in Kuzbass and the feasibility of developing and implementing protective measures and prevention programmes for miners, aimed at protecting their genomes.

**Ключевые слова:** шахтеры, повреждения ДНК, хромосомные аберрации.

**Keywords:** chromosome aberrations, sister chromatic exchanges, micronuclei, comet assay.

Шахтеры в процессе своей деятельности подвергаются многочисленным вредным воздействиям: радиация; контакт с угольно-породной пылью; изменение газового состава воздуха (снижение содержания кислорода, увеличение концентрации углекислого газа, поступление в атмосферу шахты метана, оксида углерода, сероводорода, сернистого газа, оксидов азота, взрывных газов и т. д.); шум и вибрация; нерацональное освещение и вентиляция; вынужденное положение тела; нервно-психическое, зрительное, слуховое перенапряжение; тяжелый физический труд, а также повышенная опасность травматизма. И чем больше подземный стаж, тем выше вероятность на-

рушения здоровья в результате заболевания или травмы [8].

Известно, что вышеперечисленные неблагоприятные факторы могут выступать в качестве генотоксикантов, т. е. вызывать повреждения ДНК. В настоящее время разработаны точные методы оценки мутагенной чувствительности и обнаружения изменений в геноме, происходящих под воздействием мутагенных агентов [16]. Одной из надежных и часто используемых систем для этих целей является изучение хромосомных аберраций (ХА) в лимфоцитах крови человека [2]. Уровень ХА в данных клетках является важной количественной характеристикой мутагенеза в организме в целом. Повышение частоты ХА является ре-

акцией организма в ответ на действие целого ряда факторов различной природы, что позволяет использовать этот показатель для оценки эффектов различных комплексов генотоксикантов [3]. Классификации aberrаций хромосом, регистрируемых в метафазе митоза, приведены в ряде работ [9; 5; 1]. По наблюдаемым типам aberrаций можно достаточно определенно идентифицировать тип мутагенного воздействия. Так, например, наличие в спектре наблюдаемых aberrаций повышенного уровня дицентрических хромосом и центрических колец однозначно свидетельствуют о радиационной природе мутагена [14; 15; 20; 18]. В то же время повышение частоты aberrаций хроматидного типа свидетельствует о химической природе мутагена.

Особенно наглядно хромосомные перестройки обменного типа выявляются методом учета сестринских хроматидных обменов (СХО). Этот метод является высокочувствительным для всех химических мутагенов и позволяет выявлять их действие в очень малых дозах, а число индуцированных СХО растет линейно с увеличением концентрации химического вещества независимо от типа мутагена в лимфоцитах человека [4]. В то же время анализ данных литературы показывает, что не только химические вещества, но и воздействие  $\alpha$ -частиц и в малых дозах может также повышать частоту СХО в клетках. Находясь внутри организма,  $\alpha$ -частицы сильно разрушают молекулы, расположенные рядом с ними, образуя при этом большое количество свободных радикалов, которые и выступают как химические мутагены.

Помимо классических методов учета aberrаций и СХО широко используется метод анализа микроядер (МЯ). Микроядерный тест в клетках периферической крови является одним из лучших существующих цитогенетических методов *in vitro* в генетической токсикологии [6]. МЯ являются удобным маркером обобщенных типов хромосомных повреждений. Так как они отмечаются в клетках, которые прошли полный цикл клеточного деления, идеальными для учета являются двуядерные клетки (прошедшие только одно деление митоза) [12]. Иногда в двуядерных клетках можно наблюдать нуклеоплазменные мосты между ядрами. Они, вероятно, являются следствием того, что дицентрические хромосомы начинают одновременно расходиться к разным полюсам клетки. Таким образом, мосты в двуядерных клетках являются дополнительным показателем хромосомных нарушений, которые можно учитывать вместе с МЯ [13].

Еще одним широко используемым методом оценки генетических повреждений является метод ДНК-комет («DNA-cometassay»), впервые описанный Ostling и Johansson в 1984 г. [23]. Этот метод является быстрым и весьма чувствительным методом регистрации повреждений ДНК и изучения репарации ДНК на уровне одиночных клеток. Усовершенствования и модификации метода ДНК-комет позволили значительно повысить его чувствительность и расширить сферу применения, однако практически не затронули основные принципы, положенные в его основу [22]. Важной особенностью метода является его способность исследовать поврежденность генома на ранних стадиях нарушения биологической целостности. Он

основан на электрофорезе ДНК единичных клеток в постоянном электрическом поле. Наблюдаемый геном представлен в виде электрофоретического следа, длина которого и доля ДНК в нем пропорциональны повреждению ДНК в клетке [7].

Таким образом, на сегодняшний день существует четыре основных, широко используемых подхода при анализе повреждений хромосом у человека: учет ХА, СХО, МЯ и ДНК-комет. Эти методы активно используются при изучении генетических эффектов воздействия окружающей и производственной среды, в том числе и при обследовании рабочих угледобывающей отрасли.

Целью данного обзора стало обобщение наиболее значимых комплексных исследований по повреждению ДНК (с использованием данных методов) у шахтеров.

### Методы поиска исследований

Поиск исследований проводился в базах данных PubMed <http://www.sciencedirect.com> с использованием стратегии поиска, принятой в организации Кокрановского Сотрудничества с использованием запросов по темам: chromosomalaberrations, sisterchromatidexchangesandminers, micronucleustestandminers и cometassayandminers. Кроме того, проводился поиск с использованием данных научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru>.

### Анализ данных литературы

В результате поиска было найдено 9 статей, написанных на основе результатов цитогенетических исследований шахтеров, работающих в шахтах разных стран мира (Турция, Германия, Бразилия, Чехия, Венгрия, Колумбия и Чили), и посвященных изучению данной темы. Следует отметить, что наибольшее количество рассматриваемых ниже работ были написаны в Турции. В целом было найдено 4 статьи, посвященные ХА, в 7 работах изучались МЯ, в трех работах рассматривали СХО и в двух исследовали ДНК-кометы. Кроме того, большинство исследований использовали более чем один метод учета повреждений ДНК.

О. Ulker с соавторами (2008) рассматривали профессиональный контакт рабочих с угольной пылью как фактор, существенно влияющий на состояние здоровья человека. Авторы указывают, что при длительном воздействии пыли на организм развивается заболевание пневмокониоз (ПК), представляющий собой хронический воспалительный процесс, сопровождаемый фиброзом легких. Хроническое воспаление создает условия для окислительного стресса и образования свободных радикалов. Взаимодействие активных форм кислорода с ДНК увеличивает вероятность структурных и транскрипционных ошибок. Целью исследования Ulker было изучение генотоксического риска у больных ПК. В качестве маркеров генотоксического риска использовались сестринские хроматидные обмены (СХО) и микроядра (МЯ). Исследования проводились в трех группах: у пациентов с выявленным диагнозом ПК, у работников угольной промышленности (шахтеры) и в контрольной группе. Было выявлено, что частоты СХО и МЯ у больных

ПК были значительно выше, чем у шахтеров, работающих непосредственно в угледобывающих шахтах, и выше, чем в контрольной группе. С другой стороны, корреляции между частотой СХО и продолжительностью воздействия негативных производственных факторов не наблюдалось. Также не было корреляций между СХО возрастом во всех изученных группах. Не было выявлено влияния курения на частоту СХО и МЯ во всех группах. На основании этих результатов можно предположить, что развитие ПК приводит к значительной индукции цитогенетических повреждений в лимфоцитах периферической крови больных с ПК [26].

В работе, которую проводил Mustafa Celic (2007), были получены сходные результаты, как и у O. Ulker. В этой работе были проанализированы структурные ХА, полиплоидия, СХО и МЯ у 48 рабочих угольной шахты без учета фактора курения или потребления алкоголя. Результаты сравнивались с контрольной группой из 30 здоровых мужчин, которые не подвергались влиянию негативных факторов. Средние частоты ХА, полиплоидии, СХО и МЯ были значительно выше у работников угольной отрасли, чем в контрольной группе. Корреляционный анализ (по критерию Спирмена) показал значительное увеличение частоты ХА и МЯ в зависимости от стажа работы. Однако, не было выявлено существенного влияния возраста обследованных в обеих группах ( $p > 0,05$ ). Полученные данные показали, что у рабочих, контактирующих с продуктами сжигания угля в течение нескольких лет, в периферических лимфоцитах крови накапливаются аберрации хромосом. Эти цитогенетические повреждения могут быть связаны с совокупным влиянием ряда веществ за счет химической сложности угольной золы и газообразных выбросов, а не конкретного вещества [10].

В работе, представленной Мюллером и другими авторами (2004), изучались МЯ у рабочих урановых шахт Германии. Была проанализирована группа шахтеров с фиброзом легких, в качестве контроля использовалась выборка условно здоровых доноров. Было показано, что частоты МЯ не отличались в этих группах. Однако наблюдались различия при сравнении частот центромер-позитивных и центромер-негативных МЯ. Один из результатов заслуживает особого внимания: люди с низким процентом двуядерных лимфоцитов после воздействия *in vitro* цитохалазином демонстрировали более высокую частоту МЯ, чем лица с высоким процентом двуядерных клеток [21].

В работе, которую представил Rohr вместе с другими авторами (2013), рассматривается уголь как важный продукт ископаемого топлива, используемый для получения энергии. Целью исследования было оценить потенциальные генотоксические последствия воздействия угля и окислительного стресса у лиц, которые подверглись воздействию угольной пыли в результате своей работы. Для оценки этих последствий использовались микроядерный тест и анализ ДНК-комет. В исследование было включено 128 мужчин, из которых 71 человек подвергался воздействию угля и 57 использовались в качестве контроля. Группа, подверженная воздействию угольной пыли, имела увеличенный индекс повреждения хромосом и увели-

чение МЯ по сравнению с контрольной группой. Наблюдалась значительная положительная корреляция между частотами МЯ в лимфоцитах крови, как в клетках контрольной группы, так и в клетках рабочей группы. У шахтеров наблюдались более низкие средние уровни тиобарбитуровой кислоты и активности каталазы, в то время как средняя активность супероксиддисмутазы была выше в этой группе. Доказательство того, что воздействие угля и его производных представляет генетическую опасность для организма, свидетельствует о необходимости специальных защитных мер для угольщиков [24].

Zölzer вместе с соавторами (2012) изучали МЯ в лимфоцитах крови у лиц, работающих в урановом руднике Чехии (последний, функционирующий в Европейском Союзе). Модифицированный микроядерный тест (с учетом центромера) был применен для оценки возникновения МЯ в стимулированных лимфоцитах, а также их содержание в пересчете на хромосомы или их фрагменты. По сравнению с группой сравнения, шахтеры имели более высокие частоты МЯ и более высокий процент МЯ без центромеры, различия были существенными для обоих параметров ( $0,74 \pm 0,60$  для шахтеров,  $0,50 \pm 0,42$  для контрольной группы,  $p = 0,017$ ). В целом полученные данные показывают, что микроядерный тест является ценным инструментом для оценки воздействия излучения у шахтеров урановых рудников [27].

В работе, которую представил Donbak с соавторами (2005) изучались СХО, ХА и МЯ в группе рабочих битумной угольной шахты в провинции Зонгулдак (Турция), для исследования генотоксического риска профессионального заболевания в результате влияния шахтной пыли использовали цитогенетический анализ, а именно СХО, ХА и МЯ. В исследовании принимали участие группы, состоящие из 39 работников, которые подвергались воздействию пыли, и 34 донора, которые не подвергались негативному влиянию пыли (контрольная группа), схожие по возрасту. Курение и возраст считались модулирующими факторами. Частоты СХО и ХА у угольщиков были значительно выше, чем в контрольной группе. Также наблюдалось увеличение частоты МЯ в облученной группе, по сравнению с контрольной группой. Влияние курения на СХО и МЯ было значительным в контрольной группе, но не в экспонированной. Положительная корреляция между возрастом и СХО была найдена в контрольной группе. Частоты СХО и ХА были существенно повышены в результате продолжительного воздействия пыли. Результаты этого исследования показали, что профессиональный контакт с угольной пылью приводит к значительному количеству цитогенетических повреждений в лимфоцитах периферической крови работников, занятых в подземной отрасли добычи угля [11].

Mészáros G совместно с другими авторами (2004) изучали ХА у шахтеров уранового рудника через несколько лет после его закрытия. Частота всех типов хромосомных аберраций у шахтеров была значительно выше контрольного уровня (у не работавших на шахте лиц). В группе, которая подвергалась воздействию радиации, количество дицентриков было в 7–12 раз выше, чем в контроле. При этом в группе шах-

теров, у которых прошло от 8 до 25 лет после прекращения работы на шахте, наблюдалось небольшое снижение частоты дицентриков по сравнению от полученных значений у шахтеров, работающих в настоящее время. Аналогично уменьшилась частота ацентриков, но все равно их частота оставалась в 2 – 3 раза выше, чем в контрольной группе [19].

León-Mejía G с другими авторами (2011) провели исследование генотоксических эффектов у шахтеров, подвергающихся воздействию угольных отходов в открытых шахтах. Результаты, полученные с помощью МЯ теста, показали, что значения у группы, подверженной воздействию угля ( $8,6 \pm 4,8$ ), были выше, чем в контрольной группе ( $2,9 \pm 4,0$ ). Различия были статистически значимыми по U-критерию Манна-Уитни ( $p < 0,001$ ). Разницы не было выявлено между группами различных профессий. Не было найдено корреляций между цитогенетическими параметрами и возрастом, потреблением алкоголя и продолжительностью работы. Эти результаты показывают, что воздействие угля горнодобывающих отходов может привести к увеличению генотоксического эффекта у шахтеров угольной отрасли [17].

В работе, представленной Sergio R. Santa Maria с соавторами (2007), была проанализирована частота ХА в лимфоцитах периферической крови подземных горнорабочих шахт Чили: Casapalca ( $N = 8$ , средний возраст – 45 лет, диапазон – от 36 лет до 55 лет, среднее время работы – 234 месяца) и Bellavista ( $n = 8$ , средний возраст – 28 лет, диапазон: 23 – 34 лет, среднее время работы – 31,5 месяцев). Эта выборка была подвержена профессиональному облучению тяжелыми металлами, такими как свинец и цинк, а также выбросов органических растворителей и шахтной пыли. Контрольные группы состояли из 8 человек, проживающих в высокогорных районах (средний возраст – 37 лет, диапазон – от 25 до 52 лет) и жителей, проживающих на уровне моря ( $n = 14$ , средний возраст – 26 лет, диапазон – от 20 до 35 лет). Увеличенное число ХА (1,88 %,  $p < 0,05$ ) было обнаружено в лимфоци-

тах крови у лиц, работающих в шахте Casapalca, по сравнению с шахтерами из Bellavista (0,5 %,  $p < 0,05$ ), и у группы, использованной в качестве контроля, проживающей на уровне моря (0,07 %,  $p < 0,05$ ). У группы контроля, проживающей в высокогорных районах, аберраций выявлено не было. Эти результаты показывают, что лица, работающие в горнодобывающей промышленности, имеют увеличенные частоты ХА, которые могут быть зависимы как от возраста, так и от времени действия [25].

### Заключение

Проведенный анализ данных литературы показал, что профессиональный контакт с пылью и другими факторами в результате горнодобывающей деятельности приводит к значительному увеличению количества цитогенетических повреждений в лимфоцитах крови шахтеров. Они выявляются разными методами: учетом ХА, СХО, МЯ и ДНК-комет, что свидетельствует о сложной природе возникающих повреждений. Даже после прекращения трудовой деятельности в течение продолжительного времени сохраняется высокий уровень хромосомных нарушений, по сравнению с теми лицами, которые не были подвержены воздействию внешних факторов от добычи полезных ископаемых. В свою очередь это доказывает, что воздействие негативных факторов в результате горных выработок приводит к долговременным генетическим нарушениям, тем самым создавая опасность для организма человека. Это в свою очередь свидетельствует о необходимости разработки защитных мер и профилактических программ для шахтеров, направленных именно на защиту их генома. Это может быть терапия витаминами, антиоксидантами, использование природных и синтетических антимуагенов. В плане профилактики – это выявление особо чувствительных лиц на основе анализа комплекса молекулярно-генетических и цитогенетических характеристик генома и дальнейшая детальная работа с ними специалистов-онкологов, гигиенистов, генетиков.

### Литература

1. Баранов В. С., Кузнецова Т. В. Цитогенетика эмбрионального развития человека. СПб: Н-Л., 2007. 640 с.
2. Бочков Н. П., Чеботарев А. Н., Катосова Л. Д., Платонова В. И. База данных для анализа количественных характеристик частоты хромосомных аберраций в культуре лимфоцитов периферической крови человека // Генетика. 2001. Т. 37. № 4. С. 549 – 557.
3. Бочков Н. П., Шрам Р. Я., Кулешов Н. П., Журков В. С. Система оценки химических веществ на мутагенность для человека: общие принципы, практические рекомендации и дальнейшие разработки // Генетика. 1975. Т. II. № 10. С. 156 – 169.
4. Бочков Н. П., Чеботарев А. Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. М.: Медицина, 1989. 170 с.
5. Захаров А. Ф., Бенюш В. А., Кулешов Н. П., Барановская Л. И. Хромосомы человека. М.: Медицина, 1982. 264 с.
6. Синицкий М. Ю. Использование микроядерного теста для оценки генотоксического воздействия радона на организм человека // Радиоэкология XXI века: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2012. С. 428 – 432.
7. Тронов В. А., Пелевина И. И. Метод ДНК-комет индивидуальных клеток. Принцип и применение метода // Цитология. 1996. Т. 38. № 4/5. С. 71 – 75.
8. Хорошилова Л. С., Табакаева Л. М., Харин Д. В. О профессиональной заболеваемости работников угольной отрасли промышленности Кузбасса // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 10.
9. Buckton K. E., Evans H. J. Methods for the Analysis of Human Chromosome Aberrations. 66 Seiten, 25 Abb. und 9 Tab. World Health Organization. Geneva 1973. Preis: 3,60\$, 1,50 £, 12, Sw. fr.

10. Celic M., Donbak L., Unal F., Yuzbasioglu D., Aksoy H., Yilmaz S. Cytogenetic damage in workers from a coal-fired power plant // *Mutation Research* 627 (2007). P. 158 – 163.
11. Donbak L., Rencuzogullar E., Yavuz A., Topaktas M. The genotoxic risk of underground coal miners from Turkey // *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 2005. 588, 82 – 7.
12. Fenech M., Morley A. A. Solutions to the kinetic problem in the micronucleus assay // *Cytobios*, 1985. № 43. P. 233 – 246.
13. Fenech M. The in vitro micronucleus technique // *Mutation Research*, 2000. № 455. P. 81 – 95.
14. Finkelman R. B., Orem W., Castranova V., Tatu C. A., Beklin H. E., Zheng B., Lerch H. E., Maharaj S. V. Health impacts of coal and coal use: possible solutions A. L. Bates *Int J Coal Geol*, 2002. 50. P. 425 – 430.
15. Hamza V. Z., Mohankumar M. N. Cytogenetic damage in human blood lymphocytes exposed in vitro to radon *Mutat. Res.* 2009. 661 (1-2): 1-9.
16. Hsu T. C. Genetic instability in the human population: a working hypothesis // *Hereditas*, 1998. № 4. P. 1 – 9.
17. León-Mejía G., Espitia-Pérez L., Hoyos-Giraldo L. S. Assessment of DNA Damage in Coal Open-Cast Mining Workers Using the Cytokinesis-Blocked Micronucleus Test and the Comet Assay // *Science of the Total Environment*, 2011. 409. P. 686 – 691.
18. Liu J., Hutchison K., Perrone-Bizzozero N., Morgan M., Sui J. Identification of Genetic and Epigenetic Marks Involved in Population Structure. 2010.
19. Mészáros G., Bognár G., Köteles G. J. Long-Term Persistence of Chromosome Aberrations in Uranium Miners // *Journal of Occupational Health*, 2004. 46. P. 310 – 315.
20. Mukherjee A. K., Bhattacharya S. K., Saiyed H. N. Assessment of respirable dust and its free silica contents in Different Indian coalmines // *Ind Health*, 2005. 43. P. 277 – 84.
21. Müller W. U., Kryscio A., Streffer C. Micronuclei in lymphocytes of uranium miners of the former Wismut SDAG // *Cytogenet Genome Res.* 2004. 104(1-4): 295 – 8.
22. Olive P. L., Banáth J. P. The comet assay: a method to measure DNA damage in individual cells. *Nat Protoc* 2006; 1 (1): 23 – 9.
23. Ostling O., Johanson K. J. Microelectrophoretic study of radiation-induced DNA damage in individual mammalian cells. *Biochem Biophys Res Commun*, 1984. 123: 291 – 8.
24. Rohr P., Kvitko K., Silva F. R., Menezes A. P., Porto C., Sarmiento M., Decker N., Reyes J. M., Allgayer Mda C., Furtado T. C., Salvador M., Branco C. J. da Silva Genetic and oxidative damage of peripheral blood lymphocytes in workers with occupational exposure to coal // *Mutat Res.* 2013 Dec 12; 758(1-2): 23-8. doi: 10.1016 / j.mrgentox. 2013.08.006. Epub 2013 Sep 1.
25. Sergio R., Maria S., Arana M., Ramirez O. Chromosomal aberrations in peripheral lymphocytes from male native miners working in the Peruvian Andes // *Genetics and Molecular Biology*. 2007. 30. 4. P. 1135 – 1138.
26. Ulker O. C., Ustundag A., Duydu Y., Yucesoy B., Karakaya A. Cytogenetic monitoring of coal workers and patients with coal workers' pneumoconiosis in Turkey // *Environ Mol Mutagen.* 2008. Apr; 49(3): 232-7 doi: 10.1002/em.20377.
27. Zölzer F., Hon Z., Skalická Z. F., Havránková R., Navrátil L., Rosina J., Škopek J. Micronuclei in lymphocytes from currently active uranium miners // *Radiat Environ Biophys.* 2012 Aug; 51(3): 277-82. doi: 10.1007/s00411-012-0422-0. Epub 2012 May 24.

#### Информация об авторах:

**Кулемин Юрий Евгеньевич** – аспирант КемГУ, инженер-технолог ИЭЧ СО РАН, [jura.kulemin@gmail.com](mailto:jura.kulemin@gmail.com).

**Yuriy E. Kulemin** – post-graduate student at the Department of Genetics, Kemerovo State University, engineer at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

**Минина Варвара Ивановна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики КемГУ, заведующая лабораторией цитогенетики ИЭЧ СО РАН, [vminina@mail.ru](mailto:vminina@mail.ru).

**Varvara I. Minina** – Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Genetics, Kemerovo State University; Head of Cytogenetics Laboratory at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

**Титов Руслан Александрович** – аспирант, инженер-технолог ИЭЧ СО РАН, [Ruslan-Tito00@Rambler.ru](mailto:Ruslan-Tito00@Rambler.ru).

**Ruslan A. Titov** – post-graduate student, engineer at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

# ВЛИЯНИЕ ЖЕНСКОГО ФЕРОМОНА НА УРОВЕНЬ ЗДОРОВЬЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЮНОШЕЙ

*Н. А. Литвинова, А. В. Бедарева, К. Ю. Зубрикова, Ю. Ю. Разоренова, Т. И. Кучко*

## INFLUENCE OF FEMALE PHEROMONE ON HEALTH LEVEL AND FUNCTIONAL STATUS OF YOUNG MEN

*N. A. Litvinova, A. V. Bedareva, K. Yu. Zubrikova, Yu. Yu. Razorenova, T. I. Kuchko*

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Губернатора Кемеровской области для поддержки молодых ученых – кандидатов наук 2014 года.*

Для решения вопроса о роли феромонов в невербальной коммуникации людей исследованы психофизиологические, иммуно-эндокринные факторы и состояние здоровья, оказывающие влияние на изменчивость субъективных оценок запаховой привлекательности людей. У 20 юношей изучено влияние женских половых феромонов на процессы иммунной и поведенческой защиты от инфекционных рисков.

To solve the issue of the pheromone role in human non-verbal communication, the physiological and immune-endocrine factors and health status influencing on the variability of subjective evaluations of human attractiveness were investigated. The effect of female sex pheromones on immune processes and behavioral protection against infectious risks was studied in 20 young males.

**Ключевые слова:** запах, субъективная оценка, привлекательность, инфекционный статус, этолого-физиологические эффекты, гормоны.

**Keywords:** odor, subjective valuation, attractiveness, infectious status, ethology-physiological effects, hormones.

### Введение

Существует много факторов эндогенного и экзогенного характера, которые могут приводить к снижению защитных сил организма и стать причиной болезни. Поэтому значимость эмоционального состояния и уровня иммунной защиты для здоровья организма человека трудно переоценить, особенно в условиях плохой экологической обстановки, смены сезонов года и постоянных стрессов. В настоящее время важно найти новые способы защиты от поражающего действия факторов окружающей среды.

В начале XXI века появилось большое количество работ, выполненных на мышах, где говорится о поразительной возможности запаха половых феромонов влиять на изменение свойств их иммунной системы. Например, это совместные работы новосибирских и японских ученых [3; 11]. Как показали их исследования, у самцов, которым предъявляли запах самок, усиливается спонтанный синтез иммуноглобулинов. Но самое неожиданное – у самцов, «вкусивших» запах самок, уменьшается смертность от ранений вследствие столкновений с соседями по клетке. Оказалось, что запах самок усиливает в крови самцов синтез тромбоцитов – форменных элементов крови, играющих ключевую роль при свертывании, иными словами, в предупреждении кровопотери при ранениях. Кроме того, в исследованиях, выполненных на мышах, показано, что предъявление запаха самок перед заражением самцов вирусом гриппа активирует неспецифическую иммунную реакцию, защищая их от заражения верхних дыхательных путей и снижая смертность [10].

Что же касается людей, то влияние половых феромонов на их организм до конца не изучено. Однако существуют исследования, которые доказывают, что феромоны противоположного пола могут оказывать

значительные воздействия на эмоциональное и физическое состояние людей, снижая концентрацию кортизола и повышая уровень тестостерона. Например, работа японских ученых, проведенная при участии мужчин в возрасте 52 – 74 лет показала, что в группе мужчин, которым давали в течение 5 недель коммерчески доступный феромон Osmopherine (синтетический аналог натурального женского феромона), произошло изменение эндокринного статуса: снизился уровень кортизола, и повысилась концентрация тестостерона [16].

В последние годы появились работы, изучающие влияние половых феромонов на психофизиологическое состояние людей посредством активации иммунной системы, увеличения секреции половых гормонов, снижения уровня стресса и возможности неинвазивной оценки функционального и психосоциального состояния на основе летучих продуктов метаболизма [2; 7; 8].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния хемосигналов феромональной природы на эмоциональную стабильность человека и состояние его здоровья, и выявление возможности использования феромонов для снижения уровня стресса и укрепления иммунной защиты.

### Материалы и методы

Исследование было проведено зимой 2014 года. В исследовании принимали участие 20 юношей (постоянно болеющие в данный сезон года) в возрасте от 18 до 23 лет, студенты педагогического университета города Новокузнецка, и 15 девушек того же возраста, студенты КемГУ. Испытуемые принимали участие в обследовании добровольно.

Перед началом исследования у всех юношей с помощью иммуноферментного анализа был опреде-

лён фоновый уровень тестостерона и секреторного иммуноглобулина (в норме тестостерон равен 0,2 – 1,16 нмоль/л; sIgA – 57 – 260 мкг/мл), по методике САН определена дифференциальная самооценка их функционального состояния, исследованы индивидуальные особенности внимания и уровень ситуативной тревожности [1]. Юноши, участвующие в эксперименте, заполняли анкету, где указывали наличие у них хронических заболеваний, как часто они болеют острыми респираторными заболеваниями и в какой период.

Кроме того, у всех испытуемых юношей были взяты образцы запаха, которые собирали на фильтровальные диски с 10 до 12 ч. местного времени. При выборе области тела для сбора запаха исходили из современных представлений о ведущей роли подмышечной впадины в формировании хемосигналов у человека. Флаконы с образцами запахов хранили в холодильнике при – 20° С [9; 14]. За 3 суток до взятия запаховых образцов испытуемых просили воздержаться от употребления пищи, содержащей чеснок, острые соусы и другие, сильно пахнущие специи, а также не пользоваться парфюмерией, дезодорантами и ароматизированными гелями для душа. Утром перед посещением лаборатории для сбора образцов пота испытуемые принимали душ и надевали чистое белье.

Проанализировав индивидуальные особенности каждого юноши, мы разделили всех юношей на две идентичные группы по десять человек в каждой. Первой группе юношей (группа № 1) было предложено в течение четырех недель ежедневно в промежутке с 9 до 12 часов утра наносить на верхнюю губу крем, содержащий вазелин, а второй группе юношей (группа № 2) – крем, содержащий вазелин и осмоферин, синтетический аналог женского феромона (фирмы Vevu Eugene). Через две недели использования крема у каждой группы юношей было проведено контрольное измерение всех тех же показателей, что и до начала

исследования, а в конце месяца (через 4 недели) помимо измерения уровня гормонов, иммуноглобулинов и других психофизиологических показателей, были повторно собраны образцы запаха.

Ольфакторное тестирование запахов юношей до и после исследования было проведено девушками в соответствии с методикой, описанной в работах М. П. Мошкина [4; 6].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica for Windows [15]. Статистическая обработка материала включала методы параметрической и непараметрической статистики. При сравнении средних в 2-х нормально распределенных выборках применяли t-критерий Стьюдента. Для сравнения выборок с распределением признаков отличным от нормального использовали U-критерий Манна-Уитни. При сравнении трех групп использовали дисперсионный анализ с последующим LSD-сравнением. Для сравнения двух зависимых переменных использовали T-критерий Вилкоксона.

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенного исследования было установлено, что юноши, имеющие в зимний период острые респираторные заболевания 1 – 3 раза в месяц, характеризуются средним уровнем самочувствия и настроения и имеют низкий уровень активности, среднюю интенсивность и устойчивость концентрации внимания (таблица), у них преобладают процессы возбуждения, и у 50 % юношей, кроме острых форм, имеются хронические заболевания верхних дыхательных путей.

Анализ концентрации андрогенов и иммуноглобулинов показал, что до начала исследования все юноши отличались друг от друга по уровню тестостерона и секреторного иммуноглобулина (рис. 1), однако в среднем значения данных показателей были в пределах нормы общепринятой нормы (таблица).

Таблица

### Функциональное состояние, эндокринный и иммунный статус юношей до и после исследования

| Показатели                               | До исследования (N = 20) | Через 2 недели    |                   | В конце исследования |                   |
|------------------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|                                          |                          | 1 группа (N = 10) | 2 группа (N = 10) | 1 группа (N = 10)    | 2 группа (N = 10) |
| Самочувствие, балл                       | 47 ± 1,97                | 44 ± 4,91         | 51 ± 3,27         | 51 ± 3,9             | 55 ± 3,96         |
| Активность, балл                         | 39 ± 2,25                | 48 ± 4,79         | 42 ± 3,79         | 40 ± 5,99            | 50 ± 3,81*        |
| Настроение, балл                         | 48 ± 2,02                | 49 ± 4,07         | 50 ± 3,37         | 54 ± 3,91            | 56 ± 2,95*        |
| Устойчивость концентрации внимания, балл | 2,18 ± 0,24              | 2,24 ± 0,32       | 2,16 ± 0,31       | 1,54 ± 0,29          | 1,54 ± 0,34       |
| Интенсивность внимания, балл             | 0,79 ± 0,03              | 0,75 ± 0,05       | 0,81 ± 0,04       | 0,68 ± 0,04          | 0,73 ± 0,05       |
| Уровень тревожности, сек                 | 54 ± 3,4                 | 55,4 ± 4,19       | 62 ± 2,44         | 62 ± 4,31            | 64 ± 3,22*        |
| Тестостерон, нмоль/л                     | 1,06 ± 0,16              | 1,3 ± 0,36        | 0,95 ± 0,17       | 1,06 ± 0,17          | 0,86 ± 0,07       |
| Секреторный IgA, мкг/мл                  | 170 ± 35                 | 99 ± 30           | 200 ± 46          | 138 ± 38,7           | 154 ± 36          |

Примечание: \* –  $p < 0,05$  по сравнению с показателями юношей до исследования (t-критерий Стьюдента).

Нами установлено, что юноши, использующие в течение месяца крем с женским феромоном, не болели ОРЗ в течение месяца, у них снизился уровень тревожности, отмечается улучшение настроения и повышение активности в полтора раза в отличие от пер-

вой группы юношей. Юноши первой группы практически все в течение исследования 1 – 2 раза болели ОРЗ и их функциональное состояние оставалось на прежнем уровне. Это согласуется с данными, полученными в работе Тамагавы с соавторами, о том, что

у мужчин в возрасте 52 – 74 года, которым в течение 5 недель смазывали верхнюю губу феромоном Осмоферином, произошло улучшение физиологического состояния, повысилась активность и концентрация тестостерона [16]. В нашем исследовании у молодых мужчин в возрасте 18 – 23 лет в среднем достоверного повышения концентрации тестостерона в ответ на использование крема с феромонами не наблюдалось, однако при детальном индивидуальном анализе установлено, что происходит стабилизация уровня тестостерона: снижение очень высоких концентраций и повышение очень низких (рис. 1). Однако у юношей первой группы такого эффекта не наблюдалось, уро-

вень тестостерона ни у одного участника не изменился.

Такая стабилизация уровня андрогенов в ответ на запаховый стимул феромональной природы, возможно, связана с тем, что, как показывают более ранние исследования, девушками наиболее высоко оценивают индивидуальные запахи юношей со средними значениями концентрации тестостерона [4].

После проведения ольфакторного тестирования запаховых проб юношей девушками было выявлено, что балл привлекательности индивидуального запаха юношей второй группы достоверно повышался ( $Z = 3,68$ ;  $p = 0,0002$ ), в отличие от юношей первой группы ( $Z = 1,95$ ;  $p = 0,052$ ) (рис. 2).

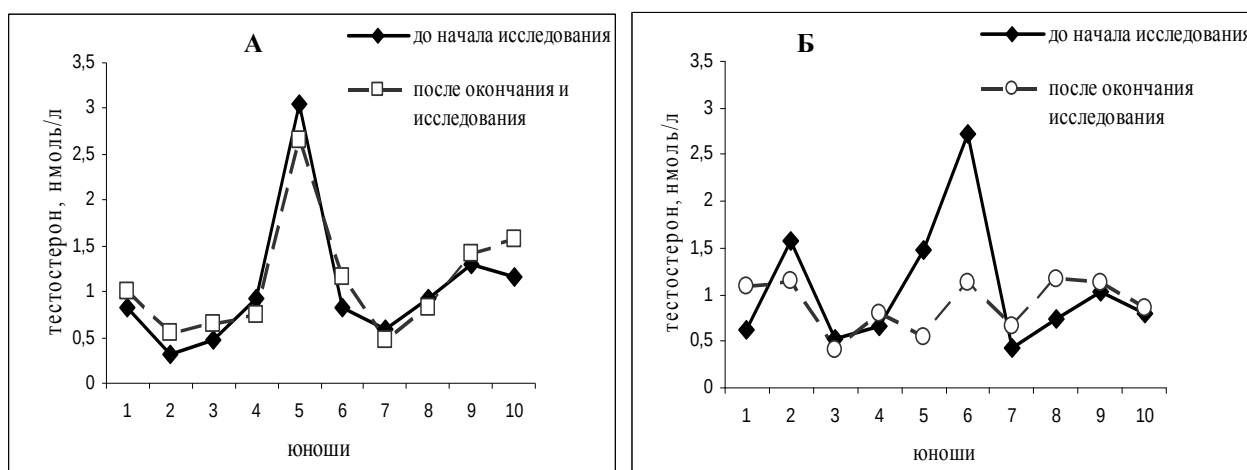


Рис. 1. Индивидуальное изменение уровня тестостерона у юношей первой (А) и второй (Б) группы до и после исследования

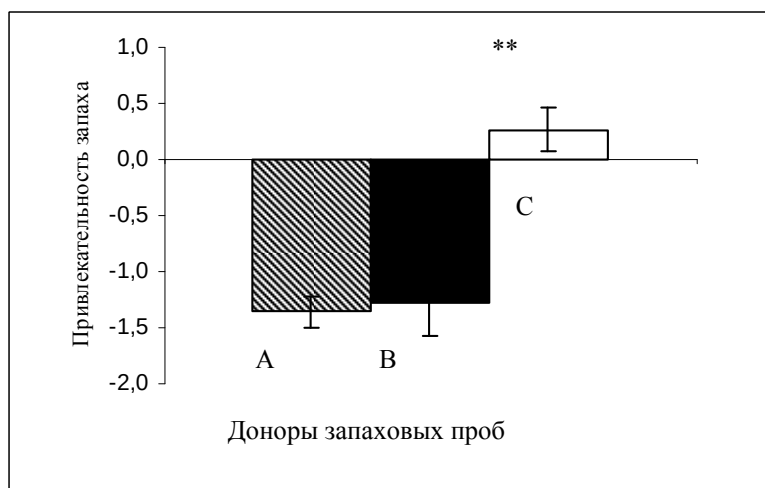


Рис. 2. Средняя оценка привлекательности образцов запаха (среднее  $\pm$  SE) юношей до (А) исследования, первой группы юношей (В) и второй группы юношей (С) после исследования  
Примечание: \*\* –  $p < 0,001$  (LSD-тест) по сравнению с другими запахами.

Установлено, что на балл привлекательности индивидуального запаха юношей до начала исследования влияло наличие у них хронических и острых респираторных заболеваний, отмеченных в их медицинских карточках ( $Z = -3,39$ ;  $p = 0,0006$ ). Запах юношей, имеющих заболевания, получал более низкие оценки

привлекательности, чем те, у кого они отсутствуют. Это соотносится с данными, полученными в работе Олсон с соавторами [13]. Причем после окончания эксперимента у юношей, использующих крем с осмоферином (группа № 2), хронические заболевания перестали влиять на оценки привлекательности их запа-

ха для девушек ( $Z = -0,64$ ;  $p = 0,52$ ), в отличие от юношей, использовавших крем без феромонов ( $Z = -4,72$ ;  $p < 0,0001$ ). Возможно, это связано с улучшением физиологического состояния юношей группы № 2 и отсутствием у них в период обследования ОРЗ. Это соответствует данным, полученным в наших предыдущих работах, где было выявлено, что улучшение состояния здоровья приводит к повышению привлекательности индивидуального запаха [12].

Таким образом, использование в течение зимнего периода крема с женскими феромонами юношами, имеющими низкую иммунную защиту организма и часто болеющими острыми респираторными заболеваниями, позволяет снизить частоту заболевания ОРЗ в период высокого риска заражения, значимо улучшить их настроение, активность, а также снизить уровень ситуативной тревожности. Как показали наши предыдущие исследования, неуверенные в себе юноши стал-

киваются с отсутствием взаимности гораздо чаще, чем уверенные в себе, менее тревожные юноши [6].

Кроме того, такое воздействие крема, содержащего осмоферин, у молодых людей способствовало стабилизации уровня тестостерона и улучшению привлекательности их индивидуального запаха, а значит и на их позитивную оценку, как девушками, так и работодателем. А для молодого человека важно не только быть успешным при выборе спутницы жизни для продолжения рода, но и быть здоровым, активным и социально значимым в обществе.

Однако проведенное нами исследование – лишь первый шаг на пути к разгадке способности женского запаха снижать риск заражения мужчин инфекционными заболеваниями, еще предстоит изучить механизмы данного воздействия и возможности применения полученных знаний на практике при лечении и профилактике, что особенно необходимо в условиях Сибири.

### Литература

1. Березина М. Г., Прохорова А. М. Методы функциональной диагностики: методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Большой практикум». Кемерово: КемГУ, 2012. 110 с.
2. Литвинова Н. А., Бедарева А. В., Булатова О. В., Зубрикова К. Ю., Могилина А. А., Трасковский В. В., Разоренова Ю. Ю., Цепкина А. В. Хемокоммуникация у людей и возможности неинвазивной оценки функционального и психосоциального состояния на основе летучих продуктов метаболизма // Вестник Кемеровского государственного университета. 2013. Т. 2. № 3(55). С. 20 – 26.
3. Мошкин М. П., Герлинская Л. А., Евсиков В. И. Иммунная система и реализация поведенческих стратегий размножения при паразитарных стрессах // Журн. общ. биологии. 2003. Т. 64. № 1. С. 23 – 44.
4. Мошкин М. П., Герлинская Л. А., Колосова И. Е., Литвинова Н. А., Саволь Л. А., Березина М. Г. Изменение запаха у студентов мужского пола при сдаче экзамена // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2006. № 10. С. 1250 – 1259.
5. Мошкин М. П., Литвинова Н. А., Бедарева А. В., Бедарев М. С., Литвинова Е. А., Герлинская Л. А. Запах как элемент субъективной оценки привлекательности юношей и девушек // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2011. Т. 47. № 1. С. 62 – 72.
6. Мошкин М. П., Литвинова Н. А., Бедарева А. В., Бедарев М. С., Литвинова Е. А., Герлинская Л. А. Психосоциальные и физиологические факторы субъективной оценки запаховой привлекательности студентов противоположного пола // Вестник Новосибирского государственного университета. (Серия: Психология). 2009. Т. 3. Вып. 1. С. 60 – 71.
7. Родионова Е. И., Минор А. В. При выборе брачного партнера // Материалы IV Межд. конф. Химическая коммуникация животных. Фундаментальные проблемы. М., 2006. С. 79.
8. Grammer K., Fink B., Neave N. Human pheromones and sexual attraction // Eur. J. Obstet. Gynec. Reprod. Biol. 2005. V. 118. N 2. P. 135 – 142.
9. Lenchova P., Roberts S. C., Havlicek J. Methods of human body odor sampling: the effect of freezing // Chemical Senses. 2009. Vol. 34. № 2. P. 127 – 138.
10. Litvinova E. A., Goncharova E. P., Zaydman A. M., Zenkova M. A., Moshkin M. P. Female scent signals enhance the resistance of male mice to influenza // PLoS ONE. 2010. 5(3): e9473.
11. Moshkin M., Gerlinskaya L., Evsikov V. The role of the immune system in behavior strategies of reproduction // Journal of Reproduction and Development. 2000. V. 46. N 6. P. 341 – 365.
12. Moshkin M., Litvinova N., Litvinova E. A., Bedareva A., Lutsyuk A., Gerlinskaya L. Scent Recognition of Infected Status in Humans // J Sex Med. 2012. 9 : 3211 – 3218.
13. Olsson M. J., Lundström J. N., Kimball B. A., Gordon A. R., Karshikoff B., Hosseini N., Sorjonen K., Höglund C. O., Solares C., Soop A., Axelsson J., Lekander M. The Scent of Disease: Human Body Odor Contains an Early Chemosensory Cue of Sickness // Psychol. Science. 2014. Vol. 25(3). P. 817 – 823.
14. Rantala M. J., Eriksson C. J. P., Vainikka A., Kortet R. Male steroid hormones and female preference for male body odor // Evol. & Hum. Behav. 2006. Vol. 27. P. 259 – 269.
15. Stat Soft Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 6.0. 2001. URL: <http://www.StatSoft.com>
16. Tamagawa A., Gerlinskaya L. A., Nagatomi R., Moshkin M. P. Female Pheromone and Physical Exercise Improve Endocrine Status in Elderly Japanese Men // Anti-Aging Medicine. 2008. № 5(6). P. 57 – 62.

### Информация об авторах:

**Литвинова Надежда Алексеевна** – доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и безопасности жизнедеятельности КемГУ, [litvinca@kemsu.ru](mailto:litvinca@kemsu.ru).

**Nadezhda A. Litvinova** – Doctor of Biology, Professor at the Department of Human Physiology and Life Safety, Kemerovo State University.

**Бедарева Алена Владимировна** – кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии человека и безопасности жизнедеятельности КемГУ, [Leona511@mail.ru](mailto:Leona511@mail.ru).

**Alena V. Bedareva** – Candidate of Biology, Assistant Lecturer at the Department of Human Physiology and Life Safety, Kemerovo State University.

**Зубрикова Ксения Юрьевна** – магистрант 2-го года обучения кафедры физиологии человека и безопасности жизнедеятельности КемГУ, [litvinca@kemsu.ru](mailto:litvinca@kemsu.ru).

**Ksenia Yu. Zubrikova** – Master's Degree student at the Department of Human Physiology and Life Safety, Kemerovo State University.

**Разоренова Юлия Юрьевна** – аспирант кафедры физиологии человека и безопасности жизнедеятельности КемГУ, [litvinca@kemsu.ru](mailto:litvinca@kemsu.ru).

**Yulia Yu. Razorenova** – post-graduate student at the Department of Human Physiology and Life Safety, Kemerovo State University.

**Кучко Татьяна Игоревна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры психологии Новокузнецкой педагогической академии, 8-906-986-95-10.

**Tatiana I. Kuchko** – Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Psychology, Novokuznetsk Pedagogical Academy.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 575.174:599.9

#### ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОФОНДА ЯСКОЛБИНСКИХ ТОБОЛО-ИРТЫШСКИХ ТАТАР ПО ДАННЫМ STR-МАРКЕРОВ Y-ХРОМОСОМЫ

*А. Д. Падюкова, М. Б. Лавряшина, М. В. Ульянова, З. А. Тычинских,  
М. А. Кузнецова, А. Т. Агджоян, Р. А. Схалыхо, О. П. Балановский*

#### A STUDY OF THE GENE POOL OF YASKOLBINSK TOBOL-IRTYSH SIBERIAN TATARS ACCORDING TO STR-MARKERS OF THE Y-CHROMOSOME

*A. D. Padyukova, M. B. Lavryashina, M. V. Ulyanova, Z. A. Tychinskih,  
M. A. Kuznetsova, A. T. Agdjoyan, R. A. Skhalyaho, O. P. Balanovsky*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-06-00272\_а, РФФИ № 14-34-50093\_мол\_нр.*

В статье обсуждаются результаты исследования генофонда ясколбинских тоболо-иртышских сибирских татар Тюменской области по данным STR-маркеров Y-хромосомы. Выборка сформирована из 86 мужчин, проживающих в Ачирском и Лайтамакском сельских поселениях Тобольского района. Основным методом исследования стал анализ высоковариабельных микросателлитных STR-маркеров Y-хромосомы с использованием набора Y-filer на секвенаторе Applied Biosystems 3130 xl Genetic Analyzer. Генотипирование образцов ДНК выявило в генофонде ясколбинских татар восемь гаплогрупп Y-хромосомы (J2b-M12, N1b-P43, L2-M317, N1c-LLY22, N-M231, O3-M122, R1a-M198, R1b1-M73) с мажорной гаплогруппой N1b-P43. Относительно невысокое разнообразие гаплогрупп Y-хромосомы в популяции ясколбинских татар может быть обусловлено эффектом дрейфа генов, вследствие их небольшой численности и географической изолированности. Отмечено также, что генофонд ясколбинских татар демонстрирует черты сходства с генофондами ряда других тюркских народов Сибири, в частности, с такими народами Алтае-Саянского региона, как шорцы и алтайцы.

The paper discusses the results of a study of the gene pool of Yaskolbinsk Tobol -Irtys Siberian Tatars of Tyumen region according to STR-markers of the Y-chromosome. The sample is formed of 86 men living in Achirsk and Laytamaksk rural settlements in Tobolsk region. The main research method was the analysis of highly variable microsatellite STR-markers of Y-chromosomes using the Y-filer set on the Applied Biosystems 3130 xl Genetic Analyzer sequencer. Genotyping of DNA samples in the gene pool of Yaskolbinsk Tatars found eight Y-chromosome haplo-groups (J2b-M12, N1b-P43, L2-M317, N1c-LLY22, N-M231, O3-M122, R1a-M198, R1b1-M73) with the major haplogroup of N1b-P43. Relatively low diversity of Y-chromosome haplogroups in the population of Yaskolbinsk Tatars may be due to the effect of genetic drift, due to their small size and geographical isolation. It was

also noted that the gene pool of Yaskolbinsk Tatars shows similarities with the gene pool of a number of other Turkic peoples of Siberia, in particular, with such peoples of the Altai-Sayan region, as the Shors and the Altaians.

**Ключевые слова:** генофонд, ясколбинские тоболо-иртышские сибирские татары, Западная Сибирь, полиморфизм Y-хромосомы, популяция, STR-маркеры, этногенез.

**Keywords:** gene pool, Yaskolbinsk Tobol-Irtysk Siberian Tatars, Western Siberia, Y-chromosome polymorphism, population, STR-markers, ethnogenesis.

Сибирские татары – это один из самых крупных коренных этносов Западной Сибири, проживающий на территории современной Тюменской, Омской, Томской и Новосибирской области. К сожалению, в официальных переписях населения Российской Федерации сибирские татары как самостоятельный народ не учитываются, поэтому указать их точную численность по данным официальной статистики не представляется возможным. Тем не менее согласно некоторым расчетным данным численность сибирских татар может достигать нескольких сотен тысяч человек. Так, например, существует мнение, что из 350 тысяч татар, проживавших на территории Западной Сибири в 1992 году, коренных сибирских татар было примерно 200 тысяч [22].

Этногенез сибирско-татарского народа, как и большинства народов Сибири, исключительно сложен вследствие его многоэтапной и многокомпонентной природы. Комплексные исследования историков и этнографов [3] свидетельствуют о том, что в формировании сибирских татар приняли участие группы угорского происхождения, племена Алтае-Саянского нагорья, а также узбеки, таджики, казахи, татары Поволжья, башкиры и многие другие. Причем вклад различных компонентов в формирование отдельных групп сибирских татар был неравнозначен, что может определять своеобразие их генетической структуры.

Существующие этнические классификации современных сибирских татар характеризуются некоторой разноречивостью. Согласно наиболее устоявшейся научной классификации Н. А. Томилова [9], в настоящее время в составе сибирских татар выделяют три крупных этнотерриториальных группы – барабинскую, тоболо-иртышскую и томскую. Самой крупной в численном отношении и разнообразной по составу входящих в нее подгрупп является группа тоболо-иртышских сибирских татар. Она объединяет в своем составе тюменско-туринских, тобольских, ясколбинских, курдакско-саргатских и тарских татар.

Ясколбинские, или, как их позднее называли, заболотные татары, сформировались как особая территориальная и этническая группа тоболо-иртышских сибирских татар в период с конца XVI по XIX вв. на территории Тобольского уезда [8]. Исторически этнический ареал ясколбинских сибирских татар охватывал территорию большого болотистого края к западу и северо-западу от города Тобольска. Отсюда произошло их название – «заболотные татары». По мнению Н. А. Томилова [8], северная граница территории расселения ясколбинских татар ранее доходила до правых притоков реки Конды, где татары контактировали с манси и хантами, западная граница – до Пелымского уезда, где жили манси, южная – до реки Тавды, где ясколбинцы жили, частично смешиваясь, с

тюменскими татарами, а восточная граница проходила чуть западнее рек Тобола и Иртыша. Сейчас ясколбинские татары в основном проживают в административных границах Тобольского района Тюменской области, в Ачирском и Лайтамакском муниципальных сельских поселениях.

Отметим, что благодаря географической изолированности (район расселения ясколбинцев отделён от города Тобольска, а также крупных русских и сибирско-татарских сёл рекой Иртышом и непроходимыми болотами) заболотные татары сохранили многие элементы традиционной культуры, утерянной другими группами населения Сибири, на что указывают исследователи-этнографы [1]. Не вызывает сомнения, что изолированность ясколбинских татар должна также найти отражение и в структуре их генофонда, обеспечив лучшую сохранность его уникальных черт, в отличие от других групп тоболо-иртышских, барабинских и томских сибирских татар, для которых на современном этапе характерно значительное усиление процессов метисации и ассимиляции.

Информационный поиск по проблеме показал, что до настоящего времени генофонд сибирских татар исследован крайне фрагментарно. Так, проведены исследования, в которых популяции тоболо-иртышских сибирских татар проанализированы на основе классических генетических маркеров [7; 12] и митохондриальной ДНК [5]. Что касается гаплогрупп Y-хромосомы, то изучение этого класса маркеров, хорошо зарекомендовавшего себя в популяционно-генетических исследованиях, ранее было осуществлено только в популяциях томских сибирских татар [6; 11]. Все вышеуказанное определяет научную новизну обсуждаемых в настоящей статье результатов исследования генофонда ясколбинской подгруппы тоболо-иртышских сибирских татар Тюменской области по данным STR-маркеров Y-хромосомы.

### **Материалы и методы**

Материал для исследования генофонда ясколбинских сибирских татар был собран в ходе комплексных экспедиций лаборатории популяционной генетики человека Медико-генетического научного центра РАМН (г. Москва) и кафедры генетики Кемеровского государственного университета (г. Кемерово) в Тобольский район Тюменской области (таблица).

**Количество обследованных ясколбинских тоболо-иртышских сибирских татар в Ачирском и Лайтамакском муниципальных сельских поселениях Тобольского района**

| <i>Муниципальное сельское поселение</i> | <i>Населенный пункт</i> | <i>Объем выборки, кол-во чел.</i> |
|-----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>АЧИРСКОЕ</b>                         | Ачиры                   | 11                                |
|                                         | Изыметь                 | 12                                |
| <b>ЛАЙТАМАКСКОЕ</b>                     | Лайтамак                | 42                                |
|                                         | Вармахли                | 7                                 |
|                                         | Ишменево                | 14                                |

К обследованию приглашались мужчины, не состоящие в кровном родстве, все предки которых относились к данной этнической группе на протяжении, как минимум, трех поколений. Сбор биологического материала (венозная кровь) осуществлялся с письменного информированного согласия обследуемого, под контролем Этической комиссии Медико-генетического научного центра РАМН (г. Москва). Суммарный объем выборки составил 86 человек.

Выделение и генотипирование ДНК осуществлено на базе лаборатории популяционной генетики человека Медико-генетического научного центра РАМН (г. Москва). Выделение ДНК из образцов крови проведено методом фенол-хлороформной экстракции с применением протеиназы К. Для выявления специфических маркеров в популяции каждый образец был проанализирован по панели 17 микросателлитных (STR) маркеров Y-хромосомы: (DYS389I, DYS389II, DYS390, DYS456, DYS19, DYS385a, DYS385b, DYS458, DYS437, DYS438, DYS448, GATA\_H4, DYS391, DYS392, DYS393, DYS439, DYS635) с использованием коммерческого набора Y-filer PCR

Amplification Kit (Applied Biosystems). Данные маркеры входят в наиболее широко используемую в мире панель (Y-filer) компании Applied Biosystems.

### **Результаты и обсуждение**

Исследование гаплотипического разнообразия Y-хромосомы в популяции ясколбинских татар Тюменской области выявило ряд специфических черт, формирующих особый генетический «портрет» обследованной подгруппы сибирских татар. Всего было генотипировано 8 гаплогрупп Y-хромосомы (рис.).

Анализ спектра гаплогрупп Y-хромосомы у ясколбинских сибирских татар продемонстрировал наличие в их генофонде мажорной гаплогруппы N1b-p43, которая составляет почти две трети их генофонда (62 %). Существует предположение, что гаплогруппа N1b-p43 возникла 4500 – 10000 лет назад на территории Саян, то есть это «сибирская гаплогруппа». Изучение данных литературы [19] показало, что гаплогруппа N1b-p43 характерна для самодийцев (до 92 %), а также для угро-финнов Урала и Западной Сибири (до 60 %) [14].

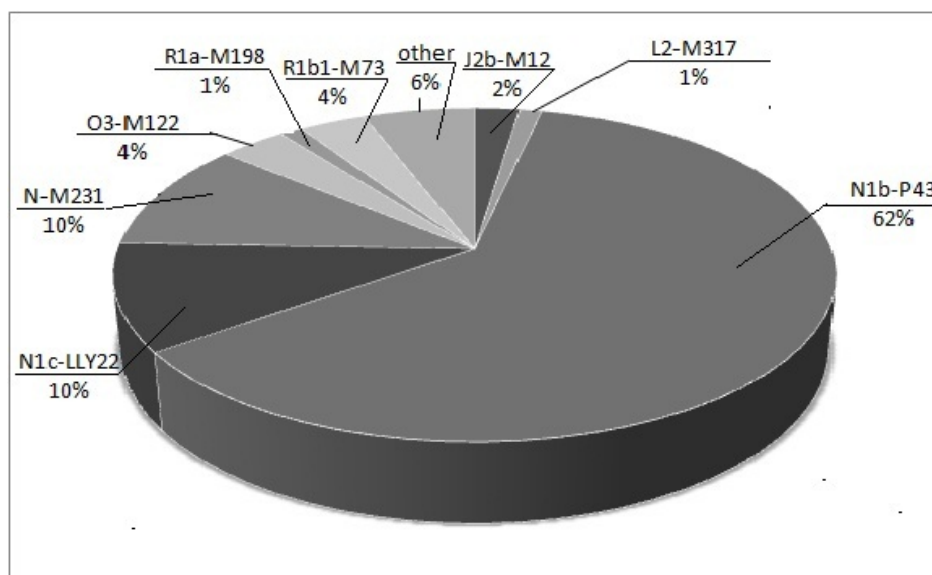


**Рис. Спектр гаплогрупп Y-хромосомы у ясколбинских тоболо-иртышских татар Тюменской области**

Следующими в ряду по частоте встречаемости расположились гаплогруппы N-M231 и N1c-LLY22. Каждая из них составляет 10 % в генофонде ясколбинских сибирских татар. Известно, что «финно-угорская» гаплогруппа N-M231 является потомком гаплогруппы NO, широко распространившейся при-

мерно 30 – 25 тысяч лет назад в Юго-Восточной Азии [10]. Сейчас гаплогруппа N-M231 с высокой частотой встречается у якутов (80 %) [14] и удмуртов (56 %) [19]. В отношении гаплогруппы N1c-LLY22 установлен ее эволюционный возраст, который по данным литературы составляет  $12.6 \pm 3.1$  тысяч лет назад [19].

Эта гаплогруппа с высокой частотой регистрируется у многих народов Сибири. Так, у якутов и восточных бурят встречаемость гаплогруппы N1c1 достигает 80 – 90 %, у чукчей около 50 %, у хантов, манси, ненцев – до 40 % [24]. Также с достаточно высокой частотой N1c-LLY22 встречается и у народов Северного Алтая – кумандинцев и челканцев (14 – 15 %) [2]. Не исключено, что наличие трех выше описанных гаплогрупп линии N в генофонде ясколбинских татар – это самодийский и финно-угорский «след» в их этногенезе.

Оставшиеся гаплогруппы – J2b-M12, L2-M317, O3-M122, R1a-M198, R1b1-M73 – также вносят свой вклад в формирование генофонда ясколбинских татар, но их процентная составляющая мала, на каждую приходится менее 5 % от общего состава гаплогрупп (см. рис.). Две из них – J2b-M12, L2-M317 – у народов Сибири практически не встречаются. Можно предположить, что они привнесены в генофонд ясколбинцев недавними переселенцами с других территорий. Например, в отношении J2b-M12 высказано мнение, что ее можно назвать «прото иллиро-фракийской генетической подписью» [23]. R. J. King и соавт. [15] в своем исследовании пишут «Фессалийские и Греко-Македонские образцы Y-хромосом показывают высокую частоту (7 – 9 %) J2b-M12 с приблизительным временем расширения, датируемым неолитической эпохой (5000 г. до н. э.)». По данным литературы [23], гаплогруппа J2b наиболее сконцентрирована в районе современной Албании (на территории древних Иллирии и части Фракии). В Косово J2b-M12 имеет частоту около 17 %. Соседние регионы отмечены понижением частот – Хорватия 6,2 %, греческая Македония 5,4 % и т. д. Тем не менее, географическое происхождение J2b-M12 остается до сих пор спорным. Так, в работе С. Cinnioglu и соавт. [13] сообщается об одном частотном максимуме J2b-M12 (4,7 %) в юго-восточной Анатолии, рядом с Евфратом, то есть регионе, где были обнаружены поселения первых неолитических общин. Таким образом, хотя источник появления J2b-M12 в Греции до сих пор не ясен, предполагается, что носители данной гаплогруппы проживали в этом регионе с раннего неолита. В популяции ясколбинских татар гаплогруппа J2b-M12 составляет всего 2 %.

Индоиранская гаплогруппа L1b-M317 также, по-видимому, привнесена в генофонд ясколбинцев, возможно, в результате взаимодействия с татарами-бухарцами подгруппы тюменских татар. Гаплогруппа L является потомком гаплогруппы K, от которой она произошла около 30 тысяч лет назад. Географическое место ее происхождения связывают с Южной Азией, с западом полуострова Индостан [26]. По имеющимся данным, на настоящий момент гаплогруппа L1b-M317 отмечена у балкарцев с частотой около 5 %, у абхазов – 3,4 %, также в северном Иране – около 2,5 %, на востоке Турции – 2,3 %, на юге Пакистана – 2 %, у лезгин – 1,2 %, у осетин – около 1 % [25]. В популяции ясколбинских татар частота носителей L1b-M317 не превышает 1 %.

Оставшиеся три гаплогруппы – O3-M122, R1a-M198, R1b1-M73 – с различной частотой встречаются у многих народов Сибири, Центральной и Северной Азии. Что касается времени и территории происхождения гаплогруппы O3-M122, то по одним данным [21],

она возникла на территории современного Китая около 10 тысяч лет назад, по другим [20] – в Юго-Восточной Азии 25 – 30 тысяч лет назад. Сейчас эта гаплогруппа распространена среди маньчжуров, корейцев и вьетнамцев (около 40 %), также она обнаружена у монголов – 18 – 23 % [17], уйгуров – 12 % [21], алтайцев – 6 % [16] и узбеков – 4 % [21]. У казахов Республики Алтай гаплогруппа O3-M122 достигает частоты 29 % [2]. В своем исследовании В. Н. Харьков [16] показал, что у гаплогруппы O3-M122 имеются носители среди северных и южных алтайцев – 4 % и 7,3 % соответственно. Также были найдены носители этой гаплогруппы среди якутов, западных эвенков и юкагиров [18]. У заболотных татар гаплогруппа O3-M122 встречается всего с частотой 4 %.

К типичным сибирским относится и гаплогруппа R1a-M198. Ее частота достаточно велика у народов, проживающих в северных и центральных районах Алтая (у тубаларов – 51 %, алтай-кижи – 58 %, теленгитов – 44 %). У горно-таежных шорцев Кемеровской области и абаканских шорцев Республики Хакасия частота R1a-M198 достигает 61 % и 53 % соответственно [2]. С высокой частотой R1a-M198 регистрируется и у малых народностей Хакасии (у хакасов-сагайцев – 33 % и хакасов-койбалов – 38 %). Однако с продвижением на юг ситуация меняется: в степной зоне R1a-M198 становится более редкой и ее частота составляет лишь 7 % у казахов и не превышает 5 % у монголов. Отметим также, что гаплогруппа R1a-M198 относительно редка у некоторых народов Алтае-Саян: у челканцев – 15 % и хакасов-качинцев – 6 % [2]. У ясколбинцев гаплогруппа R1a-M198 несет следовой характер и составляет всего 1 %.

Для R1b1-M73 максимальные частоты отмечены в Волго-Уральском регионе (в некоторых популяциях башкир она достигает 84 %) [4]. Южнее, в Средней Азии, данная гаплогруппа регистрируется реже (у узбеков – 4 %, киргизов – 1 %). С более заметными частотами R1b1-M73 встречается в Южной Сибири: у шорцев горно-таежной зоны Кемеровской области – 11 %, у северных алтайцев (кумандинцев) Алтайского края и Республики Алтай составляет почти половину генофонда – 49 % [2]. У заболотных татар гаплогруппа R1b1-M73 регистрируется с частотой 4 %.

Таким образом, в целом по результатам проведенного исследования гаплогрупп Y-хромосомы можно сделать заключение о том, что для генофонда ясколбинских тоболо-иртышских сибирских татар Тюменской области характерной чертой является наличие мажорной гаплогруппы N1b-p43. Отсутствие большого разнообразия гаплогрупп у ясколбинцев может быть связано с эффектом дрейфа генов – на его интенсивность указывает очень высокая частота выявленной в их генофонде мажорной гаплогруппы. Отметим также, что отмеченные спектр и частоты гаплогрупп Y-хромосомы у ясколбинских татар отражают черты сходства их генофонда с генофондами ряда других самодийских, финно-угорских и тюркских народов Сибири. В частности с такими народами северо-восточной части Западной Сибири, как ханты, манси, ненцы, а также народами Алтае-Саянского региона – шорцами, хакасами и алтайцами, чей генофонд также характеризуется преобладанием северо-евразийских гаплогрупп N1b и N1c1.

## Литература

1. Бакиева Г. Т., Квашнин Ю. Н. К вопросу о тугумах у «заболотных татар» // Тюркские народы: материалы V Сибирского симпозиума «Культурное наследие народов Западной Сибири». Тобольск-Омск. 2002. С. 402 – 404.
2. Балаганская О. А. Полиморфизм Y хромосомы у тюркоязычного населения Алтая, Саян, Тянь-Шаня и памира в контексте взаимодействия генофондов Западной и Восточной Евразии: автореф. дис. ... канд. биол. наук; Медико-генетический научный центр. М., 2011. С. 77 – 95.
3. Исхаков Д. М. Сибирские татары. Институт истории АН РТ. Казань, 2002. 240 с.
4. Лобов А. С. Структура генофонда субпопуляций башкир: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Академическая сеть Республика Башкортостан. 2009. 17 с.
5. Наумова О. Ю., Рычков С. Ю., Морозова И. Ю., Хаят С. Ш., Семиков А. В., Жукова О. В. Разнообразие митохондриальной ДНК у тоболо-иртышских сибирских татар // материалы Международной конференции «Генетика в России и мире». М., 2006. 13 с.
6. Степанов В. А. Этногеномика населения Северной Евразии. Томск: Печатная мануфактура, 2002. 244 с.
7. Руденко И. Н., Долинина Д. О., Падиюкова А. Д. Исследование особенностей генетической структуры субпопуляций тоболо-иртышских сибирских татар // материалы XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Ломоносов – 2014. М.: Изд. Московского университета, 2014. 97 с.
8. Томилов Н. А. Тюркоязычное население западносибирской равнины в конце XVI – первой четверти XIX вв. Томск: Изд-во ТГУ, 1980. С. 95 – 100.
9. Томилов Н. А., Функ Д. А. Тюркские народы Сибири. М.: Наука, 2006. С. 26 – 37.
10. Тюняев А. А. Некоторые аспекты этноисторической и генетической географии носителей тюркских языков // Организмика. 2010. № 3. 85 с.
11. Харьков В. Н. Структура и филогеография генофонда коренного населения Сибири по маркерам Y-хромосомы: автореф. ... дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2012. С. 19 – 28.
12. Шнейдер Ю. В., Грошева А. Н., Евсюков А. Н., Жукова О. В. Полиморфизм иммуногенетических и биохимических маркеров генов у сибирских (тоболо-иртышских татар) // Генетика. 2011. Т. 47. № 12. С. 1655 – 1665.
13. Cinnioglu C., King R., Kivisild T., Kalfoglu E., Atasoy S., Cavalleri G. L., Lillie A. S., Roseman C. C., Lin A. A. K. Prince, Oefner P. J., Shen P., Semino O., Cavalli-Sforza L. L., Underhill P. A. Excavating Y-chromosome haplotype strata in Anatolia // Hum. Genet. 2004. T. 114. P. 127 – 148.
14. Derenko, M. Y-chromosome haplogroup N dispersals from south Siberia to Europe // Annals of Human Genetics. 2007. T. 52. № 9. P. 763 – 770.
15. King R. J., Ozcan S. S., Carter T., Kalfoglu E., Atasoy S., Triantaphyllidis C., Kouvatsi A., Lin A. A., Chow C. E., Zhivotovsky L. A., Michalodimitrakis M., Underhill P. A. Differential Y-chromosome Anatolian Influences on the Greek and Cretan Neolithic // Annals of Human Genetics. 2008. T. 72. P. 205 – 214.
16. Kharkov V. N., Stepanov V. A., Medvedeva O. F., Spiridonova M. G., Voevoda M. I., Tadinova V. N., Puzyrev V. P. Gene pool differences between Northern and Southern Altaians inferred from the data on Y-chromosomal haplogroups // Russian Journal of Genetics. 2007. V. 43. № 5. P. 551 – 562.
17. Hammer Michael F. Dual origins of the Japanese: common ground for hunter-gatherer and farmer Y chromosomes // Journal of Human Genetics. 2005. V. 51. № 1. P. 47 – 58.
18. Pakendorf B., Novgorodov I., Osakovskij V., Danilova A., Protodjakonov A., Stoneking M. Investigating the effects of prehistoric migrations in Siberia: genetic variation and the origins of Yakuts // Human Genetics. 2006. V. 120. № 3. P. 334 – 353.
19. Siiri Roots, Zhivotovsky L. A., Baldovic M., Kayser M., Kutuev I. A., Khusainova R., Bermisheva M. A., Gubina M., Fedorova S. A., Ilumäe A., Khusnutdinova E. K., Voevoda M. I., Osipova L. P., Stoneking M., Lin A. A., Ferak V., Parik J., Kivisild T., Underhill P. A., Villems R. A counter-clockwise northern route of the Y-chromosome haplogroup N from Southeast Asia towards Europe // European Journal of Human Genetics. 2007. T. 15. № 9. P. 204 – 211.
20. Hong Shi, Yong-li Dong, Bo Wen, Chun-Jie Xiao, Peter A Underhill, Pei-Dong Shen, Ranajit Chakraborty, Li Jin, Bing Su Y-Chromosome Evidence of Southern Origin of the East Asian-Specific Haplogroup O3-M122 // American Journal of Human Genetics. 2005. № 77. P. 408 – 419.
21. Wells R. S., Yuldasheva N., Ruzibakiev R., Underhill P. A., Evseeva I., Blue-Smith J., Jin L., Su B., Pitchap R., Shanmugalakshmi S., Balakrishnan K., Red M., Pearson N. M., Zerjal T., Webster M. T., Zholoshvili I., Jamarjashvili E., Gambarov S., Nikbin B., Dostiev A., Aknazarov O., Zalloua P., Tsoy I., Kitaev M., Mirrakhimov M., Chariev A., Bodmer W. F. The Eurasian heartland: a continental perspective on Y-chromosome diversity // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2001. T. 98. № 18. P. 10245 – 10247.
22. Электронная антология Культурное наследие Югры. URL: <http://hmap.kaisa.ru/object/1810267288?lc=ru> (дата обращения: 16.08.2014).
23. Родство. URL: [www.rodstvo.ru/forum/index.php](http://www.rodstvo.ru/forum/index.php) (дата обращения: 18.08.2014).
24. Генофонд. Лаборатория геногеографии. URL: [www.genofond.ru](http://www.genofond.ru) (дата обращения: 18.08.2014).
25. Гентис. URL: [www.gentis.ru](http://www.gentis.ru) (дата обращения: 18.08.2014).
26. Сайт Игоря Гаршина. URL: [www.garshin.ru](http://www.garshin.ru) (дата обращения: 18.08.2014).

Авторы выражают искреннюю благодарность Главе Тобольского муниципального района Тюменской области Батту Юрию Александровичу и Председателю региональной татарской общественной организации «Наследие» Тюменской области Шамсутдиновой Луизе Алимчановне за неоценимую помощь в организации экспедиционного обследования ясколбинских татар.

**Информация об авторах:**

**Падыкова Асия Дамировна** – аспирант кафедры генетики КемГУ, младший научный сотрудник ЦНИЛ, КемГМА, [enikeeva.as@rambler.ru](mailto:enikeeva.as@rambler.ru).

**Asiya D. Padyukova** – post-graduate student at the Department of Genetics, Kemerovo State University; Junior Research Associate, Kemerovo State Medical Academy.

**Лаврышина Мария Борисовна** – доктор биологических наук, профессор, заместитель заведующего кафедры генетики биологического факультета КемГУ, [lmb2001@mail.ru](mailto:lmb2001@mail.ru)

**Mariya B. Lavryashina** – Doctor of Biology, Professor, Deputy Head of the Department of Genetics, Kemerovo State University.

**Ульянова Марина Владиславовна** – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры генетики биологического факультета КемГУ, [ulmar2003@mail.ru](mailto:ulmar2003@mail.ru)

**Marina V. Ulyanova** – Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Department of Genetics, Kemerovo State University.

**Тычинских Зайтуна Антрашитовна** – доцент Тобольской государственной социально-педагогической академии им. Д. И. Менделеева, [zaituna.09@mail.ru](mailto:zaituna.09@mail.ru).

**Zaytuna A. Tychinskih** – Assistant Professor at Tobolsk State Social and Pedagogical Academy named after D. I. Mendeleev.

**Кузнецова Марина Александровна** – научный сотрудник Медико-генетического научного центра РАМН, [kirya70@list.ru](mailto:kirya70@list.ru).

**Marina A. Kuznetsova** – Research Associate at Medical Genetic Research Center, RAMS.

**Агджоян Анастасия Торосовна** – научный сотрудник Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, лаборатории геномной географии, [aagdzhoyan@gmail.com](mailto:aagdzhoyan@gmail.com).

**Anastasiya T. Agdjoyan** – Researcher Associate at the Laboratory of Genome Geography, N. I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences.

**Схаляхо Роза Арамбиевна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник Медико-генетического научного центра РАМН, Института общей генетики Н. И. Вавилова РАН, [shalyaho.roza@yandex.ru](mailto:shalyaho.roza@yandex.ru).

**Rosa A. Skhalyaho** – Candidate of Biology, Research Associate at Medical Genetic Research Center, RAMS; N. I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences.

**Балановский Олег Павлович** – доктор биологических наук Медико-генетического научного центра РАМН, Института общей генетики Н. И. Вавилова РАН, Россия, Москва, [balanovsky@inbox.ru](mailto:balanovsky@inbox.ru).

**Oleg P. Balanovsky** – Doctor of Biology, Medical Genetic Research Center, RAMS; N. I. Vavilov Institute of General genetics, Russian Academy of Sciences.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

**ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ XRCC1, XRCC2, XRCC3  
У ЖИТЕЛЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ, БОЛЬНЫХ РАКОМ ЛЕГКОГО**  
*А. В. Рыжкова, В. И. Минина, М. Л. Баканова, Р. А. Титов, Ю. Е. Кулемин*

**POLIMORPHISM OF XRCC1, XRCC2, XRCC3 GENES IN LUNG CANCER PATIENTS  
AND HEALTHY PEOPLE OF KEMEROVO REGION**

*A. V. Ryzhkova, V. I. Minina, M. L. Bakanova, R. A. Titov, Yu. E. Kulemin*

*Исследование проведено при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ № 201464, программы «УМНИК» по Кемеровской области.*

Проведено исследование SNP в генах XRCC1 (Arg280His), XRCC2 (Arg188His), XRCC3 (Thr241Met) больных раком легкого и здоровых жителей Кемеровской области. Установлено, что в изученных выборках распределения частот аллелей и генотипов изученных полиморфных маркеров не имели отклонения от равновесия Харди-Вайнберга. Распространенность XRCC3Met в группе больных раком легкого статистически значимо выше, чем у здоровых жителей. Также, наблюдалось уменьшение частоты гомозигот Thr/Thr гена XRCC3 у больных раком легкого мужчин. Полученные данные представляют существенный интерес для эпидемиологических исследований наследственной предрасположенности к развитию рака легкого.

XRCC1 Arg280His, XRCC2 Arg188His, XRCC3 Thr241Met genes polymorphism in lung cancer patients and healthy people of Kemerovo region has been studied. It is established that in the studied samples of distribution of frequencies of alleles and genotypes of the studied polymorphic markers had no deviation from Hardy-Weinberg equilibrium. The prevalence of XRCC3Met in the group of patients with lung cancer is statistically significantly higher than in healthy people. Also, there was a decrease in the frequency of Thr/Thr homozygotes of the XRCC3 gene in male patients with lung cancer. The obtained data are of significant interest for epidemiological studies of hereditary predisposition to the development of lung cancer.

**Ключевые слова:** генетический полиморфизм XRCC1, XRCC2, XRCC3; рак легкого.

**Keywords:** XRCC1, XRCC2, XRCC3 genes polymorphism; lung cancer.

Изучение молекулярно-генетических механизмов предрасположенности к формированию злокачественных новообразований являются актуальным вопросом современной медицинской генетики. Установлена тесная взаимосвязь между нарушениями процессов метаболизма, дерегуляции клеточного цикла, роста и дифференцировки клетки, апоптоза, а также передачи сигналов с поверхности клеток в ядро. Исследования последних лет привели к формированию принципиально новых представлений о механизмах злокачественной трансформации клеток, имеющих повреждения ДНК, как о процессе, осуществляемом в соответствии с определенной генетической программой [1].

Рак легкого (РЛ) – это злокачественное новообразование, развивающееся из эпителиальной ткани легкого. К настоящему времени РЛ занимает первое место в онкозаболеваемости мужского населения России (18,9 %) и имеет наибольший удельный вес в структуре смертности от злокачественных новообразований (17,4 %) [4]. Развитие злокачественной опухоли – многофакторный и многостадийный процесс, в основе развития которого лежит сочетанное воздействие экзогенных и эндогенных факторов. К одним из наиболее важных эндогенных факторов следует отнести индивидуальные особенности функционирования защитных систем организма, среди которых активно последнее время исследуется молекулярный полиморфизм генов ферментов репарации ДНК [10; 15].

Система репарации ДНК является первым барьером на пути возникновения геномной нестабильности и канцерогенеза под действием мутагенов. Известно более 150 генов, принимающих участие в различных путях репарации [19]. При нарушении системы репара-

ции ДНК клетки проявляют повышенную чувствительность к действию различного рода мутагенов, что приводит в конечном итоге к повышенному уровню мутационных преобразований, гибели или злокачественному перерождению клеток [2].

Процесс ошибочной репарации повреждений ДНК, ДНК-аддукты, возникновение которых обусловлено активацией канцерогенов, генотоксических реакций, обусловленных экзогенным взаимодействием. В эпителиоцитах трахеобронхиальной системы легких и мононуклеарах периферической крови обнаружены межвидовые различия энзимов, репарирующих повреждения ДНК у курящих и не курящих табак, а также у пациентов и без наследственной предрасположенности к РЛ [17]. Исследования в данной области представляют существенный интерес для получения информации значимой именно для жителей Кузбасса, что позволит повысить возможности и эффективность профилактики РЛ у жителей нашего региона.

В связи с этим целью данного исследования стало изучение полиморфизмов генов ферментов репарации ДНК: rs25489XRCC1 Arg280His, rs3218536 XRCC2 Arg188His, rs861539 XRCC3 Thr241 Met у больных РЛ и здоровых жителей Кемеровской области.

**Материалы и методы**

В исследование включено 476 больных РЛ (средний возраст 59 лет), среди них 418 мужчин и 58 женщин, поступивших (первично) на лечение в Кемеровский областной клинический онкологический диспансер. В качестве популяционного контроля использовали выборку 369 условно здоровых лиц (средний

возраст 50 лет), 283 мужчины и 86 женщин, проживающих в г. Кемерово.

Работа соответствует стандартам биоэтического комитета, разработанным в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.03 № 266. Все обследованные заполняли анкеты, подписывали форму информированного согласия.

Для изучения полиморфизма генов ферментов репарации ДНК из лейкоцитов периферической крови выделяли ДНК методом фенол-хлороформной экстракции и анализировали при помощи полимеразной цепной реакции синтеза ДНК. Генотипирование полиморфного маркера rs25489XRCC1Arg280His проводили с использованием метода «SNP-экспресс» и набора реактивов, разработанного НПФ «Литех» (г. Москва). Амплификацию ДНК проводили с помощью амплификатора «Терцик» (ДНК-технология). Продукты полимеразной реакции анализировали методом электрофореза в 3 % агарозном геле с бромистым этидием с последующей визуализацией фрагментов ДНК в ультрафиолетовом свете.

Типирование генов rs3218536 XRCC2 Arg188His, rs861539 XRCC3 Thr241 Met проводили методом

мультиплексной ПЦР с флуоресцентной детекцией результатов в режиме реального времени. Амплификацию проводили с помощью амплификатора iCycleriQ5 (Bio-Rad, США). Полученные результаты интерпретировали исходя из анализа графиков накопления флуоресценции, специфичность оценивалась с помощью кривой плавления.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ «STATISTICA for Windows 6.0». При сравнении частот генотипов применяли стандартный критерий  $\chi^2$  Пирсона. Различия статистически значимы при  $p < 0,05$ . Оценку соответствия распределений полиморфных вариантов равновесия Харди-Вайнберга осуществляли с использованием доступного интернет-ресурса: <http://ihg.gsf.de/cgi-bin/hw/hwa1.pl>.

### Результаты и обсуждение

Установлено, что в изученных выборках больных РЛ и здоровых доноров распределения частот аллелей и генотипов изученных полиморфных маркеров не имели отклонения от равновесия Харди-Вайнберга.

На первом этапе мы изучили распределение генотипов генов: XRCC1, XRCC2, XRCC3 в группах, больных РЛ и здоровых лиц для выяснения их взаимосвязи с риском развития РЛ (таблица 1).

Таблица 1

Распределение генотипов генов XRCC1, XRCC2, XRCC3 в обследованных группах (оба пола)

| Ген                | Генотип  | Больные раком легкого n (%) | Здоровые лица n (%) | $\chi^2; p$   |
|--------------------|----------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| XRCC1<br>Arg280His | Arg/Arg  | 366(76,72)                  | 286(77,5)           | 0,02(0,8974)  |
|                    | Arg/His  | 100(20,96)                  | 78(21,13)           | 0,00(0,9688)  |
|                    | His/His  | 10(2,32)                    | 5(1,37)             | 0,30(0,5812)  |
| XRCC2<br>Arg188His | Arg/Arg  | 377(88,08)                  | 285(85,07)          | 1,23(0,2671)  |
|                    | Arg/His  | 49(11,44)                   | 47(14,02)           | 0,92(0,3386)  |
|                    | His/His  | 2(0,48)                     | 3(0,73)             | 0,08(0,7829)  |
| XRCC3<br>Thr241Met | Thr/ Thr | 159(43,08)                  | 171(51,81)          | 5,16(0,0231)* |
|                    | Thr/Met  | 160(43,56)                  | 129(39,09)          | 1,07(0,3010)  |
|                    | Met /Met | 50(13,55)                   | 29(8,78)            | 3,43(0,0641)  |

Примечание: \* $p < 0,05$  отличается от группы сравнения с аналогичным генотипом.

Ген XRCC1 локализован на хромосоме 19q13.2, является интегральным регулятором эксцизионной репарации оснований (ЭРО) [11]. Данная система обеспечивает защиту клетки от негативного воздействия агентов, модифицирующих азотистые основания ДНК и разрушающих ее сахаро-фосфатный остов. К таковым относятся разнообразные экзогенные и эндогенные генотоксические факторы [18].

Ген XRCC2 локализован на хромосоме 7q36.1, длина транскрипта составляет 307 аминокислот [8]. Принимает участие в репарации двунитевых разрывов путем гомологичной репарации [12]. Ген XRCC3 локализован на хромосоме 14q32.3, содержит 346 аминокислот. XRCC2, XRCC3 кодируют белки семейства RecA/Rad51, которые участвуют в гомологичной рекомбинации для поддержания стабильности хромосом и повреждений ДНК [16].

При генотипировании гена XRCC3 в группах жителей Кемеровской области было установлено, что в группе больных РЛ наблюдалось статистически зна-

чимое уменьшение частоты гомозигот Thr/Thr. Замена XRCC3 Thr241Met (C > T) увеличивает риск онкологических заболеваний, таких как рака щитовидной железы [6], опухоли глотки [13] и рака легких [7]. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что исследование полиморфизмов данного гена как маркеров индивидуальной чувствительности является перспективной задачей.

Распределение частот генотипов между полами не выявило никаких значимых различий между мужчинами и женщинами как в группе больных, так и в группе здоровых доноров. Наблюдаемые различия между РЛ и контролем достигали статистической значимости только у мужчин (таблица 2).

XRCC3 – кодирует белок семейства RecA/Rad51, участвующий в гомологичной рекомбинации, поддерживает хромосомную стабильность путем репарации двухцепочечных разрывов ДНК. Клетки, не содержащие активный белок XRCC3, имеют дефекты ключевого фермента гомологичной рекомбинации

Rad51, при этом наблюдается генетическая нестабильность и повышение чувствительности ДНК к повреждающим агентам. Без защиты Rad51 другие белки атакуют ДНК, и это вызывает его повреждение, а

на протяжении долгого периода может спровоцировать развитие рака [14]. В ряде исследований были обнаружены ассоциации между полиморфизмом гена XRCC3 и риском развития рака легкого [7; 9].

Таблица 2

**Распределение генотипов генов XRCC1, XRCC2, XRCC3 в группах обследованных мужчин Кемеровской области**

| Ген                | Генотип  | Больные раком легкого n (%) | Здоровые лица n (%) | $\chi^2; p$   |
|--------------------|----------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| XRCC1<br>Arg280His | Arg/Arg  | 325(77,75)                  | 227(80,21)          | 0,47(0,4919)  |
|                    | Arg/His  | 84(20,09)                   | 53(18,72)           | 0,12(0,7256)  |
|                    | His/His  | 9(2,16)                     | 3(1,07)             | 0,64(0,4249)  |
| XRCC2<br>Arg188His | Arg/Arg  | 325(88,31)                  | 229(85,44)          | 0,89(0,3443)  |
|                    | Arg/His  | 41(11,14)                   | 36(13,43)           | 0,57(0,4522)  |
|                    | His/His  | 2(0,55)                     | 3(1,13)             | 0,13(0,7208)  |
| XRCC3<br>Thr241Met | Thr/ Thr | 136(42,36)                  | 139(52,25)          | 5,53(0,0187)* |
|                    | Thr/Met  | 138(42,99)                  | 105(39,47)          | 0,55(0,4597)  |
|                    | Met /Met | 47(14,65)                   | 21(8,28)            | 5,75(0,0165)* |

Примечание: \* $p < 0,05$  отличается от группы сравнения с аналогичным генотипом.

Подавляющее большинство случаев РЛ (80 – 90 %) обусловлено курением. Известно, что фактор курения способен существенно модифицировать рисковую значимость генотипов. Поэтому на следующем этапе исследования был проведен анализ распределения частот генотипов с учетом фактора курения. При сравнении курящих и некурящих доноров отличий в распределении генотипов как в группе РЛ, так и здоровых доноров выявлено не было. Однако, при сравнении курящих больных РЛ и курящих здоровых было выявлено статистически значимое отличие частоты встречаемости генотипов Thr/Thr и Met/Met гена XRCC3 (таблица 3).

При разделении исследуемых групп в зависимости от пола, у некурящих женщин и мужчин различий выявлено не было. Статистически значимые отличия между группами РЛ и контроль были выявлены для курящих мужчин по генотипам Thr/Thr ( $\chi^2 = 4,33$ ;  $p = 0,0375$ ) и Met/Met ( $\chi^2 = 4,68$ ;  $p = 0,0305$ ) гена XRCC3, тогда как у женщин таких различий выявлено не было. Известно, что табачный дым содержит более 3800 химических веществ, многие из которых являются канцерогенными для человека. К ним относятся прежде всего полиароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен (БП), 2-толуидин, 2-нафтиламин,

4-аминобифенил, никель, полоний-210 и ряд N-нитрозосоединений. Важным параметром, определяющим уровень N-нитрозосоединений в табачном дыме, является содержание в табаке нитратов [5].

**Заключение**

В результате проведенного исследования было установлено статистически значимое повышение частоты гомозигот Met/MetXRCC3 у курящих мужчин больных раком легкого, что может свидетельствовать о повышенной чувствительности отдельных людей к генотоксическому воздействию канцерогенов. Что же касается генотипа Thr/Thr гена XRCC3 – видно, что у больных этот генотип встречается реже, чем у здоровых доноров Кемеровской области. Это представляет интерес, так как на основе полученных результатов можно сделать вывод, что исследование полиморфизмов гена rs861539 XRCC3 Thr241Met как маркеров индивидуальной чувствительности является перспективной задачей. Проведенные нами исследования полиморфизма генов репарации имеет не только теоретическое значение, но и представляет интерес для эпидемиологических исследований наследственной предрасположенности к развитию рака легких у жителей Кемеровской области.

Таблица 3

**Распределение генотипов генов XRCC1, XRCC2, XRCC3 в обследованных группах курящих жителей Кемеровской области (оба пола)**

| Ген                | Генотип  | Больные раком легкого n (%) | Здоровые лица n (%) | $\chi^2; p$   |
|--------------------|----------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| XRCC1<br>Arg280His | Arg/Arg  | 314(78,10)                  | 133(80,6)           | 0,30(0,5838)  |
|                    | Arg/His  | 80(19,9)                    | 32(19,4)            | 0,00(0,9828)  |
|                    | His/His  | 8(2,00)                     | 0(0,00)             | 2,05(0,1519)  |
| XRCC2<br>Arg188His | Arg/Arg  | 314(88,70)                  | 133(84,71)          | 1,24(0,2664)  |
|                    | Arg/His  | 38(10,73)                   | 24(15,29)           | 1,71(0,1912)  |
|                    | His/His  | 2(0,57)                     | 0(0,00)             | 0,03(0,8604)  |
| XRCC3<br>Thr241Met | Thr/ Thr | 132(42,3)                   | 81(52,25)           | 3,99(0,0457)* |
|                    | Thr/Met  | 134(42,91)                  | 61(39,35)           | 0,34(0,5570)  |
|                    | Met /Met | 46(14,79)                   | 12(7,74)            | 3,96(0,0467)* |

Примечание: \* $p < 0,05$  отличается от группы сравнения с аналогичным генотипом.

## Литература

1. Викторова Т. В., Корытина Г. Ф., Янбаева Д. Г. Взаимодействие генетических и внешнесредовых факторов в процессе развития хронических обструктивных болезней легких // Медицинская генетика. 2003. Т. 2. № 2. С. 50 – 59.
2. Гурцевич С. А., Галецкий С. Н., Неред С. Н., Новикова Е. В., Яковлева Л. С., Лэнд Ч. Э., Давыдов М. И., Клименков А. А., Петровичев Н. Н., Токунага М. Обнаружение и характеристика опухолей желудка, ассоциированных с вирусом герпеса Эпштейна-Барр // Вестник РАМН. 2000. № 3. С. 56 – 59.
3. Мерабишвили В. М., Дятченко О. Т. Статистика рака легкого (заболеваемость, смертность, выживаемость) // Практическая онкология. 2000. Т. 3. С. 3 – 7.
4. Чиссов В. И., Старинский В. В., Петрова Г. В. Злокачественные новообразования в России в 2011 году (Заболеваемость и смертность) // Москва: ФГУ «МНИОИ им. П. А. Герцена Росмедтехнологий». 2013. 289 с.
5. Alberg A. J., Samet J. M. Epidemiology of lung cancer // Chest. 2003. Jan. 123(1 Suppl). S. 21 – 49.
6. Benhamou S., Tuimala J., Bouchardy C., Dayer P., Sarasin A., Hirvonen A. DNA repair gene XRCC2 and XRCC3 polymorphisms and susceptibility to cancers of the upper aerodigestive tract Int // J Cancer. 112.(5). 2004. P. 901 – 904.
7. Butkiewicz D., Rusin M., Enewold L., Shields P. G., Chorazy M., Harris C. C. Genetic polymorphisms in DNA repair genes and risk of lung cancer // Carcinogenesis. 2001. 22(4). P. 593 – 597.
8. Carney J. P., Maser R. S., Olivares H., Davis M., Le Beau. The hMre11/hRad50 protein complex and Nijmegen break syndrome: linkage of double strand break repair to cellular DNA damage response // Cell. 1998. Vol. 93. P. 477 – 486.
9. David-Beabes G. L., Lunn R. M., London S. S. No association between the XPD (Lys751Gln) polymorphism or the XRCC3 (Thr241Met) polymorphism and lung cancer risk // Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. 2001. 10. P. 911 – 912.
10. De Ruyck K., Szaumkessel M., De Rudder I., Dehoorne I., Vral A., Claes K. Polimorphisms in base-excision repair and nucleotide-excision repair genes in relation to lung cancer risk // Mutat Res. 2007. Vol. 28. P. 101 – 110.
11. M. Hou S., Falt S., Andelini S., Yang K., Nyberg F., Lambert B., Hemmiki K. The XPD variant alleles are associated with increased aromatic DNA adduct level and lung cancer risk // Carcinogenesis. 2002. V. 23. P. 599 – 603.
12. Jiao L., Hassan M. M., Bondy M. L., Wolff R. A., Evans D. B., Abbruzzese J. L. XRCC2 and XRCC3 gene polymorphism and risk of pancreatic cancer // Am J Gastroenterol. 2008. Feb. 103(2): 360-7.
13. Manuguerra M., Saletta F., Karagas M. R., Berwick M., Veglia F., Vineis P., Matullo G. XRCC3 and XPD/ERCC2 single nucleotide polymorphisms and the risk of cancer: a HuGE review // Am. J. Epidemiol. 164. 2006. P. 297 – 302.
14. Matullo G., Palli D., Peluso M., Guarrera S., Carturan S., Cementano E., Krogh V., Munnia A., Tumino R., Polidoro S., Piazza A., Vineis P. XRCC1, XRCC3, XPD gene polymorphisms, smoking and 32P-DNA adducts in a sample of healthy subjects // Carcinogenesis. 2001. 22: 1437 – 1445.
15. Qian B., Zhang H., Zhang L., Zhou X., Yu H., Chen K. Association of genetic polymorphisms in DNA repair pathway genes with non-small cell lung cancer risk // Lung Cancer. 2011. Vol. 73. P. 138 – 146.
16. Tuimala J. Inherited DNA repair capacity and individual responses to carcinogens // Department of Industrial Hygiene and Toxicology. Helsinki, 2004.
17. Wei Q., Cheng L., Amos C. I., Wei L. E. Q., Cheng L., Amos C. I., Wang L. E., Guo Z., Hong W. K., Spitz M. R. Repair of tobacco carcinogen – induced DNA adducts and lung cancer risk: a molecular epidemiologic study // J. Natl. Cancer Inst. 2000. V. 92. P. 1764 – 1772.
18. Wood R. D., Mitchel M., Sgouros J., Lindahl T. Human DNA repair genes // Science. 2001. V. 291. P. 1284 – 1289.
19. Wood R. D., Mitchell M., Lindahl T. Human DNA repair genes // Mutat. Res. 2005. V. 577. P. 275 – 283.

## Информация об авторах:

**Рыжкова Анастасия Владимировна** – аспирант, инженер-технолог ИЭЧ СО РАН, kotia1490@mail.ru.

**Anastasiya V. Ryzhkova** – post-graduate student, engineer at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

**Минина Варвара Ивановна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики КемГУ, заведующая лабораторией цитогенетики ИЭЧ СО РАН, vminina@mail.ru.

**Varvara I. Minina** – Candiate of Biology, Assistant Professor at the Departament of Genetics, Kemerovo State University; Head of Cytogenetics Laboratory at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

**Баканова Марина Леонидовна** – младший научный сотрудник ИЭЧ СО РАН, mari-bakano@ya.ru.

**Marina L. Bakanova** – Junior Research Associate at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

**Титов Руслан Александрович** – аспирант, инженер-технолог ИЭЧ СО РАН, Ruslan-Tito00@Rambler.ru

**Ruslan A. Titov** – post-graduate student, engineer at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

**Кулемин Юрий Евгеньевич** – аспирант КемГУ, инженер-технолог ИЭЧ СО РАН, jura.kulemin@gmail.com.

**Yuriy E. Kulemin** – post-graduate student at the Departament of Genetics, Kemerovo State University; engineer at the Institute for Human Ecology of the Siberian branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКЦИИ КОРЕННЫХ ЭТНОСОВ СИБИРИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ ОСВЕЩЕНИИ

*М. В. Ульянова, М. Б. Лавряшина, В. Г. Дружинин, З. А. Тычинских, Д. О. Долинина*

## FEATURES OF REPRODUCTION IN INDIGENOUS ETHNIC GROUPS OF SIBERIA IN COMPARATIVE COVERAGE

*M. V. Ulyanova, M. B. Lavryashina, V. G. Druzhinin, Z. A. Tychinskih, D. O. Dolinina*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке грантов РФФИ № 13-06-98014р, РФФИ № 14-06-00272а, РФФИ № 14-06-10020к Государственного задания Минобрнауки № 2014/164.*

Представлены результаты изучения особенностей воспроизводства у коренных сибирских этносов: алтайцев, хакасов, шорцев, сибирских татар и оценки влияния фактора естественного отбора. По данным демографических анкет был проведен анализ возрастных и витальных характеристик. На основании витальных статистик рассчитывались параметры естественного отбора по методу, предложенному Crow. Для хакасов и сибирских татар показан более ранний возраст менархе по сравнению с алтайцами. Физиологический репродуктивный период у всех этносов составил 33 – 34 года, реальный репродуктивный период – менее 1/3 от физиологического. Выявлено снижение уровня пренатальных и дорепродуктивных потерь, среднего числа беременностей и живорождений за поколение у всех этносов. Коренные народы Сибири отличаются друг от друга особенностями репродуктивных показателей и репродуктивного поведения. Во всех изученных группах коренных народов Сибири выявлено наличие демографического перехода к суженному уровню естественного воспроизводства. Расчетные значения индекса Кроу ( $I_{tot}$ ) свидетельствуют о большем давлении естественного отбора в популяциях шорцев и сибирских татар.

The paper presents the peculiarities of reproduction in indigenous Siberian ethnic groups: Altaians, Khakasses, Shors, Siberian Tatars, and assesses the impact of the factor of natural selection. According to demographic profiles, age and vital characteristics were analyzed. Based on vital statistics, parameters of natural selection were calculated by the method proposed by Crow. Female Khakasses and Siberian Tatars show an earlier age of menarche as compared with female Altaians. Physiological reproductive period in all ethnic groups was 33 – 34 years old, the actual reproductive period – less than 1/3 of the physiological. The research showed a reduction in the level of prenatal and pre-reproductive losses, the average number of pregnancies and live births per generation in all ethnic groups. Indigenous peoples of Siberia differ from each other by peculiarity of reproductive health indicators and reproductive behavior. All the studied groups of indigenous peoples of Siberia revealed the presence of the demographic transition to a narrowed level of natural reproduction. The values were calculated by Crow's index ( $I_{tot}$ ) and it is shown a higher pressure of natural selection in populations of Shors and Siberian Tatars.

**Ключевые слова:** репродукция, коренные народы Сибири, естественный отбор.

**Keywords:** reproduction, indigenous peoples of Siberia, natural selection.

Воспроизводство – свойство, присущее всему живому. Но для человека особенности репродукции обусловлены факторами как биологической, так и социальной природы. К сожалению, репродуктивные особенности коренных народов Сибири исследованы явно недостаточно. Сибирские народы всегда характеризовались высоким уровнем рождаемости и, как следствие, естественным (расширенным) типом воспроизводства. Однако, как показали недавние исследования, практика планирования семьи и регулирования рождаемости получает все большее распространение в ряде этнических групп Сибири. Это, в свою очередь, отражается на изменении роли естественного отбора, который является одним из факторов микроэволюции популяций человека.

### Материалы и методы

Для определения особенностей воспроизводства коренного населения по данным демографических анкет был проведен анализ возрастных и витальных характеристик у 954 женщин завершённого репродуктивного периода (старше 45 лет). Исследованы такие этносы, как хакасы ( $N = 355$ ), алтайцы ( $N = 380$ ), шорцы ( $N = 121$ ) и сибирские татары ( $N = 98$ ), проживаю-

щие в Аскизском, Бейском, Орджоникидзевском, Таштыпском и Ширинском районах Республики Хакасия; Кош-Агачском, Онгудайском, Турочакском и Улаганском районах Республики Алтай; Таштагольском районе Кемеровской области, Тобольском районе Тюменской области.

Учитывались следующие показатели: возраст начала половой жизни, менархе и менопаузы; возраст матери при рождении первого и последнего ребенка; число беременностей и их исходы (живорождения, мертворождения, спонтанное прерывание беременности, медицинские аборт), а также случаи смерти детей до начала репродуктивного периода. На основании витальных статистик рассчитывались параметры естественного отбора по методу, предложенному Crow [5].

Статистическая обработка генетически значимых демографических данных проводилась стандартными биометрическими методами [2; 3]. Для множественных сравнений использовался дисперсионный анализ. Уровень различий между конкретными выборками оценивался с помощью критерия наименьшей значимой разности (LSD), основанного на  $N$  сравниваемых группах, который эквивалентен  $t$ -критерию для независимых выборок [1].

# Результаты и обсуждение

При анализе возрастных характеристик показано, что для хакасов и сибирских татарок характерен более

ранний возраст начала менархе по сравнению с алтайками ( $p \leq 0,01$ ) (таблица 1).

Таблица 1

## Средневозрастные характеристики женщин заверщенного репродуктивного периода

| Этнос                         | Группа        | Средний возраст, $x \pm s. e.$     |                                    |                      |                                    |
|-------------------------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
|                               |               | начала                             |                                    | при рождении ребенка |                                    |
|                               |               | менархе                            | менопаузы                          | первого              | последнего                         |
| Алтайцы <sup>1</sup>          | Общая         | $14,36 \pm 0,08^{3,4}$             | $47,65 \pm 0,28$                   | $22,43 \pm 0,19^3$   | $32,92 \pm 0,32^{2,4}$             |
|                               | 45 – 64 гг.   | <b><math>14,19 \pm 0,08</math></b> | <b><math>47,09 \pm 0,32</math></b> | $22,49 \pm 0,19$     | <b><math>32,38 \pm 0,33</math></b> |
|                               | $\geq 65$ лет | <b><math>15,28 \pm 0,21</math></b> | <b><math>49,55 \pm 0,49</math></b> | $22,05 \pm 0,56$     | <b><math>35,96 \pm 0,94</math></b> |
| Хакасы <sup>2</sup>           | Общая         | $14,28 \pm 0,09$                   | $47,59 \pm 0,29$                   | $22,79 \pm 0,20^3$   | $30,25 \pm 0,29^1$                 |
|                               | 45 – 64 гг.   | <b><math>14,09 \pm 0,09</math></b> | $47,82 \pm 0,31$                   | $22,66 \pm 0,26$     | $29,97 \pm 0,32$                   |
|                               | $\geq 65$ лет | <b><math>14,81 \pm 0,19</math></b> | $47,06 \pm 0,64$                   | $23,19 \pm 0,31$     | $31,04 \pm 0,64$                   |
| Шорцы <sup>3</sup>            | Общая         | $13,94 \pm 0,17^1$                 | $47,22 \pm 0,50$                   | $22,12 \pm 0,51$     | $31,81 \pm 0,84$                   |
|                               | 45 – 64 гг.   | $13,88 \pm 1,32$                   | $46,67 \pm 3,39$                   | $22,28 \pm 3,46$     | $31,38 \pm 6,38$                   |
|                               | $\geq 65$ лет | $14,03 \pm 1,84$                   | $48,00 \pm 5,27$                   | $21,88 \pm 4,58$     | $32,43 \pm 6,35$                   |
| Татары сибирские <sup>4</sup> | Общая         | $13,94 \pm 0,14^1$                 | $48,01 \pm 0,33$                   | $21,99 \pm 0,35$     | $30,28 \pm 0,60^1$                 |
|                               | 45 – 64 гг.   | <b><math>13,89 \pm 0,15</math></b> | $47,87 \pm 0,36$                   | $21,81 \pm 0,37$     | <b><math>28,77 \pm 0,53</math></b> |
|                               | $\geq 65$ лет | <b><math>14,18 \pm 0,38</math></b> | $48,50 \pm 0,77$                   | $22,87 \pm 1,04$     | <b><math>37,73 \pm 1,21</math></b> |

Примечание: здесь и далее: индекс показывает наличие значимых отличий (критерий LSD,  $p < 0,05$ ) между этносами (1 – алтайцы, 2 – хакасы, 3 – шорцы, 4 – татары сибирские), полужирным выделены значимые отличия между возрастными группами.

Физиологический репродуктивный период (разница между средним возрастом начала менопаузы и менархе) у всех изученных этносов примерно одинаков (около 33 лет), за исключением сибирских татарок, у которых продолжительность физиологического периода составила 34,07 года. Однако, у всех этносов реальный репродуктивный период (разница между средним возрастом рождения последнего и первого ребенка) оказался менее 1/3 от физиологического. По этому показателю промежуточное положение между алтайками (10,49 года) и женщинами хакаского этноса (7,46 года) занимают шорцы (9,69 года) и сибирские татарки (8,29 года). У алтайских женщин средний возраст рождения последнего ребенка достоверно выше, чем у хакасов ( $p \leq 0,001$ ) и сибирских татарок ( $p \leq 0,001$ ).

Для изучения возможного изменения параметров репродукции во времени общие группы женщин с завершенным репродуктивным периодом были разделены на две подгруппы. В первую были включены женщины в возрасте на момент анкетирования от 45 до 64 лет включительно, во вторую от 65 лет и старше. У алтаек за поколение снизился средний возраст наступления менопаузы ( $p \leq 0,001$ ), а, следовательно, и реальный репродуктивный период, одновременно у них уменьшается средний возраст начала менархе ( $p \leq 0,001$ ). Снижение среднего возраста наступления менархе также выявлено у хакасов ( $p \leq 0,001$ ) и сибирских татарок ( $p \leq 0,05$ ). Кроме того, в двух этнических группах – алтайцы и сибирские татары – у женщин 45 – 64 лет снизился средний возраст рождения последнего ребенка ( $p \leq 0,001$ ).

Таким образом, анализ средневозрастных репродуктивных характеристик свидетельствует о существовании физиологических отличий между изученными этносами. Эти отличия касаются темпов полового

созревания и продолжительности репродуктивного периода. На протяженность реального репродуктивного периода, по-видимому, основное влияние оказывают не природные, а социальные факторы, так как при одинаковой длительности у коренных этносов физиологического репродуктивного периода, протяженность реального – варьируется, то есть, вероятно, имеет место искусственное регулирование рождаемости.

При анализе витальных характеристик показано, что все изученные параметры, за исключением среднего числа медицинских аборт, характеризуются более высокими средними значениями у женщин шорской национальности (таблица 2). Медицинские аборты в качестве инструмента регулирования рождаемости чаще применяют женщины-хакаски по сравнению с алтайками и сибирскими татарками. У шорок зарегистрировано самое большое число беременностей, однако, у них и самый высокий среди изученных этносов показатель пренатальных потерь. Пренатальные потери рассчитывались как сумма средних значений спонтанных абортов и мертворождений. У всех четырех коренных сибирских этносов значение показателя мертворождений практически одинаково. Следовательно, высокий уровень пренатальных потерь у шорок определяется высоким средним числом спонтанных абортов, которое превышает таковое у алтаек ( $p \leq 0,001$ ), хакасов ( $p \leq 0,01$ ) и сибирских татарок ( $p \leq 0,001$ ). Дорепродуктивные потери (разница между средним числом живорожденных и доживших до репродуктивного возраста детей) у хакасов и татарок почти в два раза ниже, чем у шорок и алтаек.

Таблица 2

**Витальные характеристики женщин, представительниц коренных народов Сибири  
(средние значения)**

| Этнос                            | Группа      | Витальные характеристики |                       |                     |             |             |      |
|----------------------------------|-------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------|------|
|                                  |             | 1                        | 2                     | 3                   | 4           | 5           | 6    |
| Алтайцы <sup>1</sup>             | Общая       | 6,40 <sup>2</sup>        | 0,44 <sup>3</sup>     | 1,99 <sup>2</sup>   | 3,97        | 3,53        | 0,44 |
|                                  | 45 – 64 гг. | <b>5,73</b>              | <b>0,40</b>           | <b>1,57</b>         | <b>3,72</b> | 3,29        | 0,43 |
|                                  | ≥ 65 лет    | <b>9,16</b>              | <b>0,63</b>           | <b>4,35</b>         | <b>5,40</b> | 4,89        | 0,51 |
| Хакасы <sup>2</sup>              | Общая       | 7,15 <sup>1,3,4</sup>    | 0,46                  | 3,59 <sup>1,4</sup> | 3,12        | 2,93        | 0,19 |
|                                  | 45 – 64 гг. | 7,15                     | 0,45                  | 3,70                | 3,03        | 2,86        | 0,17 |
|                                  | ≥ 65 лет    | 7,16                     | 0,52                  | 3,22                | 3,41        | 3,15        | 0,26 |
| Шорцы <sup>3</sup>               | Общая       | 8,09 <sup>1,4</sup>      | 0,71 <sup>1,2,4</sup> | 3,00                | 4,36        | 3,77        | 0,59 |
|                                  | 45 – 64 гг. | <b>7,23</b>              | <b>0,55</b>           | 2,99                | <b>3,69</b> | 3,12        | 0,57 |
|                                  | ≥ 65 лет    | <b>9,45</b>              | <b>0,96</b>           | 3,02                | <b>5,43</b> | 4,79        | 0,64 |
| Татары<br>сибирские <sup>4</sup> | Общая       | 4,92 <sup>1,2,3,4</sup>  | 0,50 <sup>3</sup>     | 0,92 <sup>2</sup>   | 3,50        | 3,33        | 0,17 |
|                                  | 45 – 64 гг. | <b>4,52</b>              | <b>0,44</b>           | 1,02                | <b>3,05</b> | <b>2,84</b> | 0,21 |
|                                  | ≥ 65 лет    | <b>6,82</b>              | <b>0,76</b>           | 0,41                | <b>5,65</b> | <b>5,65</b> | 0,00 |

Примечание: 1 – беременности, 2 – пренатальные потери, 3 – медицинские аборт, 4 – живорожденные, 5 – дожившие до репродукции, 6 – дорепродуктивные потери.

Изучение вариации витальных показателей во времени показало достоверное снижение за поколение среднего числа беременностей и живорожденных детей у всех этносов, за исключением хакасского, что свидетельствует о снижении рождаемости в коренных сибирских популяциях. Только для алтайского этноса отмечено снижение среднего числа медицинских абортов ( $p \leq 0,001$ ) в возрастной группе до 64 лет, что свидетельствует о внедрении практики планирования семьи в алтайском населении. Показано снижение уровня пренатальных потерь у алтайцев ( $p \leq 0,05$ ), шорцев ( $p \leq 0,01$ ) и сибирских татар ( $p \leq 0,05$ ) за поколение.

Таким образом, сравнение витальных характеристик у коренных народов Сибири выявило различия в

особенностях репродуктивного поведения. Отмечена положительная динамика в уменьшении пренатальных и дорепродуктивных потерь. Высокий их уровень, отмеченный у шорцев, отчасти может быть связан с высоким уровнем инбридинга, показанный нашими исследованиями для этого этноса [4]. Снижение числа медицинских абортов свидетельствует о росте значимости планирования семьи среди коренного населения.

На основе витальных статистик рассчитывался индекс Кроу, который дает максимально возможную оценку интенсивности отбора в предположении, что все различия в плодовитости обусловлены генетически (таблица 3).

Таблица 3

**Структура индекса Кроу у коренных сибирских народов**

|                     | Группа      | Индекс Кроу и его компоненты |       |           |                   |
|---------------------|-------------|------------------------------|-------|-----------|-------------------|
|                     |             | $I_m$                        | $I_f$ | $I_{tot}$ | $I_m/I_{tot}, \%$ |
| Алтайцы             | Общая       | 0,134                        | 0,245 | 0,411     | 32,60             |
|                     | 45 – 64 гг. | 0,129                        | 0,222 | 0,379     | 34,04             |
|                     | ≥ 65 лет    | 0,104                        | 0,221 | 0,348     | 29,89             |
| Хакасы              | Общая       | 0,071                        | 0,256 | 0,345     | 20,58             |
|                     | 45 – 64 гг. | 0,067                        | 0,239 | 0,322     | 20,81             |
|                     | ≥ 65 лет    | 0,092                        | 0,279 | 0,396     | 23,23             |
| Шорцы               | Общая       | 0,148                        | 0,348 | 0,548     | 27,01             |
|                     | 45 – 64 гг. | 0,161                        | 0,453 | 0,687     | 23,44             |
|                     | ≥ 65 лет    | 0,143                        | 0,343 | 0,535     | 26,73             |
| Татары<br>сибирские | Общая       | 0,051                        | 0,409 | 0,481     | 10,61             |
|                     | 45 – 64 гг. | 0,074                        | 0,319 | 0,412     | 17,95             |
|                     | ≥ 65 лет    | 0,000                        | 0,302 | 0,302     | 0,00              |

Примечание:  $I_m$  – компонента отбора, связанная с дифференциальной смертностью,  $I_f$  – компонента отбора, связанная с дифференциальной плодовитостью,  $I_{tot}$  – тотальная компонента отбора.

Полученные значения индекса ( $I_{tot}$ ) по мере убывания позволили выстроить ряд: шорцы > сибирские татары > алтайцы > хакасы и свидетельствуют о том, что шорцы и сибирские татары испытывают большее давление естественного отбора, чем хакасы и алтайцы. Возрастная динамика индекса показала, что у шорок и сибирских татарок «младшей» возрастной группы по сравнению с поколением женщин более старшего возраста величина индекса Кроу возрастает, а у хакасок, напротив, снижается. В структуре индекса преобладает компонента, связанная с дифференциальной плодовитостью, над компонентой, обусловленной дифференциальной смертностью, т. е. в исследованных коренных популяциях естественный отбор действует главным образом через дифференциальную плодовитость. У хакасок и шорок старшего поколения вклад дифференциальной плодовитости в общую структуру индекса Кроу выше, чем у женщин первой возрастной подгруппы.

### Выводы

- исследованные коренные народы Сибири отличаются друг от друга особенностями репродуктивных показателей, репродуктивного поведения, а также вкладом природной и социальной составляющей в формирование данных особенностей;
- снижение уровня пренатальных и дорепродуктивных потерь во времени может свидетельствовать о совершенствовании системы здравоохранения на этнических территориях;
- во всех изученных группах коренных народов Сибири выявлено снижение среднего числа беременностей и живорождений, что отражает наличие демографического перехода к суженному уровню естественного воспроизводства.
- расчетные значения индекса Кроу ( $I_{tot}$ ) свидетельствуют о том, что шорцы и сибирские татары испытывают большее давление естественного отбора, чем хакасы и алтайцы.

### Литература

1. Боровиков В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб.: Питер, 2003. 502 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / Пер с англ. М.: Практика, 1998. 459 с.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
4. Ульянова М. В. Динамика популяционно-генетической структуры шорцев Южной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск: Учреждение РАМН НИИ медицинской генетики СО РАМН, 2010. 23 с.
5. Crow J. F. Some possibilities for measuring selection intensities in man // Human Biol. 1958. Vol. 30. P. 1 – 13.

Информация об авторах:

**Ульянова Марина Владиславовна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики биологического факультета КемГУ, [ulmar2003@mail.ru](mailto:ulmar2003@mail.ru).

**Marina V. Ulyanova** – Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Genetics Kemerovo State University.

**Лавряшина Мария Борисовна** – доктор биологических наук, профессор кафедры генетики биологического факультета КемГУ, [lmb2001@mail.ru](mailto:lmb2001@mail.ru).

**Mariya B. Lavryashina** – Doctor of Biology, Professor at the Department of Genetics, Kemerovo State University.

**Дружинин Владимир Геннадьевич** – доктор биологических наук, профессор, проректор по НР КемГУ, [druzhinin\\_vladim@mail.ru](mailto:druzhinin_vladim@mail.ru).

**Vladimir G. Druzhinin** – Doctor of Biology, Professor, Head of the Department Genetics, Vice-Rector for Science and Research Kemerovo State University.

**Тычинских Зайтуна Антрашитовна** – доцент Тобольской социально-педагогической академии им. Д. И. Менделеева, г. Тобольск, [zaituna.09@mail.ru](mailto:zaituna.09@mail.ru).

**Zaituna A. Tychinskikh** – Tobolsk State Social and Pedagogical Academy named after D. I. Mendeleev.

**Долинина Дарья Олеговна** – студентка 5 курса биологического факультета КемГУ, [dolinina\\_1993@mail.ru](mailto:dolinina_1993@mail.ru).

**Darya O. Dolinina** – student at the Faculty of Biology Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

## ИСТОРИЯ

УДК 903.6

## НОВЫЕ КАМЕННЫЕ ИЗВАЯНИЯ САКСКОЙ ЭПОХИ ИЗ САРЫАРКИ

А. З. Бейсенов\*, Л. Н. Ермоленко\*\*

## NEW STONE STATUES OF THE SAKA PERIOD FROM SARYARKA

A. Z. Beisenov, L. N. Ermolenko

*\*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан (Проект № 0332 ГФ «Истоки степной цивилизации: комплексные исследования памятников эпох камня, бронзы и раннего железного века»).*

*\*\*Работа выполнена в рамках госзадания № 33.1175.2014/К Министерства образования и науки Российской Федерации.*

В статье вводятся в научный оборот пять антропоморфных каменных изваяний, обнаруженных на могильниках и в курганах раннего железного века на территории Сарыарки. Датировки археологических комплексов, произведённые по вещественным аналогиям погребального инвентарю и радиоуглеродным методом, позволили отнести изваяния к периоду VII – V вв. до н. э. Сравнительный анализ изобразительных особенностей выявил сходные признаки как с известными изваяниями сакского времени Сарыарки, так и со скифскими изваяниями VII – V вв. до н. э. Установлено, что изваяния со специфическим атрибутом – полусферическим выступом на макушке – являются разновидностью скульптуры сакской эпохи.

The paper introduces into scientific use five anthropomorphic stone statues found in Early Iron Age burial sites and barrows in Saryarka territory. Datings of these archaeological complexes by archaeological and radiocarbon methods allowed us to attribute the discussed statues to the period of the VII – V centuries B. C. Comparative analysis of the depictive peculiarities of the announced statues discovered features similar both to the known Saryarka statues of the Saka Period and to Scythian statues of the VII – V centuries B. C. Statues with a specific feature – hemispheric “clour” on the top of the head – were determined to present a type of the Saka Period sculpture.

**Ключевые слова:** каменные антропоморфные изваяния, курганы, ранний железный век, сакская эпоха, Сарыарка.

**Keywords:** anthropomorphic stone statues, burial mounds, Early Iron Age, Saka Period, Saryarka.

Корпус изобразительных источников сакской эпохи Сарыарки в последнее десятилетие пополнился новым видом памятников – каменной антропоморфной скульптурой [7]. Пять вводимых в научный оборот изваяний были обнаружены в Карагандинской области экспедицией Института археологии им. А. Х. Маргулана под руководством А. З. Бейсенова при исследовании курганов и могильников раннего железного века. Рисунки изваяний выполнены художником Д. С. Джанабаевым. Определение пород камня сделано А. Т. Борт, хранителем музея геологии государственного учреждения «Центрказнедра» (г. Караганда).

**Изваяние, найденное при раскопках кургана  
2 могильника Кособа**

Могильник находится в Каркаралинском р-не, в 4 км к северо-востоку от с. Токтар. Курган 2, на котором найдено изваяние, имеет внушительные размеры: диаметр 30 м, высота 2,1 м. Насыпь кургана возведена из земли, окружена каменной крепидой и примыкавшим к ней слоем мелких камней и щебня. Раскопками исследован сложный погребальный комплекс, содержащий каменное изваяние, фрагменты менгиров, оригинальную надмогильную конструкцию и большую дромосную могилу [4]. Изваяние обнаружено

под дерном с юго-восточной стороны насыпи в 0,7 м от крепиды. Судя по толщине дерна (20 – 25 см), изваяние оказалось за крепидой еще в древности. Очевидно, оно первоначально стояло на насыпи, и было сброшено с неё грабителями.

Предполагаются два возможных места изначальной установки изваяния. Наиболее вероятно, оно стояло наверху насыпи, северо-восточнее её центра, над могилой, где фиксировались ряды камней и следы грабительского лаза. Другим местом первоначальной установки изваяния мог быть участок на юго-восточной периферии насыпи, недалеко от крепиды. Здесь отмечено уходящее вглубь скопление камней, напротив которого за крепидой лежало каменное изваяние.

На насыпи кургана под дерном найден бронзовый трёхгранно-трёхперый черешковый наконечник стрелы, характерный для раннесакского периода. В могильной яме вместе с бронзовым и железными ножами, миниатюрными сосудами и пряслицем из песчаника, керамическим сосудом, обнаружены стеклянные глазчатые бусы со сложным декором [4, фото 6], которые дали несколько более позднюю дату. Радиоуглеродная датировка укладывается в интервал VIII – начала V в. до н. э. [4, с. 15]. С учётом стеклянных

бус, дата кургана скорректирована в рамках конца VI – V вв. до н. э.

Найденное при раскопках кургана 2 могильника Кособа изваяние принадлежит к числу наиболее искусных образцов скульптуры сакского периода и выделяется монументальностью (рис. 1).

Размеры изваяния  $2,2 \times 0,6 \times 0,35$  м, оно создано из глыбы гранита, почти все детали воспроизведены барельефом. Изваяние представляет собой поясное изображение человека с руками, согнутыми в локтях почти под прямым углом. Приподнятые кисти рук соприкасаются на уровне живота. Слегка наклоненная вправо голова в сочетании с жестом рук создает впечатление благоговейности позы. Голова имеет шле-

мообразное завершение и характерный профиль с вогнутой лицевой поверхностью и округлой тыльной частью. На передней стороне головы воспроизведены детали безусого и безбородого лица, по бокам – скобообразные уши, на короткой шее – гладкая одновитковая гривна. Спереди под гривной проходит барельефная полоса, не прослеживающаяся посередине. Полоса соединяется в области плеч с барельефом рук и ассоциируется с ключицами, но, не исключено, что это техническая деталь. Примерно на уровне солнечного сплетения с небольшим смещением вправо выбито округлое углубление. На спине воспроизведены детали обнаженного торса: лопатки и позвоночник.

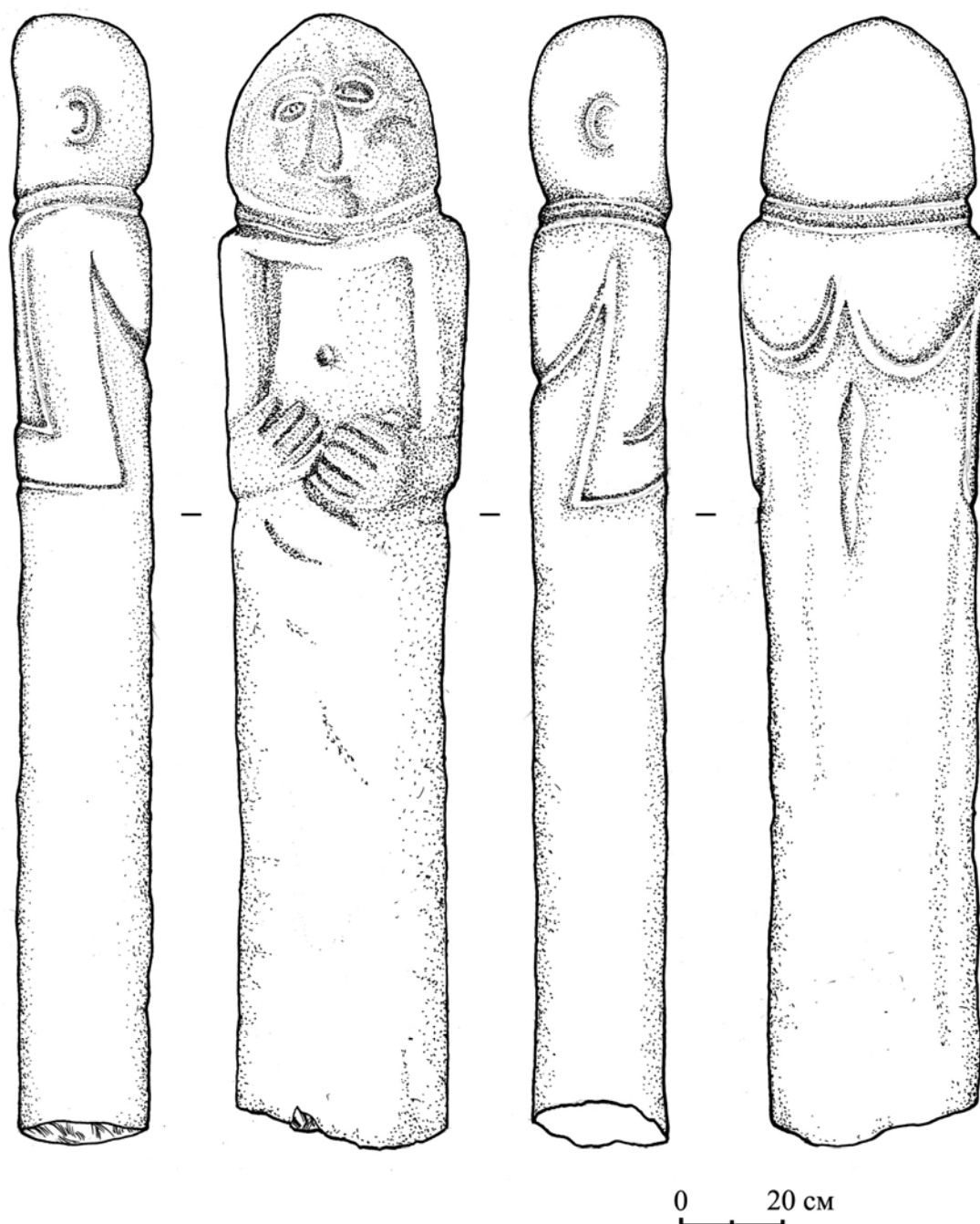


Рис. 1. Изваяние из кургана 2 могильника Кособа

Такие признаки, как шлем (иногда в сочетании с ушами), вогнутая или плоская поверхность лица, гривна, лопатки и линия позвоночника, распространены в иконографии скифской скульптуры. Более того, их комбинация зафиксирована на некоторых изваяниях Северного Кавказа, датирующихся в пределах конца VII – третьей четверти VI в. до н. э. [12, ил. 85-147, 89-154]. Шлемы, обычно «кубанского» типа, также чаще всего воспроизводились на ранних (VII – VI вв. до н. э.) северокавказских изваяниях [12, табл. 15]. Относительно гривны В. С. Ольховский писал, что она является «одним из самых распространенных элементов иконографии памятников (*изваяний* – *Авт.*) конца VI – V вв. до н. э.» [12, с. 65]. Причем гладкие одновитковые гривны были основным видом этих престижных украшений, изображавшихся на ранних изваяниях Северного Кавказа [12, табл. 13]. Лопатки, стилизованные «рельефными полуовалами», нередко в сочетании с линией позвоночника «в виде вертикальной ложбины», согласно Ольховскому, – довольно частый телесный атрибут изваяний Причерноморья и Северного Кавказа VII – V вв. до н. э. [12, с. 5]. Любопытен факт сходства такой детали кособинского и отдельных раннескифских изваяний, как «раскосые» глаза с направленными вниз внешними уголками [12, ил. 40-73, 76-126, 77-128]. Жест рук изваяния из Кособы не находит полного соответствия в положениях рук скифских изваяний, хотя, с долей условности, его можно причислить к варианту 1 «предплечья на поясе встык» по схеме, предложенной В. С. Ольховским [12, табл. 9, с. 58]. Из 18 учтенных Ольховским изваяний с такой позицией рук (из них 12 – северокавказских) 16 датируются VII – VI вв. до н. э. и только два – VI – V вв. до н. э. [12, с. 58]. Добавим, что положение кистей «встык» отмечено также на изваянии из Шетского музея, которое Л. Н. Ермоленко и Ж. К. Курманкулов отнесли к раннему железному веку [8]. Напоминающая ключицы деталь высечена на изваянии сакской эпохи из с. Егинды [7, рис. 6, с. 92].

Таким образом, аналогии изобразительным особенностям изваяния из Кособы обнаруживаются в иконографии скифских изваяний VII – V вв. до н. э., преимущественно, северокавказских VII – VI вв. до н. э. и в целом соотносятся с датировкой кургана.

#### ***Изваяние из кургана 2 могильника Бегазы***

Курган 2 находится на северной оконечности могильника Бегазы, расположенного на правом берегу реки Каратал возле с. Бегазы Актогайского р-на. Насыпь кургана каменно-земляная диаметром 6 м, высотой 0,35 м. Лежащее лицевой гранью вниз изваяние было обнаружено при расчистке поверхности насыпи, восточнее центра кургана. Оно лежало по линии запад-юго-запад – восток-северо-восток головой в восточном направлении. В могильной яме размерами 2,05 × 1,1 × 0,9 м, ориентированной осью запад-северо-запад – восток-юго-восток, найдены разбросанные, отдельные, плохо сохранившиеся кости человеческого скелета и костяная шпилька длиной 8 см. Костяные и металлические шпильки (заколки, булавки) часто находят в памятниках скифо-сакской эпохи Казахстана, Саяно-Алтая и некоторых других сопредельных территорий. Для Центрального Казахстана,

как известно, характерны костяные шпильки [10], в том числе, украшенные в верхней части золотом [2, с. 9]. Курган 2 могильника Бегазы датируется VII – V вв. до н. э.

Изваяние из могильника Бегазы (рис. 2) отличается от кособинского стеловидностью, схематизмом и отсутствием изображений вещей. На изваянии из Бегазы воспроизведены голова человека, а также предплечье и кисть правой руки. Кисть показана на груди возле левого плеча. Размеры изваяния 1,85 × 0,26 × 0,11 – 0,22 м, оно выполнено на прямоугольном в сечении блоке гранита. Верх головы подпрямоугольный, на передней поверхности головы грубо намечены очертания нижней части лица и его детали. Глаза переданы ямками, близко расположенными к переносице. От глаз начинается U-образный желобок, формирующий барельеф удлиненного носа. Углублением воспроизведен «улыбающийся» рот. По сравнению с головой, рука с четырехпалой кистью непропорционально маленькая.

Иконография бегазинского изваяния специфична и прямых соответствий её деталям в скифской скульптуре не выявлено. Похожий прием передачи глаз и носа зафиксирован на отдельных раннескифских изваяниях Причерноморья [12, ил. 2-3; 11, ил. 72-2, с. 122]. Что касается жеста, то среди скифских изваяний почти нет одноруких. К исключениям, кроме причерноморского изваяния с ритонном (Токмаковка, № 2) [12, ил. 37-66], относится персонаж, изображённый на одной из сторон двустороннего, предположительно скифского или скифоидного изваяния второй половины VI в. до н. э. (Замай-Юрт, Северный Кавказ) [12, ил. 141б; 11, с. 128]. У него показана только правая рука, причём в таком же положении, как и аналогичная рука персонажа с обеими руками на противоположной стороне изваяния. Поскольку позиция рук двурукого индивида в общем соответствует упомянутому выше варианту 1, то однорукый жест следует расценивать как частичное воспроизведение данного иконографического варианта.

Исходя из сказанного, позиция правой руки изваяния из могильника Бегазы может быть соотнесена с запечатлённым на нескольких изваяниях сакской эпохи положением рук, при котором кисть одной руки прижата к груди, а другой – к животу [6, рис. 1-3, 2; 7, с. 93]. Аналогичный жест отмечен на причерноморских скифских изваяниях (Кожемяки, Куцеволовка), датирующихся в пределах второй половины VI – начала V в. до н. э. [12, ил. 20-33, 45-78], сходное положение рук фиксируется также на северокавказском изваянии конца VII – первой половины VI в. до н. э. [12, ил. 76-126].

Три остальных изваяния изображают голову человека с полусферическим («шишкообразным») выступом на макушке.

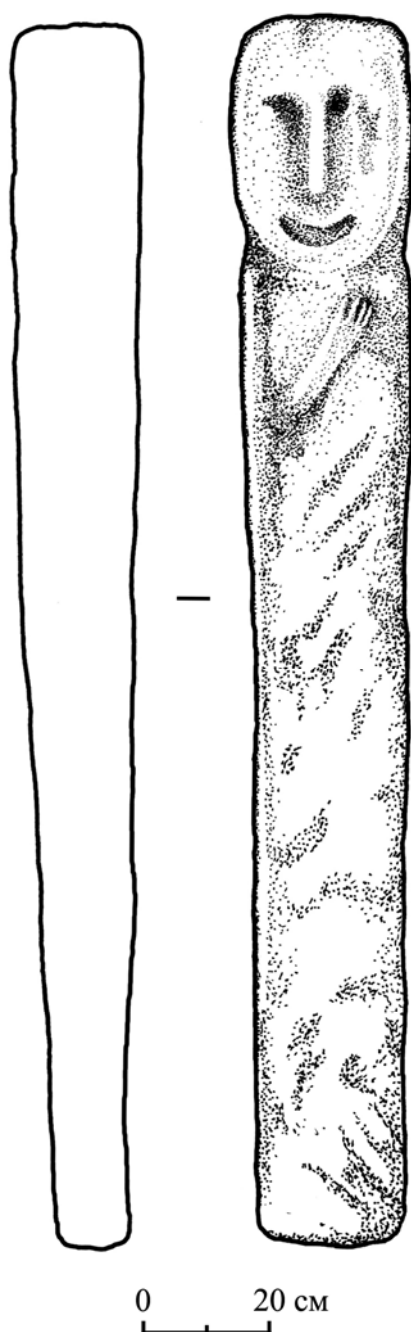


Рис. 2. Изваяние из кургана 2 могильника Бегазы

#### Изваяние из кургана 7 могильника Талды-2

Могильник находится на левобережье реки Талды в 50 км к юго-востоку от г. Каркаралы. Ядро могильника составляют устроенные цепочкой семь больших насыпей – курганы 1–7. Диаметр их от 30 до 65 м, высота от 1,9 до 3,5 м. В курганах 1–6 обнаружены человеческие захоронения. Хотя они оказались ограбленными, сохранились многочисленные предметы украшений одежды сакской знати. На основании данных погребального обряда и вещевого комплекса, включающего наконечники стрел, большие талдинские курганы датированы VII–VI вв. до н. э. [3]. Этому соответствуют радиоуглеродные даты, полученные для курганов 2 и 5 по образцам костной ткани в лабораториях радиоуглеродного датирования в Белфасте (Великобритания) и Майами (США). Результаты анализа в Белфасте: UBA-23667, курган 2, калиброванная дата (2  $\sigma$ ) 807 – 540 гг. до н. э., в Майами: Beta-

290785, курган 5, калиброванная дата (2  $\sigma$ ) 800 – 540 гг. до н. э. Интервалы обеих дат из разных лабораторий совпадают, причем верхние даты ограничены первой половиной – серединой VI в. до н. э., что имеет принципиальное значение для разграничения древностей раннескифского и скифского периодов [5].

Содержавший каменное изваяние курган 7 замыкает с севера цепочку больших курганов. Вокруг его насыпи зафиксированы жертвенники трёх разновидностей: 1) кольцевидные выкладки (2 объекта) из плашмя уложенных камней диаметром около 4 м, расположенные в 10 м к югу от кургана; 2) жертвенники (27 объектов) диаметром 0,5 – 0,7 м, преимущественно из пяти небольших камней, сооруженные к северу от кургана дугой, идущей с запада на восток; 3) «восьмикаменные» жертвенники из крупных валунов (диаметр 2 – 2,5 м), расположенные двумя группами. Первая группа (5 объектов) находится в 40 м к северу-северо-западу от кургана. Вторая группа (свыше 20 сильно разрушенных объектов) располагается в 70 м к северо-востоку от кургана.

Земляная насыпь кургана 7 (диаметр 30,4 м, высота – 3,1 м) с четырех сторон окружена ямами, образовавшимися при выборке грунта для её возведения. Верх насыпи уплощен, западины отсутствуют. Дерновый слой на насыпи содержал камни, ниже залегал земляной слой (в основном, песчаный грунт с небольшими включениями солончаковой почвы).

При разборке этого слоя юго-западнее центра кургана, на глубине 0,45 м от поверхности насыпи появилась верхушка каменного изваяния. Изваяние располагалось почти вертикально, лицевой частью на юго-восток. Нижний конец изваяния находился на глубине 1,3 м. Каких-либо пятен в насыпи не прослеживалось. Под насыпью в центре расчищено подпрямоугольное пятно темно-коричневого цвета с вкраплениями древесного тлена. Размеры пятна 3,5 × 3 м, мощность до 3 см. Человеческого захоронения не было.

Окруженный жертвенниками курган 7 могильника Талды-2, очевидно, являлся ритуальным сооружением, возведённым на краю могильника раннесакского периода. Культовым назначением памятника, возможно, была обусловлена установка каменного изваяния в насыпи кургана.

Находка изваяния в кургане 7 позволила сделать предположение относительно назначения крупных (длина 1,4 – 2,1 м) каменных плит, найденных при раскопках курганов 1 – 3. В центральной части каждого из курганов под мощным земляным слоем насыпи обнаружено по одной плите. Плиты лежали на поверхности каменной субструкции, неподалеку от погребальной камеры. Можно допустить, что после возведения каменного слоя насыпи плиты были вертикально установлены, но перед возведением верхнего, земляного слоя их намеренно повалили. О возможности использования плит в качестве менгиров свидетельствует полукруглый абрис одного из их концов.

Изваяние из кургана 7 изготовлено из гранита, его размеры 0,92 × 0,20 × 0,25 м (рис. 3). В профиль передняя поверхность головы уплощена, а тыльная выполнена объемно. По бокам головы высечены крупные уши в виде овальных валиков. Детали лица – глаза и нос – воспроизведены приёмами, сходными с использованными при создании изваяния из могильника Бегазы, рот передан горизонтальным желобком.

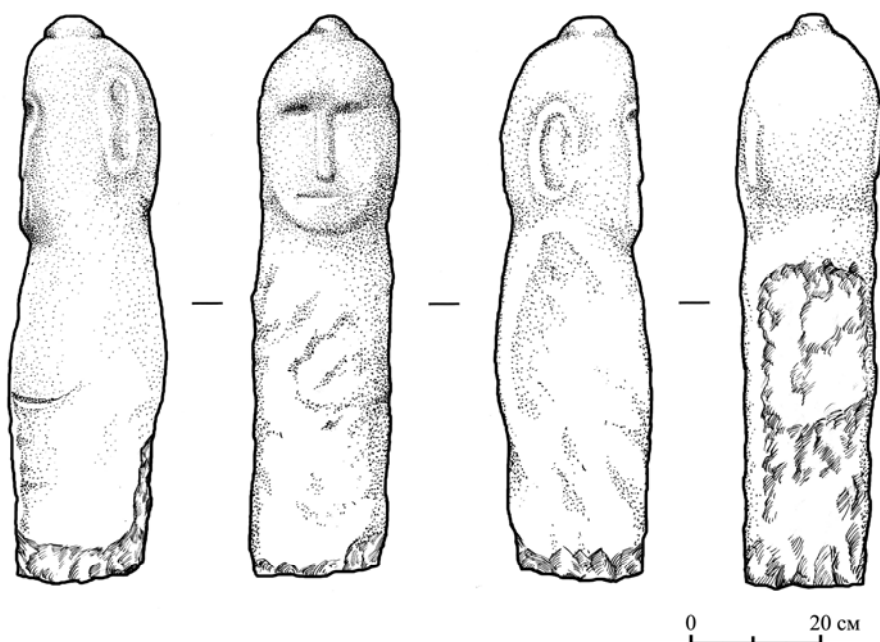


Рис. 3. Изваяние из кургана 7 могильника Талды-2

#### Изваяние из могильника Байдалы

Найдено на территории могильника раннего железного века Байдалы (Осакаровский р-н). Изваяние, использованное в кладке нижней части стены каменного мазара XIX в., было обнаружено при реставрационных работах. Могильник Байдалы включает не менее трёх каменно-земляных курганов. Из них курган 1, расположенный в 8 м к западу-юго-западу от мазара, имеет наибольшие размеры: диаметр около 18 м, высота 1 м. Камни из верхней части насыпи, по-видимому, были выбраны при строительстве мазара. Предположительно, курган 1 являлся местом первоначальной установки изваяния.

Изваяние высечено на плоском гранитном камне неправильных очертаний (рис. 4). Размеры  $0,92 \times 0,11 - 0,14 \times 0,16 - 0,33$  м. На сужающемся конце камня моделирована голова, лицо размещено на узкой наклонной грани, выступающей углом в нижней трети монолита. Нижние очертания надбровий сформированы углублениями, которыми также обозначены глаза, барельефом переданы удлиненный нос в виде узкого прямоугольника и примыкающие к нему дугообразные усы. Тяжелый широкий подбородок несколько выдаётся вперед. Верхушка «шишкообразной» детали повреждена сколом.

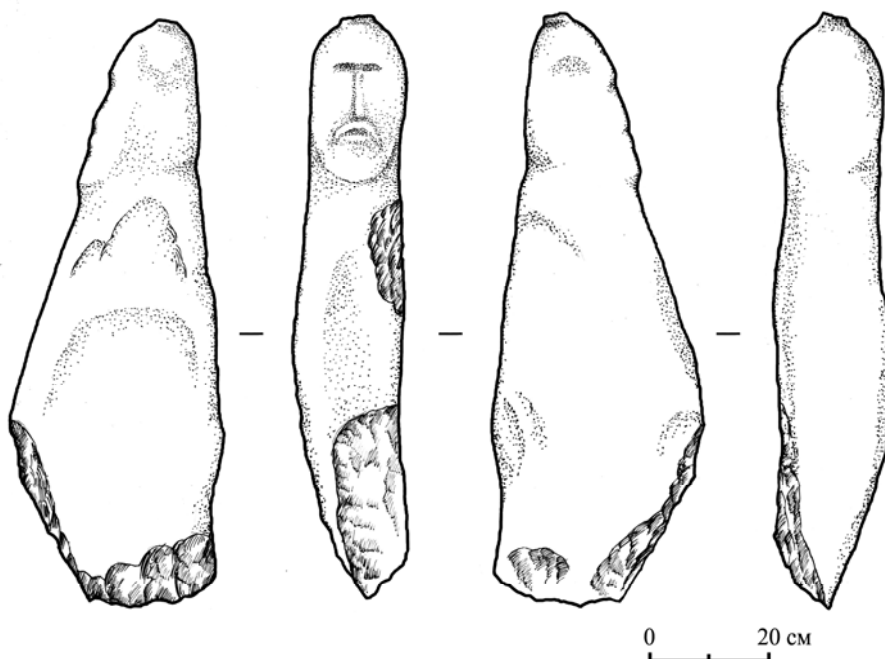


Рис. 4. Изваяние из могильника Байдалы

### Изваяние из кургана Жиланды

Найдено на насыпи большого (диаметр 23 м, высота около 2 м) кургана раннего железного века, расположенного на левом берегу р. Тундык, напротив горы Жиланды (Каркаралинский р-н). С восточной стороны кургана прослеживаются небольшие сооружения, от которых отходят разрушенные «усы». Изваяние лежало лицевой частью вверх в 7 м к юго-востоку от центра кургана.

По всей видимости, изваяние является обломком верхней части скульптуры, созданной из гранита (рис. 5). Размеры  $0,38 \times 0,14 - 0,19 \times 0,17 - 0,23$  м. Подобно байдалинскому изваянию, лицо высечено на более узкой и наклонной грани. Лицо и его детали моделированы скупыми, но выразительными приемами. Внизу высокого лба выступают надбровья, под которыми выбиты углубления, воспроизводящие глазные впадины. Нос прямоугольный, плоский, зато губы переданы довольно реалистично. Лицо оканчи-

вается широким и слегка выступающим подбородком. Полусферический выступ сверху уплощен (сколот?).

Как следует из описания условий обнаружения публикуемых изваяний с «шишкообразным» атрибутом, археологический контекст, так или иначе, указывает на их связь с памятниками раннего железного века. Данное обстоятельство позволяет сопоставить эти специфические изваяния с известными изваяниями сакской эпохи, а также со скифскими. Как и бегазинскому изваянию, последним трём трудно отыскать явные параллели в скифской скульптуре. Можно отметить подобие очертаний отвислых усов на изваянии из Байдалы и отдельных скифских изваяниях из Причерноморья второй половины VI – первой трети V в. до н. э. [12, ил. 10-15, 47-80]. Отдаленное сходство с шишкообразной деталью имеет выступ на макушке изваяния № 1 из Токмаковки (Причерноморье), датировку которого В. С. Ольховский предлагал ограничить V в. до н. э. [12, ил. 36-65].

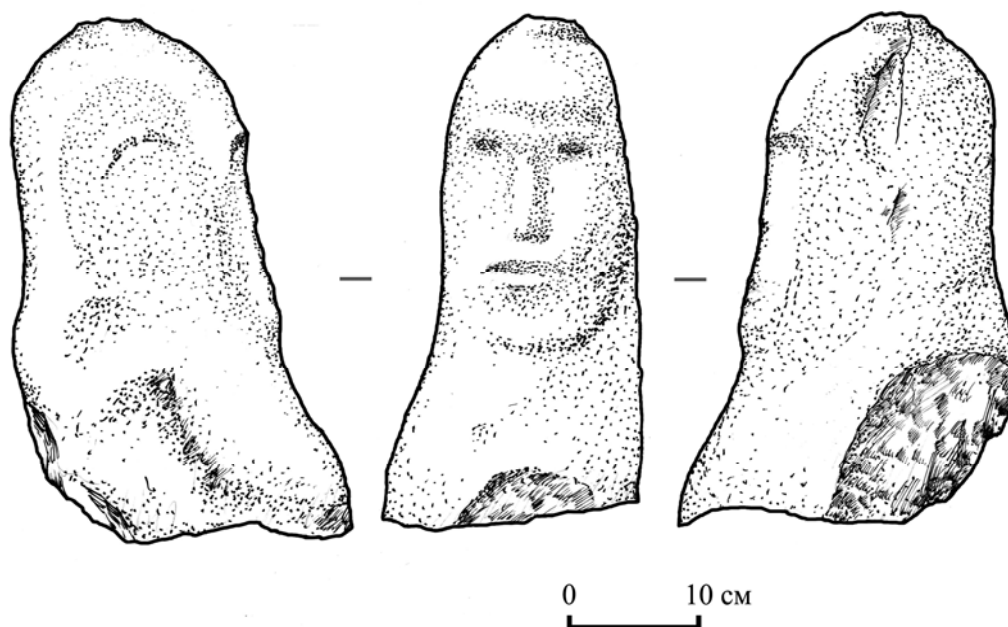


Рис. 5. Изваяние, найденное на кургане Жиланды

При сравнении с ранее введенными в научный оборот изваяниями сакской эпохи выявляются соответствия по ряду признаков. Так, на изваянии из Карагандинского областного историко-краеведческого музея (КОИМК) [6, рис. 1-1], подобно талдинскому, замкнутыми валиками воспроизведены большие уши, профиль демонстрирует сочетание плоской передней с объемно моделированной остальной частью головы, боковые грани непропорционально широкие. Примечательно, что на макушке изваяния из КОИМК высечено основание чуба, напоминающего оселедец запорожских казаков. Изваяние из с. Егинды также характеризуется аналогичными признаками, но форма его чуба своеобразна. Основание чуба имеет вид округлой фигуры около 10 см диаметром, от которой отхо-

дит постепенно сужающаяся полоса, передающая прядь волос [7, рис. 6].

Несомненно, полусферическая выпуклость на макушке – особенный атрибут, не представленный на ранее опубликованных восьми изваяниях сакской эпохи [1; 6; 7; 8; 9]. Следует однако учесть, что у трёх из этих восьми голова утрачена. Наряду с этим значимым представляется факт одинаковой локализации на макушке основания чуба и «шишкообразной» реалии.

Таким образом, рассмотренные изваяния из Сарыарки относятся к группе скульптур раннего железного века. Условия обнаружения пяти новых изваяний позволили выявить их связь с археологическими погребальными и погребально-ритуальными комплек-

сами сакской эпохи. Исходя из этого, атрибуция изваяний произведена не только на основании изобразительных аналогий, но и археологического контекста. Учёт археологических и радиоуглеродных датировок

комплексов, в связи с которыми найдены изваяния, позволил ограничить время их существования рамками VII–V вв. до н. э.

### Литература

1. Акишев К. А., Хабдулина М. К. Древности Астаны: городище Бозок. Астана: НИИ археологии им. К. А. Акишева, 2011. 260 с.
2. Бейсенов А. З. Сарыарка – колыбель степной цивилизации. Алматы: Хикари, 2011а. 32 с.
3. Бейсенов А. З. Талды-2 и памятники раннесакского времени степной Евразии // Сакская культура Сарыарки в контексте изучения этносоциокультурных процессов степной Евразии. Тез. докл. круглого стола. Караганды: Tehnology of Imaging, 2011б. С. 14 – 20.
4. Бейсенов А. З. Исследование кургана сакского времени с каменным изваянием на могильнике Кособа (Центральный Казахстан) // Древние и средневековые изваяния Центральной Азии. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014а. С. 7 – 16.
5. Бейсенов А. З. Элитные курганы раннесакского времени могильника Талды-2 в Центральном Казахстане // История оружия. Альманах. Киев: Привоз Принт, 2014б. С. 152 – 169.
6. Ермоленко Л. Н., Курманкулов Ж. К. Оригинальное изваяние из фондов Карагандинского историко-краеведческого музея // Археология Южной Сибири. Вып. 25. Кемерово, 2011. С. 156 – 161.
7. Ермоленко Л. Н., Курманкулов Ж. К. Новое изваяние раннего железного века из Сары-Арки // Археология, этнография и антропология Евразии. 2012. № 4(52). С. 86 – 94.
8. Ермоленко Л. Н., Курманкулов Ж. К. К вопросу об атрибуции непапортизованного изваяния из Шетского музея // Труды филиала Института археологии им. А. Х. Маргулана в г. Астана. Астана: Издат. группа ФИА им. А. Х. Маргулана в г. Астана, 2013. С. 30 – 34.
9. Ермоленко Л. Н., Курманкулов Ж. К. Переоформленное древнее изваяние из средневекового культового комплекса в урочище Жылысай // Древние и средневековые изваяния Центральной Азии. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. С. 32 – 35.
10. Кадырбаев М. К. Памятники тасмолинской культуры // Маргулан А. Х., Акишев К. А., Кадырбаев М. К., Оразбаев А. М. Древняя культура Центрального Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1966. С. 103 – 433.
11. Ольховский В. С. Монументальная скульптура населения западной части евразийских степей эпохи раннего железа. М.: Наука, 2005. 299 с.
12. Ольховский В. С., Евдокимов Г. Л. Скифские изваяния VII – III вв. до н. э. М.: Российская академия Наук, Институт археологии. Академия наук Украины, Институт археологии, 1994. 188 с.

### Информация об авторах:

**Бейсенов Арман Зияденович** – кандидат исторических наук, заведующий отделом сакской археологии Института археологии им. А. Х. Маргулана, [azbeisenov@mail.ru](mailto:azbeisenov@mail.ru).

**Arman Z. Beisenov** – Candidate of History, Head of Sac Archaeology Department at A. H. Margulan Institute of Archaeology, Republic of Kazakhstan.

**Ермоленко Любовь Николаевна** – доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры археологии КемГУ, [lyubov.ermolenko@mail.ru](mailto:lyubov.ermolenko@mail.ru).

**Lyubov N. Ermolenko** – Doctor of History, Professor at the Department of Archaeology, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 069. 015 (571. 1: 930)

# ЕСТЕСТВЕННОИСТОРИЧЕСКИЕ МУЗЕИ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ФУНКЦИИ И ВИДЫ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. А. Белоусова

## NATURALHISTORY MUSEUMS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA: FUNCTIONS AND ACTIVITIES

N. A. Belousova

*Работа выполнена при поддержке проекта РГНФ № 13-11-42006.*

На современном этапе идет активный процесс возрождения естественноисторических научных музеев в высших учебных заведениях юга Западной Сибири. Этот процесс совпадает с изменением образовательных стандартов, где большая часть учебного времени отводится на самостоятельную работу бакалавров и магистрантов. Естественноисторические музеи как учебное, научно-исследовательское и научно-просветительское учреждение имеют ряд функций: образовательную, научно-просветительскую, хранительскую, коммуникативную. В статье рассмотрены функции, связанные только с двумя основными направлениями в деятельности данной группы музеев – учебно-образовательным, научно-исследовательским и в их рамках – работа с фондами. Музеи высших учебных заведений – это предметная база для непрерывного обучения от будущих абитуриентов до поствузовского образования. Активизация научно-исследовательской работы в естественноисторических музеях в начале XXI в. привела к включению части музейных коллекций в единый музейный фонд России. Это способствует сохранению историко-культурного и природного наследия в музеях высших учебных заведениях. Актуальным остается решение основной проблемы – введения в штат вузовских музеев научных сотрудников. Только тогда эти музеи будут соответствовать требованиям Министерства культуры РФ.

At the present stage there is an active process of revival of natural history museums in the academic institutions of higher education in the South of Western Siberia. This process coincides with a change in educational standards, where most of the training time is devoted to independent work of undergraduate and graduate students. Natural history museums as an educational, research, scientific and educational institution have a number of functions: educational, scientific archival, communicative. The paper describes the functions associated with only two main directions in the activities of this group of museums – educational and research, – and within them – work with the funds. University Museums are the objective basis for lifelong learning of all categories of students: from applicants to post-graduates. Activation of the research work in natural history museums in early 21<sup>st</sup> century led to the inclusion of museum collections in the united Museum Fund of Russia. This contributes to the preservation of historical, cultural and natural heritage in university museums. Solving the main problem – including research associates in the museums staff – remains vital. Only in this case the museums will meet the requirements of the Ministry of Culture of the Russian Federation.

**Ключевые слова:** естественноисторические музеи в высших учебных заведениях, музееведение, образование, наука.

**Keywords:** natural history museums in higher education institutions, museology, education, science.

Культурная политика российского государства на современном этапе развития ориентирована на духовное возрождение общества. Значительная роль в этом процессе отводится музею как социокультурному институту – полифункциональному феномену, в котором сосредоточены основные историко-культурные и природные ценности.

В настоящее время происходит переосмысление социальной значимости музеев различного уровня и их роли в духовном возрождении российского общества. Они призваны выступать в роли трансляторов достижений в науке и культуре. Музеи высшей школы занимают весомое место в системе образования, являясь важной составляющей частью научной и учебной культур.

В современном российском обществе создаются предпосылки для расширения сети музеев в системе высшей школы, которые востребованы не только в профильном обучении, но и в решении новой задачи – подготовки квалифицированных специалистов-музееведов. На сегодняшний день в рамках теории музейного дела накоплен обширный материал, охватываю-

щий многие аспекты деятельности музея как феномена культуры, но в ней слабо представлены характеристики деятельности вузовских музеев, их специфики, не определена стратегия их дальнейшей деятельности.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена расширением сети вузовских музеев на юге Западной Сибири, усилением влияния этих музеев на учебный и научный процессы, а также необходимостью обобщения опыта работы вузовских музеев и определения перспектив их развития на современном этапе.

Музеи высшей школы юга Западной Сибири создавались по той же схеме, что и государственные музеи страны. В научной литературе их также принято классифицировать по профильным группам, т. е. по отношению музея к профильной дисциплине или комплексу наук: естественнонаучные, исторические, художественные, мемориальные. В понятие профиля при данной систематизации музеев включаются хронологические, территориальные границы, в которых музеем проводится документирование общественных и природных явлений. Внутри профильной классифи-

кации существует типология вузовских музеев по их основному общественному назначению: научно-исследовательские, научно-просветительские и учебные музеи.

Научно-исследовательские музеи функционируют при научно-исследовательских институтах и академиях наук, в состав которых они обычно входят в качестве структурных подразделений. Их фонды используются в научных целях, а экспозиции, прежде всего, ориентированы на специалистов. Примером этого типа музеев могут служить: музей истории культуры народов Сибири СО РАН, Байкальский экологический музей Иркутского научного центра СО РАН.

К самому распространенному типу относятся научно-просветительские музеи. Наряду с исследовательской деятельностью, их основным предназначением является ориентация на массового посетителя, их музейные коллекции широко используются в культурно-образовательных целях. Значительное место в работе музеев данного типа уделяется созданию экспозиций, организации постоянных и передвижных или временных выставок и различных культурно-образовательных мероприятий. Музеями такого типа являются: Политехнический музей в Москве, Эрмитаж и Музей антропологии и этнографии в Санкт-Петербурге, Кунсткамера, Русский музей, Государственный исторический музей, мемориальные литературные музеи и т. д.

Рассматриваемая в данном исследовании группа музеев выделена в научной литературе в тип учебных музеев. Соответственно, они существуют при учебных заведениях различного уровня, специальных ведомствах и призваны обеспечить наглядность и предметность процесса образования при подготовке квалифицированных специалистов. В учебных музеях наряду с традиционными формами работы – обзорными, специализированными и учебными экскурсиями – широко используются специфические формы и методы работы с музейными коллекциями: демонстрация предметов-подлинников на лекциях, научное описание и обработка материалов полевых исследований во время практических занятий, копирование произведений изобразительного искусства. Таким образом, музеи используются в учебном процессе, а их собрания – в научных целях. Многие научные и учебные музеи открыты для массового посещения. В отдельных учебных музеях, например, в музеях криминалистики системы Министерства внутренних дел, экспозиции недоступны для массового посетителя [17, с. 339]. Типология по признаку общественного назначения музеев носит достаточно условный характер, и жесткой грани между названными типами не существует.

По мнению некоторых теоретиков и практиков музейного дела, в качестве самостоятельных социальных функций музея можно выделить научно-исследовательскую, хранительскую, или охранную, а также коммуникативную. Социальные функции музея тесно связаны между собой и находятся в непрерывном взаимодействии. Процесс документирования продолжается во время экспозиционной и культурно-образовательной деятельности музея. В музее главным становится не функциональное значение предмета, а

его общественное значение как памятника истории и культуры. В музейном собрании он превращается в документальное свидетельство, знак, символ конкретного факта, события, явления или процесса. В ходе изучения музейного предмета специалисты реконструируют его отношение со средой бытования, выявляют присущие ему признаки и характеристики. В фондовых коллекциях и экспозиции он приобретает новые связи с другими предметами, подобными ему или отличительными от него. Тем самым он включается в определенный исторический контекст. Культура будущего формируется, прежде всего, повседневными связями людей, их отношением друг к другу, к окружающей их технике, к той среде, в которой они обитают. Именно эти отношения и сохраняются в материальных памятниках культуры [5, с. 12].

Теоретическая разработка проблемы социальных функций музея стала возможна на определенном этапе развития музееведения как науки. В нашей стране эту проблему впервые поставил А. М. Разгон в ряде своих работ в 1960-х – начале 1970-х гг. [14, с. 224 – 299], а затем эту проблему рассматривали в своих исследованиях Д. А. Равикович [13, с. 325 – 327], Ю. П. Пищулин [11, с. 385], А. Б. Зак [4]. В отечественном и зарубежном музееведении в качестве основополагающих функций музейной деятельности выделяются две функции – документирования и образовательно-воспитательная. Функция образования и воспитания, характерная для вузовского музея, основывается на информативных и экспрессивных свойствах музейного предмета. Она обусловлена познавательными и культурными запросами общества и осуществляется в различных формах экспозиционной и культурно-образовательной работы музея. Ее предназначение – способствовать целенаправленной передаче знаний на основе первоисточников, сосредоточенных в экспозициях музея, формированию мировоззрения студентов. В музеях образовательно-воспитательная работа составляет важнейший элемент музейной коммуникации. «Положительный признак нашей эпохи – открытость современной педагогической системы, которая позволяет использовать нетрадиционные формы и методы обучения в образовательном процессе, вводить изучение целых курсов отдельных дисциплин в музеях в рамках как дополнительного, так и базового образования» [16, с. 129 – 130].

По «Типовому положению о музее высшего учебного заведения», согласованному с Министерством культуры СССР от 5.11.84, музей является идеологическим, учебно-научным, научно-просветительным подразделением вуза и государственным хранилищем памятников истории, естественной истории, материальной и духовной культуры (Типовое положение о музее высшего учебного заведения, 1984). Соответственно в «Положении» каждого вузовского музея отмечается, что он является учебно-научным, научно-просветительским подразделением вуза, основная задача которого – участие в подготовке квалифицированных специалистов и совершенствование форм и методов учебной и научно-просветительской работы. Поэтому ведение учебно-образовательной деятельности для большинства музеев естественный процесс, неотъемлемый от самой его сути.

По «Типовому положению...» вузовские музеи в соответствии с их положением в структуре вуза подразделяются на:

- межфакультетские и факультетские, находящиеся в подчинении ректората или деканата (это наиболее крупные, располагающие, как правило, самостоятельными помещениями музея, содержащие уникальные собрания, имеющие большое учебное и научно-просветительское значение);

- кафедральные, выполняющие в основном учебные функции и подчиняющиеся заведующему кафедрой.

Основной особенностью вузовских музеев является их учебно-образовательная направленность.

Во-первых, естественноисторические музеи вузов изначально нацелены на обучение студентов и школьников – потенциальных абитуриентов. Разделы экспозиции представляют собой законченные учебные пособия по определенной тематике на основе самых современных научных воззрений, экспозиции могут отражать дискуссионные моменты, альтернативные гипотезы.

Во-вторых, дают возможность проявления творческой активности, т. е. обучающимся предоставляется возможность участвовать в обсуждении экспозиций, в проведении конференций, ведении экскурсий.

В третьих, изучение природных и социальных процессов происходит здесь от музейного предмета, т. е. от частного к общему, позволяя анализировать как локальные, так и глобальные изменения окружающей Среды и Общества.

Являясь продолжением аудиторного курса, обучение музейными средствами имеет ряд преимуществ: наглядность и предметность в процессе постижения основ естественных и гуманитарных наук, новизна среды обучения, получение возможности конкретного общения с предметами изучения; изложение в доступной форме новейших достижений естественных и гуманитарных наук; проведение одновременного анализа как узкоспециальных аспектов, так и широких обобщений взаимодействия природных и социальных законов в целом.

Вузовский музей как учебное, научно-исследовательское и научно-просветительское учреждение имеет ряд функций. Сегодня вузовские музеи, учитывая специфику вузовских программ, разрабатывают новые курсы и формы обучения. Вместе с тем повышается аттрактивность и репрезентативность экспозиций. Естественноисторические музеи вузов не преподносят только итоги поисков, демонстрируются и пути поиска истины, различные мнения, гипотезы.

Для повышения эффективности воздействия музея на студентов и учащуюся молодежь в вузовских музеях начала развиваться научная дисциплина музеологии – музейная педагогика. Она исследует формы музейной коммуникации, характер использования музейных средств в передаче и восприятии информации с точки зрения педагогики. Предметом музейной педагогики являются проблемы, связанные с содержанием, методами и формами педагогического воздействия музея, с особенностями этого воздействия на различные категории населения. В музеях данной категории стали появляться исследования закономер-

ностей музейно-педагогического процесса. Изучаются возможности повышения уровня педагогического руководства, определяется специфика педагогического воздействия музеев на различные слои общества социальные и возрастные группы музейной аудитории, которая дает возможность обосновать необходимость дифференцированного подхода к музейным посетителям. Продолжается обобщение опыта воспитательной и образовательной деятельности музеев, и на этой основе вырабатываются и совершенствуются научно-методические рекомендации, выявляются наиболее рациональные формы и методы совместной работы музеев в плане реализации их педагогических возможностей. Организация музейно-педагогических мероприятий, руководство ими, выявление и внедрение новых форм опирается на изучение интересов посетителей, восприятие ими музейной информации. Осуществляя дифференцированный подход к посетителям, музейная педагогика особое внимание уделяет учащейся молодежи, которая обучается в музеях. От анализа отдельных проблем различных наук музейные сотрудники переходят к рассмотрению возможностей их развития, разъяснению важности уменьшения неблагоприятного влияния общества на окружающую среду и сохранения исторических, культурных и природных ценностей нашей Родины. Посещение естественноисторического музея и участие в его работе позволяет приобщить учащихся к музейной культуре, воспринять музей «как образ мира, в котором память сливается с разумом, а прошлое с настоящим» [16, с. 130].

Все выше перечисленные проблемы не только встают перед музеями вузов, но в настоящее время решаются через региональные Научно-методические Советы вузовских музеев, которые оказывают непосредственную помощь в координации действий музеев по работе с другими образовательными структурами в регионах. Как положительный опыт такой работы на юге Западной Сибири можно представить работу Научно-методического Совета вузовских музеев Кузбасса при Совете ректоров Кемеровской области.

В основе концепции народного образования в России лежит система непрерывного образования, охватывающая все звенья этой системы: дошкольные и внешкольные учреждения, общеобразовательную и профессионально-техническую школу, средние и высшие учебные заведения, институты повышения квалификации и переподготовки кадров, а также создания комфортной среды самостоятельного обучения. Необходимость непрерывного образования диктуется темпами научно-технической революции и невозможностью научить человека в период быстро меняющихся технологий и технических средств всему тому, что потребует ему в период активной жизни даже при длительных сроках обучения. Именно поэтому естественноисторические вузовские музеи играют особую роль в процессе непрерывного образования, реализуя свою основную учебно-образовательную функцию. Используя различные формы музейной деятельности, среди которых наиболее специфичными являются экспозиции и выставки, музеи выходят на передний план в системе дополнительного образования для любых возрастных и профессиональных

категорий посетителей, причем их влияние постоянно усиливается. Некоторые университетские естественноисторические музеи становятся базовыми в непрерывной системе образования. Такие как музей археологии и этнографии Омского государственного университета; музей Эрнста Тельмана Омского государственного Технического университета; профильные музеи Томского государственного университета: Музей археологии и этнографии Сибири им. В. М. Флоринского, Зоологический музей, Гербарий им. П. Н. Крылова, Палеонтологический музей имени В. А. Хахлова, Минералогический музей им. И. К. Баженова, Музей истории физики; кабинет-библиотека академиков геологов В. А. Обручева и М. А. Усова Томского политехнического университета, музей «Археология, этнография и экология Сибири» Кемеровского государственного университета (КемГУ), Кузнецкий геологический музей Кузбасского технического университета и другие музеи высших учебных заведений Новосибирска, Новокузнецка, Горно-Алтайска, Барнаула и Алтайского государственного университета. Имея богатейшие коллекции и созданные на их основе экспозиционные комплексы, естественно-исторические музеи вузов участвуют в создании учебно-просветительских видеофильмов, телепередач, создают CD- и DVD-диски, иллюстрирующие музейные коллекции, которые могут быть тиражированы в различные учебные заведения и использоваться в общеобразовательных программах. Музейные материалы могут быть популяризованы через научно-популярную и учебную литературу, специальные издания, методические пособия для преподавателей вузов и учителей и так далее. Одним из примеров такой деятельности можно привести работу по созданию «Каталога коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» Кемеровского государственного университета, который является уникальным явлением не только в среде вузовских музеев, но даже среди изданий государственных музеев. Сегодня музей представляет 3 выпуска данного «Каталога...» в печатном и 4-й выпуска в электронном вариантах, где уже опубликованы 107 коллекций (из 214) с общим количеством единиц хранения более 54000 [6 – 8]. В «Каталоге коллекций» представлены материалы по археологии, этнографии, зоологии Сибири и сопредельных территорий. Предполагается продолжить публикацию «Каталога коллекций», которая позволит представить основные фондовые материалы музея. Кроме того, материалы музея включены в учебно-методическом пособии для учителей начальной школы по пропедевтике истории (Введение в историю, 2001, 2006) [1; 2]. С 2004 г. в Интернете представлен на базе университетского сервера сайт музея (<http://museum.kemsu.ru>). Сведения о музее можно получить на сайте «Музеи России», координационного сервера «Музеи Сибири» (г. Омск), справочника «Музеи Кузбасса», буклетов, CD-дисков «Каталог коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ» и «Виртуальная экскурсия по музею «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ». Сотрудниками разработаны курсы для чтения студентам. На базе фондов и экспозиций музея КемГУ руководителем отдела этнографии, кандида-

том культурологи, доцентом Т. И. Кимеевой разработаны и опубликованы программы, по которым читаются спецкурсы для студентов кафедры музейного дела Кемеровского государственного университета культуры и искусств: «Комплектование, учет и хранение музейных предметов», «История искусства народов Сибири», «Материальная и духовная культура народов Сибири», «Основы консервации и реставрации музейных предметов». Директор музея, кандидат культурологи Н. А. Белоусова разработала курс по естественноисторическому музееведению для студентов биологического факультета на материалах отдела природы и экологии музея, А. Н. Мухаревой, кандидатом исторических наук, преподавателем кафедры археологии и сотрудником музея читаются спецкурсы по археологии. Знание свойств музейных предметов, основных проблем теории и методологии консервации и реставрации памятников прошлого, определение их места в культуре народов и истории природы в различные исторические периоды определяют все основные аспекты музейной работы: исследовательской, экспозиционной и научно-просветительской, что очень важно для формирования будущего специалиста в области естественноисторического образования. Пропаганда исторических и экологических знаний об историко-культурном и природном наследии Сибири на материалах музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ проводится также через телевидение, радио, публикации в научных изданиях, периодической печати, сборниках конференций различного уровня, работу со школьниками в творческих объединениях и т. д. Сегодня такие формы деятельности присущи большинству музеев высших учебных заведений в Омске, Новосибирске, Кемерово, Томске, Барнауле и Горно-Алтайске. На основе вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1) рассматриваемая в исследовании группа музеев выделена в научной литературе как тип учебных музеев;

2) примерно 62 % музеев находятся под патронажем ректоратов, т. е. являются крупными структурными подразделениями вузов;

3) эти музеи выполняют не только учебные функции, но и являются научными и просветительскими центрами в своей области знаний.

Еще одним из основных направлений деятельности естественноисторических музеев является научно-исследовательская работа.

Научно-исследовательская работа является основной функционирования, одним из ведущих направлений деятельности любого музея – федерального, муниципального или ведомственного подчинения. Комплектование музейного собрания, если оно не подменяется простым сбором экспонатов для экспозиций, обязательно связано с проведением исследований на основе плана научного комплектования. В процессе формирования коллекций музеев находят предметы музейного значения, которые документируют процессы и явления, происходящие в обществе и природе. Такая работа требует проведения экспедиций и полевых исследований. Создавая научное описание и паспортизируя отдельные музейные предметы, музейные

сотрудники обнаруживают в них проявление тех или иных закономерностей, тем самым не только расширяют источниковую базу науки, но и получают новые, ранее неизвестные знания.

Научные исследования необходимы и для успешного хранения музейных фондов. Хранение музейных предметов предполагает создание условий для их разностороннего использования как источников знаний, эстетического и эмоционального восприятия. Это возможно только в том случае, когда предмет изучен во всей совокупности его качеств и свойств, а результаты этого изучения зафиксированы в учетной документации. Построение экспозиции требует выявления не только информативных и экспрессивных свойств музейных предметов, но и существующих между этими предметами связей. Специальные исследования необходимы и в целях создания наилучших условий для восприятия экспозиций музейной аудиторией. Таким образом, выявляя и собирая предметы музейного значения, храня музейные предметы, создавая экспозиции и проводя культурно-образовательные программы, музеи не могут пользоваться только результатами изысканий, проводимых другими организациями. Им необходимо вести собственные научные исследования, на которые опирается вся деятельность музея – научно-фондовая, экспозиционная, просветительная и образовательная.

Научно-исследовательская деятельность музея складывается из профильных и музееведческих изысканий. Первое направление в научных исследованиях определяется в рамках профильных наук, которые характерны для отраслей науки, чей источниковый материал хранят музеи. Музейные специалисты принимают участие в разработке примерно тех же проблем, что и сотрудники других родственных по профилю научно-исследовательских учреждений. При этом они опираются на фонды и исследуют вопросы, недостаточно изученные в профильных дисциплинах, но важные для музеев.

Таким образом, имея единый предмет исследования, музеи и специализированные научные учреждения выполняют разные функции. Второе направление в исследовательской работе музеев находит свое отражение в научных конференциях, симпозиумах, чтениях и др. Издание материалов этих форумов фиксирует научную работу музеев. Многие музеи активно взаимодействуют как с региональными, так и с федеральными российскими научными центрами по конкретным направлениям своих научных изысканий. Музееведческие исследования призваны формировать новые знания в области теории и методики сбора, хранения, обработки и использования музейных предметов. В рамках одного музея научно-исследовательская деятельность первого и второго направлений находится во взаимодействии. С одной стороны, учитываются новые научные открытия в профильных науках, источниковый материал которых хранится в музее. С другой стороны, музей – единый организм, поэтому все достижения и открытия в исследовательской работе первого направления находят преломление в музееведческих исследованиях. Например, изучение этнографических собраний музея может быть положено в основу концепции этнографической экс-

позиции, выставки, разработки сценария фольклорного праздника, тематики работы кружка, интерактивной детской экскурсии и др. При разработке перспективного плана выставок потребуется углубленное изучение фондов, музейных каталогов, разработка программ комплектования фондовых материалов, включающих систему выявления и сбора материалов в государственных учреждениях (архивах, других музеях) и у частных лиц, что в свою очередь предполагает исследования в области профильной науки. Таким образом, специфика музейных учреждений приводит к органичному сочетанию в рамках одного музея первого и второго направления исследовательской деятельности. Продуманное соединение этих двух направлений обеспечивает динамику развития музея, открытого к восприятию новых идей, тенденций, перспективных изменений [10]. Музеям разных групп присущи определенные виды исследовательских работ. Понимание этой специфики помогает четко планировать научные исследования с учетом координации не только внутренних структур музея, но и совместной деятельности с внешними организациями, с которыми музей постоянно взаимодействует: исследовательскими, образовательными, культурными, производственными и т. д.

Естественноисторический вузовский музей имеет свою специфику. Прежде всего, он сориентирован на учебный процесс, его предметность. Вузовский музей – это своего рода отчет научного коллектива преподавателей и студентов о научных исследованиях, достижениях в науке. Поэтому музей при вузе должен быть посещаем, открыт для города, о нем должны знать, он должен выполнять свою социальную роль, быть доступен и рекламируем. Несмотря на то, что естественноисторические музеи вузов формально создавались как учебно-вспомогательные подразделения, они с первых лет своего существования решали задачи научных, учебных и культурных центров города, региона. То есть они практически выполняли и выполняют все функции, присущие государственным музеям. Сегодня они составляют существенную часть наследия нашей страны и юга Западной Сибири в частности, а также становятся все более доступными для широкой публики.

Научно-исследовательская работа в естественноисторических музеях высших учебных заведений велась постоянно, но с разной интенсивностью. На сотрудниках вузовского музея лежит ответственность за состояние культурного наследия перед аудиторией новых поколений студентов, сотрудников и сограждан. От того, насколько востребован музей городским и региональным сообществом, напрямую зависит существование и развитие музея. Поэтому, решая просветительные, учебно-образовательные задачи, вузовские музеи стараются учитывать интересы не только студенческой аудитории, но и интересы всей разносторонней структуры общества. Им отведена особая роль в развитии научного процесса и образования.

Музей создает условия для общения с людьми через выставки, научно-образовательные программы, он работает с социально незащищенными слоями населения, физически неполноценными посетителями. Музеи стимулируют воображение, наблюдательность,

мышление, восприятие других культур, других времен, других взглядов. Они способствуют более глубокому вовлечению зрителя в мир истории, искусства и культуры, природы, а следовательно, задают определенный ценностный вектор и гуманизируют научно-образовательный процесс. Степень обучающего (образовательного) воздействия музея на каждого посетителя глубоко индивидуальна. Этот процесс вовлекает в себя не только конкретную информацию, но и понимание этой информации, связь отдельного человека с другими людьми и миром вообще. Важность и значение музеев в научно-образовательном процессе не могут быть представлены в цифрах. Значение этических, исторических, научных и общечеловеческих ценностей, которыми обладают музеи, не может быть конкретно определено, оно может быть только признано обществом.

Необходимо отметить, что в 70-е гг. XX в. и в начале XXI в. научно-исследовательская работа велась наиболее интенсивно. Это можно проследить по публикациям сотрудников вузовских музеев, которые представляют результаты научной работы в музеях. Именно в эти периоды активизируется деятельность музеев во всех направлениях: создание новых экспозиций на основании научных исследований, выставочная, научно-просветительская работа, создание научных обществ при музеях. В естественноисторических вузовских музеях научно-исследовательские процессы проходят наиболее активно, так как здесь привлекаются силы научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов для работы над экспозицией, организацией фондов, сбора музейных предметов. Фонды естественноисторических музеев высшей школы отличаются специализированным подбором и широтой сборов научного материала. Научные школы и направления высших учебных заведений формируют научные коллекции как результат своей научной деятельности. Примером тому могут служить естественноисторические музеи Томского государственного университета, музеи Томского политехнического института (университета), Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского, Омского института сельского хозяйства, Кемеровского государственного университета, Новосибирского педагогического института, Алтайского государственного университета и других вузов юга Западной Сибири. Разработка концепции экспозиции в музеях истории вузов, профильных наук, мемориальных и т. д. – это совместный труд музейных работников, ученых, сотрудников вуза. В соответствии с положением музея в системе вуза научно-исследовательская работа ведется в рамках кафедры, факультета или вуза.

Одним из направлений в научной работе является участие в программах и грантах Министерства образования и науки Российской Федерации (МО РФ). В настоящее время это одно из перспективных видов научной деятельности вузовских музеев. В этом направлении работают университетские музеи Омска, Томска, Кемерово, Барнаула. Так, например, музей Кемеровского государственного университета ряд лет участвует в таких программах: – ФП «Университеты России» 10.01.Д.24 2001 г. (Отчет об этноэкологических исследованиях в Кемеровском районе Кемеров-

ской области), Этноэкологические процессы в Притомье 2002 г.; гранты МОиН РФ по научной программе «Федерально-региональная политика в науке и образовании» ФРП № 1114 «Инновационные технологии в научно-образовательном пространстве музея КМАЭЭ» (2003); МО РФ № 1370 «Культурно-образовательные и информационные ресурсы музея КМАЭЭ» (2004); МО РФ № 4531, 2647 «Информационный научно-образовательный комплекс музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ» (2005 – 2011), РГНФ № 13-11-42006 «Музейные коллекции как источник в научно-прикладных исследованиях высших учебных заведений» (2013 – 2014).

Другим важным направлением является создание каталогов, проведение конференций, издание трудов и сборников статей по тематике музейных собраний. Для крупных государственных музеев этот вид деятельности является нормой. Для большинства сибирских вузовских музеев такой вид деятельности стал возможен только со второй половины XX в. Первым музеем, опубликовавшим каталоги музейных коллекций, стал музей археологии и этнографии Томского университета. С 1888 по 1898 гг. создателем этого музея ученым-энциклопедистом В. М. Флоринским было опубликовано семь работ, в которых содержались каталоги и подробные годовые отчеты о состоянии дел в музее. Наиболее крупными изданиями были: «Археологический музей Томского университета» 1888 г., «Прибавление к каталогу археологического музея Томского университета» 1890 г., «Второе прибавление к каталогу археологического музея Томского университета» 1898 г. Практически через сто лет, в 1979 г., выходит «Каталог этнографических коллекций музея археологии и этнографии Сибири Томского университета» под редакцией профессора, доктора исторических наук Н. А. Томилова, состоящий из двух томов. Таким образом, в рамках данного музея была заложена основа систематизации музейных предметов. С 1974 г. была начата работа по научной паспортизации и каталогизации музейных предметов этнографических коллекций государственных музеев Новосибирска, Омска, Томска, Тюмени. Эта же задача была поставлена перед государственными музеями в письме Министерства культуры РСФСР от 15 января 1979 г. № 01-15/16-10 «О паспортизации музейных коллекций». И только в 1998 – 1999 гг. была продолжена работа в музеях высшей школы по созданию каталогов в Омском государственном университете под руководством д.и.н., профессора А. Н. Томилова и кандидата исторических наук, руководителя музея Г. М. Патрушевой. Результатом научной обработки этнографических коллекций из фондов музея археологии и этнографии Омского государственного университета стал двухтомный Каталог по культуре татар Западной Сибири [15, с. 45 – 59].

Работы в данном направлении были начаты в музее «Археология, этнография и экология Сибири» Кемеровского государственного университета. В начале 1990-х гг. в Лаборатории Баз данных (руководитель д.и.н., профессор Я. А. Шер) при кафедре археологии КемГУ была разработана первая структура БД археологических коллекций из фондов музея. Затем работа была продолжена на материалах этнографиче-

ских коллекций. Практика научного сотрудничества с ведущими музеями страны: Санкт-Петербургскими – Российским этнографическим музеем и Музеем антропологии и этнографии (Кунсткамерой), государственными музеями Сибири дала положительный результат. Руководителем отдела этнографии музея КемГУ Т. И. Кимеевой и доцентом кафедры археологии этнографом В. М. Кимеевым была предложена более подробная типология предметов, чем в опубликованных ранее каталогах по коллекциям народов Южной Сибири. Ими был разработан в соответствии с хозяйственно-культурными типами тематический классификатор, основанный на сложившейся в отечественной этнографии типологии памятников традиционно-бытовой культуры. Научные исследования были проведены на материалах шорских коллекций, результатом которых явился электронный каталог по учету и систематизации этнографических музейных предметов и изданный в 1999 г. пятитомник «Шорцы. Каталог этнографических коллекций музеев России» [9, с. 180 – 187].

Дальнейшая работа в области систематизации музейных коллекций привела к подготовке и выходу в свет в 2004 г. первого выпуска «Каталога коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» Кемеровского государственного университета (Составители: Л. Ю. Касастикова, Н. А. Белоусова, Т. И. Кимеева, О. Б. Шрайбман, В. А. Полевод, А. Н. Мухарева). В этом каталоге дается новый подход к представлению музейных коллекций, которые содержат значительные материалы по археологии, этнографии, с памятников первобытного наскального искусства Алтая, Хакасии, Казахстана, Киргизии, остеологическими, палеонтологическими, орнитологическими и энтомологическими материалами – ОФ более 110000 единиц хранения. В нем сочетаются как традиционный принцип подачи коллекционных материалов, так и представление коллекций с архивными материалами и литературой [3, с. 171].

В начале XXI в. в масштабах страны решается вопрос о введении в музейный оборот коллекций вузовских музеев не только через публикацию каталогов, но и Интернет-ресурсы. Вопрос о введении фондов вузовских музеев в единый музейный фонд России возможно разрешить только при правильной постановке научной работы в музее и введением в штатное расписание ставок научных сотрудников. В естественноисторических музеях создаются электронные базы данных для учета и квалифицированной научной классификации музейных предметов. Примером могут служить музеи археологии и этнографии Сибири, зоологический, минералогический Томского государственного университета; музей археологии и этнографии Омского государственного университета; музей «Археология, этнография и экология Сибири» Кемеровского государственного университета. В последнем из перечисленных музеев получено «Свидетельство об официальной регистрации базы данных, выданное Федеральной службой РФ по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам №2005620244 от 26 сентября 2005 г. (разработчики: Л. Ю. Боброва, Т. И. Кимеева, Н. А. Белоусова, О. Б. Шрайбман, М. И. Васильченко)». Разработанная

база данных вместе с программой по отдельным коллекциям (археология, этнография, зоология) может быть с успехом применена не только в вузовских, но и в государственных музеях, где имеются подобные материалы. Сегодня профильные научные музеи, созданные в 70-е – 90-е гг. прошлого века (включая музеи Томского университета созданные ранее), являются основой современной сети вузовских музеев. Но, к сожалению, музейные фонды вузовских музеев не состоят на государственном учете, несмотря на то, что они считаются государственными по форме финансирования через Министерство образования РФ. Государственный учет осуществляется лишь в том случае, если материалы вузовского музея переданы на ответственное хранение в государственный музей. Таким образом, на практике фонды вузовских музеев не входят в единый государственный музейный фонд России. Только в настоящее время, а именно с 2005 г., были предприняты первые попытки введения части фондов естественноисторических музеев высшей школы (археологического наследия) в единый музейный фонд страны отделами по учету и сохранению историко-культурного и природного наследия Министерства культуры РФ в отдельных Федеральных округах России. Сегодня эта работа ведется и в Сибирском Федеральном округе. Для успешной работы необходима выработка совместных документов в Министерстве образования и науки Министерства культуры РФ для упорядочения штатных расписаний музеев, с обязательными выделением ставок хранителей.

В связи с вышеизложенным, можно сделать определенные выводы.

1. Научно-исследовательская и просветительская деятельность сегодня является неотъемлемой частью работы естественноисторических музеев высших учебных заведений юга Западной Сибири.

2. Научные исследования необходимы для успешного хранения музейных фондов и их представления для широкой публики через публикацию их в печатном и электронном варианте, а также через Интернет-ресурсы.

3. Активизацию в научно-исследовательской деятельности естественноисторических музеев высших учебных заведений юга Западной Сибири можно отметить в период 1970-е – к. 1980-х гг., а затем с начала 2000-х по настоящее время. Работа вузовских музеев по каталогизации музейных коллекций привела к решению Федерального Сибирского округа в 2006 г о включении музейных коллекций вузовских музеев в единый музейный фонд России.

Все это будет способствовать сохранению историко-культурного и природного наследия, собранного в музеях в высших учебных заведениях юга Западной Сибири. Но для ведения научной и хранительской работы на соответствующем уровне необходимо решить основную проблему – ввести в штат вузовских музеев научных сотрудников. И тогда эти музеи станут действительно государственными хранилищами научных музейных коллекций и будут соответствовать требованиям Министерства культуры РФ, предъявляемым к музейным учреждениям.

### Литература

1. Аленина С. В., Белоусова Н. А., Панкова Н. Ю., Рудаметова Г. А., Тарбазанова Н. А., Шандурова А. А. Введение в историю: учебно-методическое пособие для учителя с краеведческим материалом. Класс 4. Кемерово: МОУ ДПО «Научно-методический центр», 2005. Ч. I. 154 с.
2. Белоусова Н. А., Григорьева И. В., Еремеева Т. А., Романенко Я. В., Тарбазанова Н. А., Тельманова А. С. Введение в историю: учебно-методическое пособие для учителя с краеведческим материалом. Класс 3. Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. 113 с.
3. Белоусова Н. А., Касастикова Л. Ю. Электронный каталог археологических коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ и аспекты его применения // Музей и современные технологии: материалы Всероссийских научных конференций. Томск, 2003 г., 2004 г., 2005 г. Томск: Изд-во ТГУ, 2006.
4. Закс А. Б. Динамика социальных функций музеев СССР // Музееведение. Музеи мира. М., 1991.
5. Иксанова И. В. Музейный работник и музеевед: проблемы взаимодействия // Музеи Москвы и музеология XX в. М., 1997. С. 12 – 15.
6. Каталог коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ / науч. ред. Я. А. Шер. – Кемерово: Кузбасс, 2004. Вып. 1. 112 с.
7. Каталог коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ / науч. ред. Я. А. Шер, В. В. Бобров. Кемерово: Кузбасс, 2006. Вып. 2. 121 с.
8. Каталог коллекций музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ / науч. ред. Я. А. Шер, В. В. Бобров. Кемерово: Кузбасс, 2008. Вып. 3. 128 с.
9. Кимеев В. М., Кандрашин Д. Е., Кимеева Т. И. Культура шорцев в этнографических коллекциях музеев России (опыт создания этнографического каталога и графической базы) // Этнография Алтая и сопредельных территорий. Барнаул, 1998.
10. Музейное дело России / под ред. Каулен М. Е. М.: Изд-во «ВК», 2003. 614 с.
11. Пищулин Ю. П. О научном комплектовании музейных фондов // Актуальные проблемы фондовой работы: сб. науч. тр. НИИ культуры. № 83. М., 1979.
12. Приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР и типовое положение о вузовском музее. М., 1984. 8 с.
13. Равикович Д. А. Социальные функции музея: споры о будущем // Музееведение. На пути к музею XXI века: сб. науч. тр. НИИ культуры. М., 1989.
14. Разгон А. М. Российский Исторический музей. История его основания и деятельности (1872 – 1917) // Очерки истории музейного дела в России. М.: Изд-во НИИ музееведения, 1960. Вып. 2. С. 224 – 299.
15. Томилов Н. А. Опыт научной паспортизации и каталогизации этнографических фондов сибирских музеев // Хозяйство и средства передвижения татар в коллекциях Музея археологии и этнографии Омского государственного университета. Новосибирск: Наука, 1999.
16. Ходецкий В. Г., Кирсанова Е. Л. Учебная и воспитательная роль университетского музея // Основные концептуальные подходы к определению социокультурной роли музеев в общественной жизни региона: материалы заседания Сибирского филиала Научного совета исторических и краеведческих музеев при Министерстве культуры РФ 5 – 9 августа 2002 г. Иркутск: Оттиск, 2002.
17. Юренева Т. Ю. Музееведение. М.: Академический Проект, 2003. 560 с.

### Информация об авторе:

**Белоусова Наталья Александровна** – директор музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ, кандидат культурологии, belna55@mail.ru.

**Natalia A. Belousova** – Candidate of Cultural Studies, Director of the Museum of “Archaeology, anthropology and ecology of Siberia”, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 94(510).03–04 + 94(517)"10/12"

**«КОГДА СИЛЫ ГОСУДАРСТВА СТАЛИ... НИЧТОЖНЫМИ».  
КРИЗИС И ПАДЕНИЕ «ДУАЛЬНОЙ ИМПЕРИИ» ДА ЛЯО**

**С. А. Васютин**

**«WHEN THE STATE POWER BECAME... LOW».  
CRISIS AND FALL OF THE DA LIAO "DUAL EMPIRE"**

**S. A. Vasyutin**

*Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 33.1175.2014К.*

В статье рассматриваются основные причины кризиса и падения киданьской империи Ляо во второй половине XI – начале XII в. Исследование проводится на основе комплексного анализа факторов, определивших снижение жизнеспособности «дуальных» имперских институтов. В статье показано, что второй цикл кризисных явлений (спад в развитии империи), который пришелся на вторую половину XI – начало XII в., оказался более глубоким, и защитные механизмы, которые спасли империю от дезорганизации в конце X века, практически не сработали. Яркими маркерами кризиса стало прекращение завоеваний и ослабление боеспособности армии, утрата сплоченности в императорском окружении, постоянные междоусобицы, замыкание элит, отсутствие доступа к высшим должностям для талантливых советников и военачальников, десоциализация кочевников и т. д. Нельзя не отметить, что среди последних правителей Ляо не нашлось харизматичного лидера, способного объединить ляоское общество для решения насущных внешнеполитических проблем. Но самое главное – не было инновационной программы развития империи, подобной устремлениям киданьских правителей Абаоцзи и Шэн-цзуна. В отличие от многих кочевых империй Средневековья, кидани перешагнули порог сложности в виде длительно существовавших государственных структур и системы эксплуатации ресурсов оседлого населения. Но подобная трансформация разрушала «кочевое начало» в империи, т. е. военно-политическую основу дуальной державы. Многочисленная, но дееспособная армия Ляо не смогла противостоять уступавшим в численности, но консолидированным Агудой войскам чжурчженей, что и предопределило крах империи.

The paper deals with the main causes of the Khitan Liao Empire crisis and fall in the late 11<sup>th</sup>– early 12<sup>th</sup> centuries. The research is based on a complex analysis of the factors determining the “dual” empire institutions vitality lowering. The article shows that the second cycle of crisis events (the Empire’s development recession) in the late 11<sup>th</sup>– early 12<sup>th</sup> centuries turned to be deeper, and the protection mechanisms which saved the Empire in the late 10<sup>th</sup> century didn’t work any more. The demonstrative markers of the crisis were invasions termination and weakening of the army, loss of unity in the emperor’s environment, constant internicine quarrelling, elites isolation, absence of access to the high posts for talented councillors and military commandos, desocialization of nomads etc. It should be noted that among the last Liao governors there was no charismatic leader who could unite the Liao society to resolve the actual foreign policy issues. However, the most important marker was the absence of an innovative development program of the Empire similar to the aspirations of Khitan leaders Taizu and Shengzong. In contrast to many nomadic Middle Age empires, Khitans overcame the complexity threshold which was the long existence of the State structures and system of exploitation of the sedentary population resources. Nevertheless, such transformation ruined the “nomadic nature” of the Empire, i. e. military and political basis of the dual empire. Numerous but capable Liao army couldn’t stand against the Jurchens army, less numerous but consolidated by Aguda, which predetermined the Empire fall.

**Ключевые слова:** дуальная империя Ляо, кризис империи и его причины, падение Ляо.

**Keywords:** dual Liao Empire, Empire crisis and its causes, the Liao fall.

Никола ди Космо в своей периодизации кочевых империй Центральной Азии показывает последовательную цепочку усложнения имперских образований кочевых:

- 1) «даннические империи» (209 г. до н. э. – 551 г. н. э.);
- 2) «империи, получавшие доход от торговли» (551 – 907);
- 3) «империи дуальной администрации» (907 – 1259);
- 4) «империи прямого налогообложения» (1260 – 1796).

Эти различия, согласно уточнению исследователя, относятся «исключительно» к способности империй «искать и получать большую безопасность и источники внешних доходов, поскольку такое направление

было важно для стабильности правящего класса» [4, с. 210 – 218]. Таким образом, данная эволюция происходила в направлении апробации и усвоения кочевыми методами изъятия ресурсов у подданных, присущих земледельческим элитам. В этом процессе ключевая роль принадлежит империи Ляо (907 – 1125) – крупному образованию, объединившему степи Монголии, родовые земли киданей в бассейне р. Шара-Мурэн, Бохай, кочевые и полукочевые народы Маньчжурии и северо-восточные провинции Китая. Именно кидани, захватившие северо-восточный Китай, вынуждены были решать вопрос о том, как управлять превосходящим их по численности более чем в три раза китайским населением. Первым опытом господства над земледельцами было назначение Абаоцзи в 926 году размера дани Бохай: 50 тыс. кусков тонкого полотна,

100 тыс. кусков грубого полотна и 1000 лошадей [6, с. 240; 7, с. 56 – 57]. Очевидно, что кидани в Бохае использовали уже традиционную систему даров и даней, которые в VI – VIII вв. тюрки и уйгуры апробировали в отношении контролируемых ими государств и народов. Несколько иной характер носила фискальная практика в отношении китайских анклавов в родных землях киданей. Здесь китайские мигранты и пленные основали города, учили «организации официальных учреждений», «постройке городов, обнесенных внутренними и внешними стенами», «дворцов» и «домов», «созданию торговых местечек для поселения китайцев». Абаоцзи еще до узурпации власти выпросил у других киданьских вождей право контролировать г. Ханьчэн (букв. китайский город), жители которого добывали соль и железо [6, с. 42, 43, 348, комм. 11; 7, с. 47; 12, с. 187; 13, с. 176]. Тем самым Абаоцзи и его окружение получили представление о торговых и сырьевых пошлинах, возможно, о прямом налогообложении. Подобные практики носили пока локальный характер, но они потребовали привлечения китайцев для управления (в окружении Абаоцзи было немало выходцев из Китая, причем некоторые из них занимали весьма высокие должности, как Хань Янь-хуэй – начальник политических дел и личный помощник Абаоцзи [12, с. 192 – 193]), и этот опыт в дальнейшем, несомненно, был учтен правителями империи. К первой трети X в. относится и начало активной аккультурации (китаизации) киданей – у них появляются центральные учреждения, письменность и законы [7, с. 47; 13, с. 173].

В правление среднего сына Абаоцзи Дэгуана (Тай-цзун, 926 – 947) окончательно сложились принципы политики киданей в отношении китайских царств и методы получения китайских ресурсов. Они сочетали дистанционную эксплуатацию (из-за угрозы вторжений китайские правители предпочитали высылать киданям многочисленные дары: Поздняя Цзинь отправляла в Ляо 300 тыс. кусков шелка, золото, колесницы и т. д. [12, с. 198]), военные набеги с грабежами городов и деревень, а также непосредственный захват китайских территорий (в 936 г. в состав Ляо вошли Синьчжоу, Учжоу, Юньчжоу, Инчжоу, Шочжоу и другие области, а в 947 г. Дэгуан, захватив все оставшиеся цзиньские земли, провозгласил империю Великая Ляо [12, с. 181 – 184; 13, с. 180]). Именно при Дэгуане были заложены основы дуальной организации власти в империи. Северная администрация управляла киданями, подчиненными кочевыми и оседлыми народами, а также китайцами, расселившимися на территории киданьских кочевий [12, с. 204]. Возглавлял северную администрацию «северный канцлер» (из правящих кланов Елюй и Сяо), в компетенцию которого входили контроль за армией, наблюдение за государственным сектором экономики, участие в выработке важнейших политических решений. Киданьский нобилитет получал громкие титулы и должности («начальник дворцового секретариата», «начальник политических дел», «председатель верховного военного совета» и др.) [8, с. 182 – 183; 9, с. 10]. Южная администрация появилась в связи с необходимостью осуществлять власть над захваченными китайскими областями. Ее создание преследовало,

можно сказать, утилитарные цели – «собрать в Поднебесной деньги и шелк для награждения войск» [12, с. 204]. Киданьский император в бывшей цзиньской столице лично назначал высших чиновников и губернаторов, в чьи задачи входило управление территориями с китайским населением [12, с. 202 – 204; 6, с. 88 – 92]. Он также рассылал киданей для «выколачивания фуража», «травы и хлеба», но позднее оценил данный эксперимент негативно [13, с. 184], передав эти полномочия местной китайской администрации.

Таким образом, к середине X в. завершается активная фаза создания полиэтничной империи Ляо и ее дуальной администрации, когда «земледельческое и кочевое население управлялось отдельно, согласно принципам, укоренившимся в их собственных обществах и экономиках» [4, с. 213]. Тем самым в киданьских органах управления стали осуществляться государственные функции, особенно быстро разрастался фискальный аппарат, росли ренты и налоги. Империя Ляо приобрела устойчивость, элиты получили регулярный доступ к значительным богатствам, что во многом предопределило стабильность киданьской политики. Т. Барфилд считает «систему дуального управления... краеугольным камнем стабилизации в Китае». Он полагает, что Абаоцзи как проницательный человек избегал полного перехода управления государством по китайскому образцу, поскольку это могло оттолкнуть кочевников, которые составляли костяк армии [1, с. 140].

В истории империи Ляо прослеживается чередование подъемов (от Абаоцзи до Дэгуана, а также правление Шэн-цзуна) и спадов (время так называемых «спящих императоров»; период с середины XI в. и до гибели империи в 1123 г.). Спады мы рассматриваем как предкризисные состояния империи, предшествующие кризису (как случилось в первой трети XII в.). Правление «спящих императоров» Му-цзуна (951 – 968) и Цзин-цзуна (968 – 982) [2, с. 25; 3, с. 112 – 113] не привело к кризису, так как сохраняли значение благоприятные внутренние (поступление в казну значительных ресурсов, особенно фискальных доходов южной администрации, «дары» китайских царств и др. вассалов) и внешние (отсутствие противника, способного нанести сокрушительное поражение киданям) факторы, благодаря также переосмыслению предшествующего управленческого опыта императором Шэн-дзуном (982 – 1031) и «вдовствующей императрицей» Яньянь. В результате «возрождение империи» было осознанной политической линией, которая была успешно реализована. Особенно стоит выделить восстановление системы экзаменов для пополнения чиновничьего сословия (988 г.), развитие образовательных учреждений, создание оборонительной линии и сети городов в Монголии. Император Шэн-цзун сумел консолидировать ляоское общество и после череды военных успехов заключить в 1004 г. мир с Сун, по которому кидани стали ежегодно получать 100 тыс. серебряных монет и 200 тыс. кусков шелка. Тем самым в конце X – первой половине XI в. Ляо достигло наивысшего военно-политического могущества. В 1042 г. императору Синцзуну удалось принудить Сун к заключению нового договора с дополнительной ежегодной выплатой еще 100 тыс. серебря-

ных монет и 100 тыс. кусков шелка, а в 1053 г. добиться признания вассального статуса государства тангутов Си Ся [9, с. 16].

Однако, вслед за подъемом конца X – первой половины XI в. империя вновь вступила в период очередного спада и стагнации. Вторая половина XI в. характеризуется в истории Ляо ростом социальных противоречий среди номадов, прекращением завоеваний, конфликтами в элите. Кризис развивался по нескольким направлениям. Прежде всего, следует сказать о социальных изменениях в кочевой среде. Наиболее существенной трансформации подверглась высшая киданьская знать. Возвышение двух ведущих кланов Елюй (клан императора) и Сяо (уйгурский клан императрицы) началось еще в первой половине X в. Постепенно структура этих кланов разрослась. Клан Елюй делился на «пять подразделений» (к ним относилась семья императора) и «шесть подразделений», управлявшиеся великими князьями. Браки представителей кланов Елюй и Сяо с выходцами из других племен киданей исключались. В 1019 г. членам четырех самых знатных линиджей клана Елюй было запрещено жениться на выходцах из младших линиджей императорского рода. В 1029 г. два ведущих линиджа клана Сяо и линиджи «пяти» и «шести» подразделений были объявлены «благородными родами нации» [8, с. 180 – 182; 9, с. 8]. Таким образом, доступ в высшие слои киданьской знати был закрыт, и она обрела сословно-клановую замкнутость. Представители кланов Елюй и Сяо являлись крупнейшими собственниками в стране и занимали наиболее важные военные и гражданские посты в империи. Прекратив участие в военных походах, «китаизированная» элита киданей вела образ жизни, далекий от привычных моделей поведения кочевой аристократии, намечая тем самым разрыв между ценностями знати и рядовых кочевников. Т. Барфилд обращает внимание на то, что киданьская землевладельческая знать, пользуясь своим влиянием, избегала уплаты налогов, ослабляя финансовые ресурсы Ляо. Более того, стремясь к получению огромных доходов или разведению больших табунов лошадей, киданьские латифундисты неоправданно переводили крестьян в арендаторов либо сгоняли их с земель, что в итоге снижало государственные доходы и вело к открытым выступлениям земледельцев [1, с. 144].

К привилегированным общественным группам киданьского населения также принадлежали вожди киданьских племен, их кланы, представители других аристократических родов, неродовитая служилая знать. Для некоторых из них был характерен высокий имущественный статус, но стабильные доходы гарантировались только нахождением на государственной службе. Так сравнительно устойчивым положением обладали члены ордо (киданьской императорской гвардии), располагавшейся в пяти столичных городах. Для них, благодаря военной службе и образованию, оставались каналы социальной мобильности, но продвижение людей незнатного происхождения по служебной лестнице было ограничено.

Положение рядовых номадов в империи Ляо было неоднозначным и противоречивым. С одной стороны, простые кочевники входили в военное ополчение и

тем самым составляли основу армии. С другой – в кочевой среде имперской митрополии (т. е. северных провинций) шли процессы оседания номадов; государство расширяло госсектор, отнимая племенные земли, сгоняя номадов с пастбищ и родовых территорий, солдаты пограничной службы заставляли обрабатывать поля и выращивать зерно и т. д. [14, р. 193 – 195; 8, с. 184, 186; 5, с. 113 и др.]. Кидани в монгольских анклавах неоднократно жаловались на разорение кочевых хозяйств во время набегов цзубу, дадань, деле и других северных номадов [6, с. 301; 14, с. 556, 557]. В итоге можно говорить о существенной дифференциации киданьского населения и социальных противоречиях. Однако, до тех пор пока кидани ходили в походы и все их участники получали часть добычи, острота социальных различий не была такой явной. Прекращение завоеваний обнажило огромную пропасть между интересами знати и рядовых номадов и создавало то общественное напряжение, которое объясняет, почему в период агонии империи киданьские воины переходили на сторону чжурчженей [6, с. 183; 7, с. 121, 123].

Еще одной значимой причиной было разорение и обезземеливание китайских крестьян. Подобные тенденции, так же как и рост частного землевладения, рассматриваются как проявление демографических и политических циклов, характерных для традиционного Китая. Исследователи полагают, что подобные изменения сыграли ключевую роль в ослаблении экономики империи [9, с. 16]. Однако, данные С. А. Нефедова, с помощью которых прослеживалась связь между сокращением населения и кризисом Ляо, говорят о том, что китайское население Сун росло вплоть до 1110 г., а его сокращение началось уже в период завоевания чжурчженями киданьских и китайских владений [11, с. 66, рис. 18]. Не располагая другими цифрами, сложно сказать, насколько тенденции демографического развития в Сун и Ляо совпадали. О напряжении в среде китайских земледельцев и протестных настроениях у крестьян свидетельствуют мятежи ханьцев начала XII в. И все же отмеченные явления в социальном развитии Ляо не приобрели черты системного кризиса и не могли оказать фундаментально-го влияния на судьбу империи.

Важный аспект кризиса Ляо – отношения киданей с северными кочевниками в Монголии. Постоянные набеги цзубу, дадань, мэнгу, диле заставляли киданьских правителей тратить значительные ресурсы на содержание пограничных гарнизонов, городов и крепостей. Невозможность установления полноценного контроля над степняками к северу от Керулена и Толы создавало постоянное военно-политическое напряжение на этом направлении. Самые талантливые военачальники пытались решить данную проблему, но угроза нападений сохранялась вплоть до начала XII в. При этом военные действия киданей против непокорных номадов провоцировали ответные меры. Так, после атаки киданей в 1092 г. на северных кочевников, цзубу во главе со своим вождом Могусы совершали грабительские рейды по киданьским северо-восточным владениям, угоняли скот, захватывали пастбища. Понадобилось 8 лет напряженной борьбы, чтобы присмирить цзубу и схватить их вождя. Но да-

же после его казни столкновения продолжались еще два года [5, с. 117]. Можно констатировать, что после прекращения войн с Сун и Си Ся северное и северо-западное направление внешней политики Ляо было наиболее проблемным, финансово затратным и требовало значительных человеческих ресурсов.

В этом контексте вызрел и конфликт киданей с чжурчженями. Во многом война, завершившая исторический путь Да Ляо, была спровоцирована киданьской политикой и непомерными запросами знати. Чжурчженей принуждали ко все возрастающим поставкам киданям серых соколов, из-за чего чжурчженям приходилось воевать с «государством Пяти племен». В случае отказа вождей чжурчженей «избивали палками и даже убивали» [6, с. 176]. Действия киданьской администрации во многом способствовали росту недовольства в чжурчженской среде, появлению непримиримого лидера Агуды и его сторонников, а в последующем – объединению (как добровольному, так и принудительному) разрозненных чжурчженских племен под главенством Агуды.

В конце XI – первой трети XII в. в политической элите Ляо отчетливо прослеживается утрата асабийи (Ибн Халдуну этим термином обозначал коллективную солидарность правящей элиты), перепроизводство элиты и отказ от агрессивной политики в отношении соседей. Каждую из этих трансформаций следует рассмотреть более детально. Наиболее очевидным был численный рост элиты, особенно кланов Елюй и Сяо. Среди аристократии было распространено многоженство. Обилие детей, рожденных как от жен, так и от наложниц, создавало ситуацию, когда материальные и иные запросы каждого следующего поколения в несколько раз превосходили получаемые материальные блага предшествующего поколения. Все представители знатных родов были потребителями престижной продукции, выступали как претенденты на придворные должности, земельные ресурсы и пр. Поэтому перепроизводство элиты создавало острые противоречия в среде киданьской знати, вело к междоусобным конфликтам и представляло собой реальную угрозу существованию империи. Однако, в хрониках мы не найдем сведений о продолжительных кровопролитных междоусобицах. Мятежи, вроде выступления Елюй Цзун-юаня в 1063 г. [6, с. 156 – 157], быстро подавлялись. Очевидно, что огромные поступления из Сун серебра и шелка по договорам 1004 и 1042 гг., а также внутренние доходы позволяли и во второй половине XI в. удовлетворять постоянно растущие запросы элиты и избежать крупных внутривнутриполитических столкновений (мятежи и провозглашение альтернативных императоров происходило только в условиях агонии империи в 1115 – 1123 гг. [6, с. 182 – 183, 185 – 186, 188 – 189, 194, 199 – 200, 201 – 205, 210 – 212 и др.; 7, с. 120 – 122, 124]). И все же интриги, ложные обвинения в заговорах, убийства, подкупы наполняли придворную жизнь в последние десятилетия существования Ляо [6, с. 156 – 157, 449 – 451, 454 – 455, 469; 7, с. 109 – 114, 117 и др.]. Такие конфликты приобретали системный характер. Они сигнализировали о том, что перепроизводство элиты и утрата асабийи приближались к наивысшей точке. И если на рубеже XI – XII вв. не было открытых столк-

новений киданьских кланов или наследников престола, то это означало, что острейшие противоречия в ляоской элите развивались в полупатентной форме, «подготавливая» изнутри крах империи. Утрата сплоченности знати происходила не только из-за ее противоречивых интересов, стремления к личному обогащению, созданию придворных «партий» и т. п., но и из-за невозможности использования последними правителями Ляо консолидирующих механизмов, традиционно объединявших интересы престижных кланов в кочевых империях – военных набегов на соседних земледельцев. И без того огромные доходы знати свели ее желание организовывать и осуществлять набеги к нулю! Регулярное поступление даней из Сун функционально нанесло киданьской империи не меньший ущерб, чем набеги северных племен или перепроизводство элит.

В киданьской империи происходили социальные процессы характерные для кочевых империй в целом: китаизация, снижение групповой солидарности, численный рост знати, нарастающие противоречия в придворном окружении. Однако относительная стабильность доходов позволяла длительное время сдерживать членов правящих кланов и аристократию от открытых противостояний за власть. В этой ситуации многое зависело от императора. Однако последний киданьский император Тянь-цзо (1100 – 1125) любил наслаждаться охотой, придаваться сладострастию, «пренебрежительно относился к делам управления», мало заботясь о судьбе империи. Он не смог предложить ляоскому обществу «новой имперской идеи», консолидировать его для решения внешнеполитических задач. Е Лун-ли писал о таких правителях, что они «сняли латы и шлемы в женских покоях, а под боком у них возникали поводы для вражды» [6, с. 113]. В результате государство слабело, а империя находилась на грани краха. Император Тянь-цзо еще в 1118 г., после первых захватов чжурчженями киданьских владений приказал собирать богатства и готовился бежать в Сун или Си Ся. Придворные говорили: «Государство Ляо погибнет. Разве, начиная с древности, государи когда-нибудь бросали войска и народ и строили планы о собственном спасении?» [6, с. 193]. Тянь-цзо не только не смог организовать борьбу с чжурчженями, но и сам был источником панических настроений, наносивших большой вред стойкости и духу киданьской армии.

И, наконец, ключевой фактор разгрома чжурчженями киданей – утрата киданьскими войсками боеспособности. Ключевую роль в поддержании обороноспособности империи должны были играть императорская гвардия (до 80 – 100 тыс. всадников) и пограничные войска. На момент столкновения с чжурчженями, гвардейцы, не принимавшие участия в военных действиях с середины XI в., т. е. около 60 лет, привыкли выполнять караульно-церемониальные парадные службы, участвовать в императорских выездах, охотах, праздниках. В свободное время они вели разгульную жизнь, надеясь на повышение в должности. В итоге гвардией к началу XII в. был полностью утрачен опыт ведения боевых действий, организации боевых построений, отлаженных маневров во время наступлений и отступлений. Когда в 1114 г. назрела

чжурчженская угроза, многие воины, включая представителей императорской гвардии, как пишет Е. Лунли, «хотели принять участие в походе, рассчитывая на награды». С собой они взяли свои семьи, обозы, скот, а когда настало время битвы кидани даже не успели построиться и были разгромлены [6, с. 177].

Пограничные войска включали преимущественно рядовых кочевников и подразделения, состоявшие из зависимых племен и народов. Разорение простых номадов и дезертирство были широко распространены. Такие воины мечтали о набегах на богатые провинции Китая, а не о прозябании на периферии империи и отражении атак цзубу. Во время борьбы с чжурчженями многие воины и их командиры дезертировали, убегали домой [6, с. 179 – 180]. Боясь, что разбежавшиеся воины будут заниматься грабежами и поднимут мятеж, Тянь-цзо издал указ, разрешавший таким солдатам «вернуться к своим занятиям» и освобождал их от наказания». В результате участники походов стали говорить, что «сражение приносит смерть, но не награды, отступление сохраняет жизнь и не считается преступлением» [6, с. 180]. Боевой дух киданей в чжурчженской компании изначально был подорван действиями императорского двора. Социальные проблемы позднеляоского периода также не могли не отразиться на состоянии армии. Не случайно, что многие воины оказались в мятежной «армии обиженных» [6, с. 191].

### Выводы

Киданьская империя Да Ляо (Ляо) отличалась мощным завоевательным импульсом в период ее создания, сравнительно длительным сроком существования (около 200 лет), значительными людскими и материальными

ресурсами, более устойчивой системой власти, развитием государственных институтов, зарождением сословий. Своим территориальным размахом, военно-политической мощью и этническим составом Ляо в полной мере соответствовало понятию «империя». Но и такие имперские политии, основанные номадами, переживали подъемы и спады, рост могущества и кризисы. Пройдя от зарождения империи в первой половине X в. через правление «спящих императоров» к пику своего могущества в конце X – первой трети XI в., Ляо во второй половине XI в. вновь вступает в предкризисную полосу, которая приводит киданьскую державу к общему социально-политическому кризису, а затем и полному краху под ударами чжурчженей. Причины и факторы ослабления Ляо во многом крылись в процессах социальной дифференциации, в сословном замыкании знати и формировании из представителей киданьской аристократии слоя крупных землевладельцев. Рядовые воины, составлявшие основу армии, в результате государственной политики претерпевали нужду, подвергались разорению, вынуждены были нести тяжелую службу на границе с воинственными степняками. Перепроизводство элит, богатевших на основе распределения государственных ресурсов и сунских даней, привело к утрате сплоченности и системным противоречиям в императорском окружении. Последние императоры Ляо, особенно Тянь-цзо, пренебрегали государственными заботами, проводя время в развлечениях. Но ключевую роль в падении империи под ударами чжурчженей следует отнести слабой боеспособности киданьской армии, длительное время не участвовавшей в масштабных походах и во многом утратившей опыт предшествующих поколений номадов.

### Литература

1. Барфилд Т. Дж. Опасная граница: кочевые империи и Китай (221 г. до н. э. – 1757 г. н. э.) / пер. Д. В. Рухлядева, Б. В. Кузнецова. СПб., 2009. 248 с. URL: <http://barfield.narod.ru>. (дата обращения: 12.07.2012).
2. Васютин С. А. Падение Уйгурского каганата и основные пути социально-политической эволюции кочевых обществ Центральной Азии в IX – XI вв. // Вестник Кемеровского государственного университета. 2010. № 4(44).
3. Васютин С. А. Проблемы формирования номадно-оседлого общества в империи Ляо // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. Вып. 7: История.
4. Ди Космо Н. Образование государства и периодизация истории Внутренней Азии // Монгольская империя и кочевой мир. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. Кн. 3.
5. Дробышев Ю. И. Политика киданей в Центральной Азии // Общество и государство в Китае. 2010. № 40. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/politika-kidaney-v-tsentralnoy-azii>
6. Е. Лун-ли. История государства киданей (Цидань го чжи); пер. с кит. В. С. Таскина. М.: Наука, 1979. 607 с.
7. История Железной империи. Новосибирск: Ин-тут археологии и этнографии СО РАН, 2007. 178 с.
8. Крадин Н. Н. Кочевники Евразии. Алматы: Дайк-пресс, 2007. 416 с.
9. Крадин Н. Н., Ивлиев А. Л., Очир А., Васютин С. А., Данилов С. В., Никитин Ю. Г., Эрдэнэболд Л. Киданьский город Чинтолгой-балгас. М.: Восточная литература РАН, 2011. 173 с.
10. Крадин Н. Н., Ивлиев А. Л., Васютин С. А. Киданьские города конца X – начала XI вв. в Центральной Монголии и социальные процессы на периферии империи Ляо // Вестник Томского государственного университета. (Серия: История). 2013. № 2(22). С. 53 – 58.
11. Нефедов С. А. Концепция демографических циклов. Екатеринбург: Издательство УГТУ, 2007. 141 с.
12. Оуян Сю. Записи по истории Пяти династий // Материалы по истории древних кочевых народов группы дунху; пер. и комм. В. С. Таскина. М.: Наука, 1984.
13. Сюэ Цзюйчжэн. Старая история Пяти династий // Материалы по истории древних кочевых народов группы дунху; пер. и комм. В. С. Таскина. М.: Наука, 1984.
14. Wittfogel K. A., Feng Chia-sheng. History of Chinese Society. Liao (907 – 1115). Philadelphia: American Philosophical Society, 1949. 752 p.

**Информация об авторе:**

**Васютин Сергей Александрович** – кандидат исторических наук, доцент, заведующий кафедрой истории цивилизации и социокультурных коммуникаций КемГУ, [vasutin@history.kemsu.ru](mailto:vasutin@history.kemsu.ru), [vasutin2012@list.ru](mailto:vasutin2012@list.ru).

**Sergey A. Vasyutin** – Candidate of History, Associate Professor, Head of the Department of the History of Civilizations and Socio-Cultural Communications, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 902.7 (575.17)

**ПРОБЛЕМА ЭТНОГЕНЕЗА ШОРЦЕВ**

**В. М. Кимеев**

**PROBLEM OF SHORS' ETHNOGENESIS**

**V. M. Kimeev**

*Работа выполнена по гранту РГНФ № 14-11-42003.*

В статье рассматриваются гипотезы об этногенезе шорцев как самостоятельного этноса, высказанные в трудах российских исследователей начиная с XVIII в. Автором предлагается новое прочтение артефактов, использованных предшественниками, но в приложении к отдельным шорским этнолокальным группам, состоящим в начале XX в. из вторичных родов-сёоков и больших кровнородственных семей-тёлей.

The paper addresses the hypotheses on the ethnogenesis of Shors as an ethnos introduced by the Russian researchers since the 18<sup>th</sup> century. The author suggests a new understanding of the artefacts that had been used in previous researches, as applied to some ethnolocal groups of Shors, which in the early 20<sup>th</sup> century consisted of secondary families – *seoks* and big blood-relation families-*tyols*.

**Ключевые слова:** шорцы, этногенез, этнолокальные группы, вторичные роды-сёоки, кровнородственные семьи-тёли.

**Keywords:** Shors, ethnogenesis, ethnolocal groups, secondary families – *seoks*, blood-relation families-*tyols*.

**Введение**

В историко-этнографической литературе утвердилось мнение, что современные шорцы – тюркизированные потомки древних кетов, самодийцев и угров. Первые гипотезы о родстве этнолокальных групп предков шорцев (абинцев и бирюсинцев) с соседними телеутами были высказаны участниками Первой академической экспедиции [26, с. 166 – 172]. Начиная с середины XIX в. в начале лингвистами, а затем историками, этнографами и антропологами неоднократно предпринимались попытки выявить «дотюркские» компоненты предков шорцев, используя в качестве сравнительного материала случайно отмеченные ими элементы культуры у отдельных шорских этнолокальных групп. Зачастую этнографические особенности какой-либо одной группы механически переносились на всех шорцев, что не всегда было верно.

Тюрколог В. В. Радлов, первый предложивший считать шорцев отдельным народом Саяно-Алтая, называл их потомками «енисейско-остяцких» племен (часть из них это современные кеты). В подтверждение своей гипотезы он отмечал енисейскую топонимику в верховьях реки Томи, особенности антропологических признаков и умение шорцев, как и «кетоязычных аринов», добывать и обрабатывать железную руду при их оседлом образе жизни в отличие от соседних тюрков [58, с. 94]. Подобной же точки зрения придерживался тюрколог Н. А. Аристов, отнесший шорцев вместе с другими группами северных алтай-

цев к «отюреченным енисейцам и самоедам» [11, с. 69].

Среди современников В. В. Радлова в конце XIX в. было распространено и другое мнение. Так, миссионер В. Вербицкий полагал, что «черневые татары» (куда он включал и предков шорцев) по происхождению или «финские племена, но слились с народностью монгольской» [24, с. 10] или «чудские финские племена, к которым впоследствии примешались и тюркские элементы». «Финским племенем» называли черневых татар (включая и предков шорцев) географы-путешественники и сотрудники РГО, обратившие внимание на их отличительную внешность и одежду [6, с. 290; 66, с. 94]. Этнограф В. Г. Богораз считал шорцев реликтовым остатком древней культуры пеших охотников – потомков отюреченных палеоазиатов [13, с. 42].

Ленинградский этнограф С. В. Иванов сближал рисунки на шорских бубнах и берестяной утвари из музейных коллекций по шорцам с подобными изображениями у хакасов и телеутов. В то же время орнамент на предметах утвари, одежде (халаты, пояса и рукавицы) шорцев, по мнению автора, аналогичен орнаменту южных хантов, манси, нарымских селькупов и особенно кумандинцев, и был выделен им в единый тип [35, с. 372]. Скульптура шорцев (деревянные лошади, лодки с веслами, культовые куклы покровителей охоты из музейных собраний) имеет много общего с подобными изображениями у кумандинцев, челканцев, тубаларов. Культовая маска «кочо»,

употребляемая у некоторых групп шорцев и кумандинцев, сходна по форме с хантыйскими берестяными масками, а изображение на шорских бубнах человека, едущего на санях, аналогично изображению на селькупских бубнах [34, с. 672].

Томский этнограф Н. В. Лукина, исследовавшая материальную культуру восточной группы хантов, отмечала наличие у них целого ряда общих культовых явлений в охоте и рыболовстве с народами Южной Сибири, в том числе с шорцами [46, с. 263].

В связи с развернувшейся с середины XX в. разработкой вопросов этногенеза народов Южной Сибири неоднократно высказывались весьма спорные предположения о кыргызском (хакасском) и телеутском происхождении некоторых групп шорцев [62, с. 220; 57, с. 86].

Необычную гипотезу о происхождении шорцев высказал сотрудник Новокузнецкого краеведческого музея Д. Я. Ярославцев. Согласно легенде, записанной им в низовьях Мрассу, шорцы – потомки богатыря Шуна, старшего сына первой жены царя Мол-кана с Тобола. Под давлением русских шорцы, якобы, переселились на Мрассу и Кондому через верховья рек Томи, Ортона и Шоры. От последней и получили они свое нынешнее название. В результате разделения шорцев на отдельные роды, расселения их по Кузнецкой тайге и контактов с различными другими «народностями» у переселенцев оформились их лингвистические и антропологические локальные особенности [67, с. 83].

Антропологи и генетики, не вдаваясь в суть степени этничности и единства шорского этноса, рассматривали вопросы этногенеза шорцев весьма своеобразно. Согласно авторитетному А. И. Ярхо шорцы вместе с другими народностями хакасской языковой группы имеют енисейско-остяцкое (т. е. кетское) происхождение [68, с. 15], что сближало его предположение с гипотезой В. В. Радлова. Другой известный московский антрополог В. П. Алексеев, изучая краниологический материал (16 черепов) из поздних погребений на якобы «шорских» кладбищах в бассейне реки Таштып, пришел к выводу, что шорцы оформились на основе этнических групп эпохи бронзы, населявших лесные районы Северного Алтая и «говоривших на самодийских и угорских языках». Тюркизация, как он полагал, не сопровождалась изменением физического типа предков шорцев, что являлось результатом культурных, а не брачных контактов их с тюрками [8, с. 86]. Примечательно, что сопоставление краниологических показателей среднемрасской группы шорцев с данными по другим народам Южной Сибири позволило антропологу А. Р. Киму утверждать о наибольшем сходстве шорцев с бачатскими телеутами и о существенном отличии от верхнеабаканских хакасов [39, с. 192].

Много общего находила в антропологии шорцев с ненцами и хантами генетик Л. О. Битадзе [12, с. 264]. Весьма любопытны, но расплывчаты мало пригодные для раскрытия этногенеза шорцев исследования современных кемеровских генетиков. Так, ими утверждается, что за три последних поколения «...произошло изменение популяционно-генетической структуры» и отмечается «...рост генетического разнообра-

зия, при снижении уровня инбридинга». Неясным остается, каким образом при проведении анализа шорских фамилий (список которых до сих пор никем точно не исследован и не опубликован) выявились некие тенденции, которые к тому же подтвердились «...в результатах исследования полиморфизма в шорской популяции (?) по данным анализа истинных генетических маркеров» [45, с. 143]. Неясным остаётся также, почему некие «горные шорцы Кемеровской области» и абаканские шорцы Республики Хакасии «...демонстрируют одно из самых небольших генетических расстояний друг относительно друга», хотя это противоречит выводам антропологов А. Р. Кима.

Определенный интерес представляют выводы об этногенезе шорцев, сделанные на основе археологических находок. В местах прежнего обитания абинских предков шорцев сотрудниками Новокузнецкого краеведческого музея, археологами У. Э. Эрдниевым (1950 – 55 гг.) и Ю. В. Шириным (1987 – 1988 гг.) проводились раскопки городища Маяк (датировка II тысячелетие до н. э. – VII – XII века н. э.). Доказательством близости населения городища как к шорцам, так и обским уграм, послужило обнаруженное У. Э. Эрдниевым сходство орнамента глиняных сосудов городища и берестяной посуды шорцев из фондов музея, а также вышивки ромбовидным узором шорских женских платьев, узоров на керамике городища и археологических памятниках Томского Приобья. Однотипность жилищ, комплексное, неспециализированное хозяйство шорцев и хантов также, по мнению У. Э. Эрдниева, указывают на их этногенетические связи в прошлом [65, с. 63].

Много ценных выводов дало изучение этнонимии и топонимии Горной Шории. Так, согласно опубликованной А. П. Дульзоном карте топонимов на территории современной Горной Шории самодийские названия наиболее распространены по реке Кондоме, а кетские – по Мрассу, Томи и верховьям Абакана. Тюркский пласт, как полагал А. П. Дульзон, наслоился в результате постепенной ассимиляции древнего кетосамодийского населения по всей территории Горной Шории [29, с. 78]. Хакасский археолог Л. Р. Кызласов, напротив, считал эти топонимы Горной Шории угорскими, а население, проживавшее по рекам Мрассу и Абакану – отореченными в VI – X вв. остатками древней угорской общности [44, с. 70 – 126].

Краевед-геолог Г. П. Старков считает гидроним шор/тор угорским и переводит его как «озеро». Весьма сомнительными выглядят «выявленные» автором сходства саамских и шорских бубнов, эстонского (шире финского) музыкального инструмента «варган», названий божества удмуртов «кереметь» и шорцев «кёрмёс», кетского эпонима «ольгыт/ульгет» с именем шорского фольклорного богатыря Ольгудека. Сравниваются даже «тибетское» название напитка «арак» с шорским «арака». И уже совсем нелепым выглядят сравнения якобы тибето-бирманских этнонимов с формантов – *чин*, например «тибетского племени *писачи*» с гидронимом Песачсан в бассейне реки Кондома, или «тибето-бирманских» этнонимов *качин*, *куки-чин* с шорским этнонимом *кечин* и даже шорской фамилией Паучинов [60, с. 128].

Наибольшее признание в конце XX в. получили гипотезы лингвистов А. П. Дульзона, А. М. Абдрахманова, А. А. Бонюхова и Э. Ф. Чиспиякова, которые выделяли четыре субстратных пласта топонимов Горной Шории: южносамодийский, кетский, тюрко-монгольский и русский. Шорцы, по их общему мнению, – «дорусская народность, пришедшая «откуда-то со стороны в места своего нынешнего обитания, где она стала проживать совместно с находившимися здесь «с древних времен» кетскими и южносамодийскими племенами. Причем переселенцы количественно не превышали кетские и южносамодийские племена, так как не сохранилось двойных названий подобно русско-шорским дублетам [14, с. 152 - 155; 3, с. 159].

Новокузнецкий лингвист Г. В. Косточаков бассейну реки Мрассу называет основной кетской территорией в Шории в древности. В низовьях Кондомы он выделяет только бассейн рек Амзас, Азас, двух Казасов, Таз, а верховьях – рек Базас, Сайзак, тузас. В верховьях Томи, также основной территории расселения древних кетов, кетскими по происхождению он считает все ее правые притоки – Кунзас, Амзас, Бельсу, Уса, Тутуяс и все левые притоки до устья Мрассу – Майзас, Калиас, Кийзас и др. Потомков древних кетов он предлагает искать среди родоплеменных названий (эпонимов) современных мрасских шорцев [43, с. 64]. Он также первым сделал попытку сделать этимологию шорских фамилий [42, с. 11].

На самодийском материале пытался выяснить происхождение отдельных групп шорцев этнограф В. И. Васильев. Он сопоставил шорский эпоним *сайин* с северосамодийским *сойта* у тундровых энцев и с южносамодийским *сойён*, предположив, что с приходом тюрков на Северный Алтай (IX в.) «южносамодийский» род *шор* раскололся и частично откочевал в Саяны, а оттуда на север, где вошел в состав энцев. Оставшаяся на Алтае часть самодийских сородичей, утратив прежний язык и культуру, составила «костяк современной народности шорцев» [21, с. 139, 155].

Крупнейший исследователь народов Южной Сибири этнограф Л. П. Потапов, кроме самодийского, угорского и енисейского компонентов, выделял древнетюркский. Лингвист Г. В. Косточаков предполагает, что тюркюты-теле принесли на Кондому кондомский диалект современного шорского языка, проникнув в Шорию тремя путями: с Алтая через «Спасский коридор», из абаканских степей через Июс, Ортон и Кабырзу, а также с низовьев Кондомы через Шорский хребет [43, с. 65].

Если обобщить все эти многочисленные гипотезы о происхождении шорцев, то складывается причудливая и несколько расплывчатая картина.

К кетским элементам причисляют топонимику в бассейне Мрассу и Томи, некоторые приемы охоты и охотничье снаряжение, формы шорских бубнов, ряд лексических особенностей шорского языка, обычай захоронения детей на деревьях и в пнях, элементы культа медведя, почитание березы в шаманстве. Кроме этого о родстве кетов и шорцев свидетельствует почитание у енисейских кетов божества Мать-Том и широкое развитие кузнечного дела у обоих народов.

К самодийским по происхождению относят эпонимы *шор* и *сайин*, некоторые сюжеты рисунков на бубнах, топонимику в бассейне Кондомы.

К угорскому компоненту принято относить общие для шорцев и угров некоторые измерительные и описательные антропологические признаки, покрыв и орнамент распашной мужской и женской одежды, домашний очаг с трубой из прутьев, обмазанных глиной, срубы-амбарчики на высоких столбах, криволинейный орнамент на глиняной посуде, а также изображение духов, предков на шаманских бубнах.

Общим выводом исследователей стало довольно обобщенное утверждение о том, что формирование шорцев происходило на территории верховьев Томи с населением разнообразного состава, где на протяжении многих веков менялись различные этнические волны. Современная территория расселения шорцев со второй половины I тыс. н. э. входила в область языкового, политического и культурного влияния мощных социальных объединений тюркоязычных народов раннего средневековья: древних тюрков, уйгуров, кыргызов. Не позднее начала II тыс. н. э. территория Притомья стала активно заселяться тюрками кыпчакской языковой группы, что привело к этнокультурной ассимиляции местных самодийскоязычных групп. Монгольские завоевания не внесли радикальных изменений в этнокультурную ситуацию верховьев Томи. Наибольшее влияние на население Мрассу, Кондомы и верховьев Томи оказали енисейские кыргызы, а в низовьях Кондомы и ниже ее устья по Томи – приобские телеуты.

Очевидно, что дальнейшие попытки исследования этногенеза шорцев, как единого этнического целого с подбором случайно отобранных «артефактов» обречены на неудачу. Правильнее было структурировать этнический состав и рассмотреть проблему этногенеза по отдельным этнолокальным группам исторических предков шорцев, состоящим к началу XX в. из кровнородственных вторичных родов *сёоков* и больших семей *тёлей*.

### Основная часть

В современной этнографической литературе принято считать, что в состав трех крупных этнотерриториальных групп предков шорцев в начале XX в. – горнотаежных *бирюсинцев* (мрасская и верхнекондомская группы) и лесостепных *абинцев* входило несколько этнолокальных групп со своим говором и особенностями традиционной культуры, состоящих, в свою очередь, из вторичных кровнородственных родов-сёоков и больших семей-тёлей. Внутри этих этнолокальных групп и следует проследить расселение сёоков и тёлей, а через эпонимы – проблему этногенеза шорского этноса.

Из всех эпонимов, отмеченных исследователями в конце XIX – начале XX вв. в верховьях реки Томи, а также по Мрассу и Кондоме, в состав шорского этноса можно включить только 14 (а не 17 как предполагалось прежде) наименований: 1. *шор* (с подразделениями кара-шор, сары-шор, ак-шор), 2. *таеиш* (таяш или узют-шор), 3. *кечин*, 4. *кый* (кой), 5. *кобий*, 6. *кызай* (кызыл-кая), 7. *карга* (сунг-карга и танг-карга), 8. *челей* (селей), 9. *чедибер* (четтибер, итебер), 10. *ка-*

лар, 11. *аба* (таг-аба и кара-аба), 12. *себи*, 13. *тарткын*, 14. *кереш*.

Сопоставление лингвистических, этнографических и антропологических данных о «кузнецких инородцах» конца XIX – начала XX вв., собранных в местах компактного проживания отдельных сёков и тёлей XVIII – XIX вв., позволяет выделить следующие этнолокальные группы кузнецких татар, слившиеся уже в советский период в составе Горно-Шорского национального района в единый шорский этнос.

**БИРЮСИНЦЫ**, обитавшие по реке Мрассу выше Хомутовских порогов, в конце XIX – начале XX вв. предположительно подразделялись на три этнолокальные группы:

**Среднемрасская** группа наиболее компактно сосредоточилась в живописной долине реки Мрассу и по ее крупным притокам – Ортону, Суе, Анзасу, Казасу. Состояла она из двух сёков: *карга*, *челей* и, видимо, отдельных семей сёка *сайин*. Потомки первых сёков до сих пор сохраняют особый среднемрасский говор и наибольшую однородность антропологических признаков. Среди множества мелких айлов и улусов заметно выделялся улус Усть-Анзас – древний этнокультурный центр мрасских шорцев-бирюсинцев. Под влиянием Мрасского отделения Алтайской православной духовной миссии и семей русских приискателей «бергалов» к началу XX в. здесь стали строить избы-пятистенки и амбары, пользоваться железной и глиняной утварью, носить одежду фабричного производства [22, с. 159]. В праздничной одежде мужчин появился сюртук, шелковый кушак, бархатный картуз, высокие сапоги с красными отворотами и кисточками. Большинство местного населения к началу XX в. приняло христианство, что коренным образом изменило их мировоззрение. В миссионерской школе улуса Усть-Анзас, начиная с 1883 г. ежедневно обучались от 15 до 20 человек.

Название *карга* служило эпонимом большей части тюркоязычного населения, обитавшего в среднем течении Мрассу, от порогов до устья реки Кызас. В конце XIX в. сёк *карга* подразделялся на два кровнородственных – *танг-карга* (горные карга) и *сунг-карга* (водяные карга), каждый из которых составлял отдельную волость: первый – Ближнее-Каргинскую (т. е. ближнюю к г. Кузнецку), называемую ещё неофициально Паянской и Дальне-Каргинскую, иногда называемую просто Каргинской. Юрты паштыка Дальне-Каргинской волости находились в улусе Усть-Анзас (старое название Ангыс-Пелтре или Карга). Месторасположение ставки паштыка Ближне-Каргинской волости в документах не отмечено, но основная часть населения волости располагалась в XVII – XVIII вв. по реке Ортон – правому притоку реки Мрассу, а в XIX в. – в улусе Сосновая Гора (Тозас) и в улусе Казас на правом берегу низовьев Мрассу [25, с. 244]. Часть семей сёка *танг-карга* по данным С. К. Патканова отселена ещё в XVIII – XIX вв. в улус Усть-Танчульский верховьев Абакана. В списке населённых мест Томской губернии на 1911 г. Ближне-Каргинская волость уже не числилась [50, с. 278].

Ясачные Дальне-Каргинской волости жили смешанно с телями сёка *челей* Мрасско-Елейской волос-

ти, а Ближне-Каргинской – с телями сёков *челей*, *чедибер* и *аба* Мрасско-Елейской, Мрасско-Безбойковой и Едеевой волостей низовьев Мрассу [23, с. 176]. Значительная часть сёков *таг-карга* и *суг-карга* в XIX в. обитала по рекам Таштып и Есь – притокам верховьев Абакана, где они составляли Дальне- и Ближне-Каргинские административные роды Степной думы соединённых разнородных племен Минусинского уезда [56, с. 261].

В настоящее время потомки этих переселенцев помнят о своей прежней родине на Мрассу, но осознают себя уже частью хакасского этноса. К мрасским каргинцам относят себя фамилии Отургашевы, Мортаевы, Кирсановы, Кадымаевы. Из выявленных нами в верховьях Кондомы потомков кондомского сёка *карга* – Курдаковы и Чудековы – назвали свой этноним «куванды», то есть кумандинцы. Причем большая часть этих семей по данным наших информаторов сейчас проживает в Алтайском крае. Поэтому правильнее их считать частью кумандинского этноса.

Происхождение входивших в этнолокальную группу сёков вероятно имеет различное происхождение. Принято считать, что название сёка *карга* имеет тотемное происхождение и переводится как «ворона». Примечательно, что жители поселка Усть-Анзас, считающие себя потомками каргинцев, в отличие от других шорцев, до сих пор называют ворону «кара-тан», то есть «чёрная галка». Э. Ф. Чиспьяков, не приводя веских доказательств, утверждал, что мрасский род *карга* кондомского происхождения, хотя и преобладал по численности на Мрассу [63, с. 53; 118]. Но Г. В. Косточаков считает среднемрасский род *карга* древнекетского происхождения. Вместе с другими мрасскими родами – кобий, кызай, кый, *кечин* сёк *карга* восходит к древнему кетскому этнониму, существовавшему в нескольких фонетических вариантах – кыйо // койо // коб (кыб) [43, с. 66].

Родовые охотничьи угодья и древняя родовая территория мрасских каргинцев находились у горы Шорт-Тайга и по реке Теренсу в верховьях Томи, для ближней охоты использовалась тайга вблизи их родовой горы Патын по водоразделу Мрассу и Абакана [52, с. 134; 53, с. 115 – 116]. Это подтверждают сагайские предания, в одном из которых говорится, что «...колена горных и водяных каргинцев» пришли к сагайцам с горных речек Кузнецкой тайги». Из других преданий также следует, что абаканские «...каргинцы прежде жили по реке Мрассу и занимались охотой, а после разделения Сибири на Восточную и Западную, одна часть каргинцев стала подчиняться г. Кузнецку Томской губернии, а другая г. Минусинску Красноярской губернии», и также что «...водяные Карга живут ныне по рекам Тея, Есь, а прежде жили у хребта Колим на берегу Мрассу. Горные Карга, живущие теперь по рекам Бур, Таштып и Есь, жили раньше у хребта Кара-Таг на берегу Мрассу» [37, с. 272].

Еще в одном предании сообщается: «Против хребта Колим, на другой стороне Мрасса есть еще одна гора, называемая Кара-Таг. Собственно, имя Кара-Таг носят еще две горы, это – горы, у которых жили предки горных каргинцев. Часть нашего народа осталась у этих гор. Их женщины называют эти горы своим тестем, а наши здешние тестем не называют.

Наши шаманы во время камлания упоминают эти горы. Говорят, что на той мрасской горе Кара-таг есть каменная колыбель. Эту колыбель видели прежде, а теперь не могут видеть ее. Эта колыбель была колыбелью прежних наших отцов».

В следующем предании повествуется: «В ту сторону, на берегу Мрасса есть еще один хребет, по имени Колим. Водяные Карга называют его горою, у которой жили их предки. Они приглашают шаманов камлат на этой горе и приносят ей жертву. Но женщины не считают эти горы своим тестем». И, наконец, в последнем предании, записанном тем же Н. Ф. Катановым, сообщается: «Наши водяные каргинцы пришли с речки Мрасс, спустившись с черных гор. Предками их были два брата, которые, деля перья орла, рассорили и разошлись: один брат сделался водяным каргинцем, а другой – горным каргинцем. Потомки братьев этих каргинцев и теперь живут по Кабир-Сугу и Мрассу» [56, с. 261 – 262].

Н. П. Дыренкова записала в улусе Карчит на реке Анзас подобную легенду, только там сообщается о трех братьях: «Прежде три брата на реке Мрассу жили. Три брата (там живут), крылья лебедя не могли разделить, спорили между собой, поссорясь, разошлись. Три брата на три стороны разошлись. Один из них – водяной Карга, один из них – горный Карга, один из них – сайн Карга. (Так) жить стали» [32, с. 309].

Все эти легенды, подкрепленные данными этнографии, как, например, употреблением абаканцами скотоводами при молениях родовой горе Патын в качестве жертвы характерной для таежных шорцев растительной пищи и рыбы, а не мяса домашних животных, позволили Л. П. Потапову утверждать о шорском происхождении сёоков *таг-кар* и *суг-карга* [56, с. 264 – 265].

Однако существует противоположное, тоже основанное на материалах фольклора, мнение о «бирюсинском» и «кыргызском» происхождении каргинцев. По легенде, записанной В. Я. Бутанаевым от сагайца Карсе Боргоякова аила Халар следует, что «подразделение каргинцев – Суг-Харгазы (Ближне-Каргинский род) является исконно «кыргызским родом». Другая группа каргинцев – Таг-Харгазы (Дальне-Каргинский род) своей прародиной считал долину Мрассу, где находилась их родовая гора Харатаг, давшая название роду Харга» [18, с. 71]. Родовой горой Карадаг являлась также и для мрасского сёока *кызай*, обитавшего в устье реки Пызас.

Вероятно, все эти предания в какой-то мере отражают события, связанные с миграциями каргинцев, однако в них нигде не говорится о принадлежности этих сёоков к шорцам, сагайцам или бельтирам. Что же касается местонахождения родовых охотничьих территорий и гор для обоих частей сёока *карга*, то они располагались не на территории современной Шории и Хакасии, а на границах между ними, в Кузнецком Алатау. Поэтому утверждения о «шорском» или «хакасском» происхождении каргинцев равнозначны.

Родство каргинцам соседнего сёока *сайин* подтверждается легендой о трех братьях, записанной Н. П. Дыренковой: водяном карга, горном карга и сайин карга, которые, поссорившись, покинули род-

ные места в долине Мрассу и «на три стороны разошлись» [32, с. 309]. Потомки этого «шорского», по Л. П. Потапову, сёока *сайин* до сих пор сохранились среди хакасов [56, с. 395]. Примечательно, что последнее обстоятельство, а также легенды, лично записанные у хакасов, позволили этнографу В. Я. Бутанаеву назвать *сайин* – сёоком местного древнехакасского происхождения [18, с. 70]. Не вдаваясь в полемику, можно утверждать, что большинство сайинцев все же отселилось в верховья Абакана, и называть этот род «шорским» нет никаких оснований, так как только отдельные оставшиеся семьи могли вместе с каргинцами войти в состав формирующегося шорского этноса. Подтверждением тому может служить факт полного отсутствия потомков – фамилий этого сёока среди современных шорцев. А значит и рассуждения о наличии в родовом составе народов Саяно-Алтая «самодийского сёока *сайин*» [21, с. 140] могут быть справедливы только в отношении хакасов.

Третий сёок *челей*, входивший в состав среднемрасской этнолокальной группы, зафиксирован всеми исследователями как в низовья Мрассу, так и в среднем течении Кондомы. Юрты паштыка Мрасско-Елейской волости находились в улусе Ордагыал (Узун-арга или Средней Челей) [25, с. 244]. Юрты паштыка другой Кондомо-Елейской волости находились в низовьях левого притока Кондомы – реке Антроп. Такой характер расселения челейцев наблюдался с XVII в., исключая нижнемрасских, которые проникли сюда, по утверждению Л. П. Потапова, в середине XVII в. [57, с. 140]. Действительно, на карте С. Ремезова Елейская волость нанесена в среднем течении Мрассу и по реке Кондома [17, с. 53].

Из хакасской легенды следует, что челейцы верховьев Томи переселились из Сагайской степи [15, с. 157]. Л. П. Потапов считал сёок *челей* телеутским по происхождению [57, с. 140]. В подтверждение своей гипотезы он отмечал сходство «многих» элементов духовной культуры телеутов и кондомских челейцев, а также факт наличия «телеутских Кучуковых юрт» на реке Томи ниже современного г. Кемерово. Кучуковы – одна из современных фамилий потомков шорско-кондомских и кумандинских челейцев.

Проникновение челейцев в горно-таежные районы началось, видимо, еще до прихода русских и происходило в несколько этапов. Одна из групп вначале заселила среднее течение Кондомы и оттуда продвинулась на реку Чумыш, в то время как другая через долину Суеты вышла к реке Мрассу. Заселение верховьев Томи могло происходить из Сагайских степей какой-то третьей группой челейцев. Примечательно, что потомки каждой из этих групп имеют особый набор фамилий.

Неясной остается причина раскола челейцев и изменение традиционного хозяйства мрасской и верхнекондомской групп после переселения из лесостепных районов. Так, в конце XIX в. две южные группы превратились в настоящих пеших таежных охотников, имевших в пределах своей новой родовой промысловой территории культовую гору Мустаг.

К среднемрасским челейцам относят себя Торчаковы, Тортумашевы, Кискоровы, Топаковы, смешавшиеся с каргинцами Усть-Анзасской сельской территории Шерегешского городского поселения.

Часть потомков челейцев по реке Кондоме – Камзараковы, Пилины, Сурбашевы, Сулековы, Чебаковы, Эмековы были записаны в паспорте шорцами, но причисляли себя к кумандинцам. По их сообщениям в Алтайском крае проживают их близкие родственники с такими же фамилиями, но они были записаны в паспорте кумандинцами, а их дети сейчас сохраняют кумандинское самосознание. Более того, родители некоторых представителей этих шести шорских фамилий ранее также были записаны кумандинцами. В своих дневниках этнограф Н. П. Дыренкова также утверждала, что «земли по Антропу всегда считались чуждыми шорцам» [33].

**Кабырзинская** группа включала сёки *кобий* и *кызай* и занимала долину реки Мрассу от улуса Сага до устья Кабырзы, а также вверх по реке Кабырзе до самых верховьев. Местные жители говорили на особом кабырзинском говоре мрасского диалекта и имели некоторые отличительные внешние признаки. Занимались охотой, рыболовством и лишь некоторые семьи кызайцев – пчеловодством и скотоводством. До начала XX в. в жилище преобладали традиционные юрты и одаги. У мужчин-охотников на голове был повязан платок [25, с. 242].

Это родовое название есть во всех известных списках родового состава шорцев. Сёок *кобий* в середине XIX в. составлял отдельную Кивийскую или Кобыйскую волость (45 различных фамилий), аилы которой располагались по реке Кабырза и ее притокам. К концу XIX в. характер поселений меняется. Вместо восемнадцати мелких аилов переписью 1897 г. зафиксировано два улуса Кивинской волости по реке Кабырза, третий – по ее левому притоку Таяс, четвертый – по реке Анчуль, притоку Абакана. Кроме того, отдельные семьи кобийцев (*хобый* по хакасски) жили в улусах по рекам Таштып и Сея Аскизской инородческой управы.

После 1912 г. потомки кобийцев оказались в Кобуйском и Кабырзинском обществах Мрасской волости и с тех пор проживали в основном в Усть-Кабырзинском сельсовете, а с 2006 г. – в Усть-Кабырзинском сельском поселении.

В настоящее время семьи Шульбаевых, Шишкановых, Соскановых, причисляющие себя к сёоку *кобий*, продолжают составлять основную часть шорского населения Усть-Кабырзинской сельской территории, а также проживают в г. Таштагол, поселках Шерегеш, Спасск и Калары.

Промысловая территория находилась, как и у сёока *кызай* для большой, дальней охоты, в верховьях Томи и по ее притокам – Козугол, Тузак-суг, Кый-суг, Кызыл-аш, а для ближней охоты – по правому притоку Кабырзы – реке Сензас. Отдельные кобийцы промышляли на территории своих родственников сёока *кызай* [53, с. 134]. По сообщению нашего информатора Шульбаева Петра Ептисовича, 1905 г. рождения, шорца из поселка Анчуль, основные охотничьи угодья сёока *хобый* находились в истоках Абакана по Абаканскому хребту. Угодья для ближней охоты, по данным Л. П. Потапова, располагались у своей родовой горы Кёль-тайга и родовой горы кызайцев Каратаг в бассейне реки Мрассу и ее водораздела с рекой Таштып [52, с. 134; 56, с. 256]. В. Я. Бутанаев уточня-

ет расположение горы Кёль-тайга восточнее – в верховьях притока Таштып левого притока Абакана.

Первые упоминания об этом сёоке относятся к 1616 г. В это время в составе Мрасских волостей числилась Кобинская волость (Коба – по другим документам), платившая дань енисейским кыргызам. Однако уже с 1629 г. от населения этой волости начинает регулярно поступать ясак также и в Кузнецкий острог [28, с. 115]. Под названием Кавинской эта волость отмечена на карте С. Ремезова в верховьях Мрассу, против устья ее притока Пызас. В XVIII в. местоположение волости осталось прежним, но название поменялось на Кивинскую или Ковинскую.

О происхождении сёока *кобий* нет единого мнения. Академик И. Г. Георги относил «Кобанское колено» к бирюсинцам, кочевавшим «в прежние времена по реке Бирюсе», откочевавших вначале в верховьях Кондомы, а к концу XVIII в. – в верховьях Абакана «возле качинцев» [26, с. 171]. П. С. Паллас прежнее местожительство абаканских кобийцев – «кобынское поколение, состоящее из 53 луков» – определяет в горах, где они занимались исключительно охотой, а после переселения в степные долины реки Абакан освоили также полукочевое скотоводство [48, с. 507]. Е. Пестерев более конкретно пишет, что представители «Кабинской волости» перекочевали на реку Абакан с «...Мрассы реки и из других мест Кузнецкого уезда» в середине XVIII в. [51, с. 9]. Так, например, о кобийцах П. С. Паллас сообщает, что жили они раньше в горах и занимались «звероловством», а после переселения на реки Томь и Абакан «...разбогатели скотом, не покидая при этом и промыслов». Из жилищ ими использовались жердчатые юрты, покрытые сшитыми вместе берестяными пластинами и «бараньим войлоком». Остальные «поколения» к «хлебопашеству не имеют способного случая и скотом очень скудны» и «все их пропитание состоит из диких кореньев» [48, с. 515]. Исторические документы XVII – начала XVIII вв. подтверждают переселение ясачных Кивинской волости в верховья Абакана к енисейским кыргызам, где, видимо, уже обитала какая-то часть их сородичей.

После разграничения Томской и Енисейской губерний в 1836 г. постепенно стала происходить ассимиляция абаканских кобий сагайцами в составе Сагайской степной думы Минусинского округа [18, с. 72]. Эти сообщения, связанные с распадом сёока кобий на мрасскую (кабырзинскую) и абаканскую части, нашли отражение в шорском фольклоре [32, с. 305]. Во время экспедиции 1985 г. встреченные мною в поселках Таштып, Матур и Анчуль большинство представителей сёока *хобый* осознавали себя уже частью хакаского народа.

О сёоке *кобий* существует ряд различных преданий. Так, А. В. Анохин со слов учителя-хакаса Коринакова в 1916 г. в улусе Тлачек записал легенду, согласно которой «в древние времена» по реке Кабырза жила только одна семья инородца Кобыя. Затем к ней пришли «какие-то люди», которые через 20 лет оттуда откочевали, а через некоторое время вновь пришли и привели с собой других людей, с которыми прочно поселились на реке Кабырза. От семьи Кобыя и пришельцев размножился народ, который заселил тайгу и стал заниматься охотой и ручным земледелием. При-

близительно в середине XVII в. (по легенде 250 лет назад) из-за гибели посевов начался сильный голод, и многие кобыйцы отселились в Абаканскую долину на реку Таштып, где стали называться «сагай-кижи» [10]. Тесные родственные связи с мрасскими сородичами абаканские кобыйцы сохраняли вплоть до разделения Томской и Енисейской губерний в 1836 г.

По легенде, записанной Н. П. Дыренковой в 1920-е годы в поселке Анчуль, предками сёка *хобый* были Алаш и Параш, вышедшие из горы Ордо [32, с. 311]. Местонахождение этой горы-прародительницы неизвестно. Л. П. Потаповым в разное время было записано несколько легенд, в которых говорится о «шорском» (конкретно – мрасском) происхождении сёка *кобый*. В одной из них их предками называются два брата Тебир-криш и Кола-криш, жившие оседло в устье реки Таяс, левого притока Кабырзы. Они занимались земледелием и передали эти навыки соседним кызайцам, от которых сами заимствовали секрет добывания огня [52, с. 165]. В другом предании, записанном у Кабонга Боргоякова, абаканского кобыйца, говорится, что их прародиной является река Мрассу в Кузнецкой тайге [53, с. 110].

Свое предположение о «шорском» происхождении кобыйцев Л. П. Потапов подкрепляет рядом этнографических материалов и исторических документов о переселении части ясачных Кивинской (Кобыйской) волости с реки Мрассу на реку Абакан [56, с. 130; 53, с. 112]. По его мнению, отселение «бирюсинцев-скотоводов» с реки Абакан на реку Кабырза было невозможно из-за отсутствия в тайге удобных пастбищ для скота [56, с. 258]. Вслед за Г. Е. Грум-Гржимайло, он сравнил название Кивинской волости с этнонимом древних теле «Кибй», предполагая его древнетюркское происхождение [27, с. 247; 55, с. 493].

Антрополог В. П. Алексеев, обследовавший несколько черепов из старых могил абаканских кобыйцев, пришел к выводу, что тюркизация последних могла происходить только путем культурных, а не брачных контактов, так как кобыйцы сохранили в чистоте уральский расовый тип, характерный для самодийских и уральских народов [8, с. 100].

Б. О. Долгих вообще полагал, что сёок *кобый* «сравнительно молодое образование и, возможно, «отделился от какого-либо основного рода или переселился откуда-то со стороны» незадолго до появления русских в верховьях Томи [28, с. 111].

О таких переселениях повествует легенда, по которой предком кобыйцев был Хобый Алас, живший некоторое время в устье реки Матур после побега из Джунгарии при угоне кыргызов в 1703 г., а потом переселившийся в долину реки Таштып. Часть образованного им сёка откочевала затем на реку Кабырза и составила Кивинский род Кузнецкого округа. Всех бирюсинцев вместе с сёоком *хобый* В. Я. Бутанаев называет потомками общего покровителя из народа Кыргыз [18, с. 68]. Сомнительным в этой легенде, пожалуй, является время переселения сёка *кобый* на Кабырзу – после «угона в 1703 г. енисейских кыргызов». Дело в том, что Кивинская волость была в составе Мрасских волостей еще в начале XVII в., хотя, возможно, такие угоны могли быть и до 1703 г.

В. Г. Карцов поместил Кивинскую волость в районе максимального сближения верховьев рек Абакан

и Мрассу и утверждал о возможности свободного переселения части сёка *кобый* по долинам этих двух рек [36, с. 151]. О существовании постоянных торговых путей, соединявших долину Мрассу с долиной Абакана, неоднократно упоминалось в литературе [48, с. 514; 7, с. 110]. По этому пути Улуг-Чол перевозились товары, перегонялся скот из Абаканских степей к реке Бия, проходили военные отряды кыргызов и джунгар для сбора ясака с кыштымских волостей и набегов на Кузнецкий острог. Во время голода часть мрасских татар спорадически отселялась по Улуг-чолу в верховья Абакана к своим сородичам, как некогда, вероятно, откочевала оттуда. По этим же путям была угнана и возвратилась обратно часть енисейских кыргызов [41, с. 69; 4, с. 81 – 99].

Из всего сказанного можно заключить, что формирование сёка *кобый* могло происходить на его древней родовой территории по водоразделам рек Томь, Мрассу, Кабырза и Таштып. В центре этой территории возвышаются горы, связывавшие некогда воедино все части сёка, разбросанные по долинам окрестных рек. Родовым горам регулярно совершались большие моления, причем не только абаканскими, но и мрасскими кобыйцами. Отдельные сёоки временами мигрировали в пределах родовой территории по этим долинам и торговым путям, что и нашло отражение в легендах и исторических документах. После окончательного разделения Томской и Енисейской губерний в 1836 г. стали отчетливо проявляться этнографические особенности мрасских и абаканских кобыйцев. Последние, как мы убедились во время экспедиции 1985 г., осознают себя хакасами, в то время как мрасские – стали частью шорского этноса.

Сёок *кызай* был отмечен всеми исследователями конца XIX – начала XX вв. и обитал в то время в среднем течении Мрассу, в районе устьев ее притоков – Кабырза, Пызас и Кызас. Сёок *кызай* составлял в XIX в. отдельную Кызыльскую волость, которая под различными названиями (в XVII в. – Кызылкарга, в XVIII в. – Карга-кызыл, Кызылкаргинская, Кызылгаева, Кызылкаинская) всегда располагалась в районе устьев рек Пызас и Кабырза [1]. Ставка паштыка этой волости находилась в улусе Усть-Кабырза, где проживало большинство сородичей, остальные в улусах Усть-Пызас, Нижне-Кызайский, Карчит, Улун-Гол. После 1912 г. эти улусы отошли в состав Кабырзинского общества Мрасской волости, впоследствии в Усть-Кабырзинский сельсовет, а с 2006 г. – в Усть-Кабырзинское сельское поселение. Сейчас потомки кызайцев – Адыяковы, Арбочаковы, Кушаковы, Судочаковы, Ундучековы – широко расселились по Таштагольскому району. Их много в г. Таштагол и поселке Шерегеш, но основная часть проживает в Усть-Кабырзинском сельском поселении.

Из исторических документов следует, что еще в XVIII в. часть сёка *кызай* переселилась в «Киргизскую землицу» в верховья рек Таштып, Тёя и Большая Есь, где они стали именоваться *хызыл-хая* в составе Кызыльского рода (13 различных фамилий) [28, с. 108; 19, с. 58]. К настоящему времени эти абаканские потомки сёка *хызыл-хая* частично расселились по Республике Хакасия, в т. ч. и в г. Абакан, и считают себя частью хакасского этноса.

В отношении происхождения сёока *кызай* в этнографической литературе высказывались различные противоречивые гипотезы. Л. П. Потапов, опираясь на записанную им в 1934 г. легенду, где прародиной сеока называется устье реки Кабырзы, утверждал о шорском происхождении этого сёока [56, с. 267]. Охотничьи угодья сёока *кызай* находились, согласно Л. П. Потапову, также в «Шории», в местности «Шортатайга», в верховьях Томи и по ее притокам Кайтырыг, Палыгтыг, Шор-суг, а также в местности «Сарыгатайга» по реке Тюльбер, а кедровники – в верховьях рек Саим, Порлуг и на горе Кара-таг [52, с. 134 – 135].

Н. П. Дыренкова, напротив, называет сёок *кызай* «пришлым из сагайских степей» [32]. Позднее этнограф В. Я. Бутанаев высказал аналогичную гипотезу, в подтверждение которой использовал материалы исторического фольклора. По записанной им у хакасов легенде сёок *хызыл-хая* получил свое название от родовой горы Хызыл хая (Красная скала) в верховьях Томи, где в древности жили два брата: Хызыл-хая и Хобый алас. Впоследствии образованные этими братьями сёоки спустились на плотах по Томи до устья Мрассу, затем поднялись вверх по последней до устья левого ее притока – Пызас, где и обосновались, сменив название на *кызай*. Спустя некоторое время часть сёока *кызай* отселилась в верховья Таштыпа и Большой Еси, где вошла в состав сагайцев-хакасов и стала именоваться *кызыл-гая*, оставшаяся часть образовала самостоятельную Кызыльскую волость Кузнецкого уезда [18, с. 71]. В другой работе указанного автора предком сёока *хызыл-хая* «считался один мальчик, выросший в пещере этой родовой горы» (Хызыл хая) [19, с. 58].

Не исключено, что эти легенды в какой-то мере отражают реальные события, происходившие задолго до появления русских. Формирование сёока *кызай* вполне могло происходить в верховьях Томи на его древней промысловой территории. Отсюда по каким-то причинам он переселился в верховья Мрассу, где долго не мог поделить землю с сёоком *кый* (кой) [52, с. 165]. Отсутствие свободных угодий вынуждало людей охотиться на своей прежней промысловой территории в верховьях Томи. Отдельные семьи *кызайцев* из-за голода откочевали к р. Таштыпу на освобожденные земли после ухода кыргызов.

**Пызасская** группа объединяла сёоки таеш или узют-шор, чорал и кечин, обитавшие по реке Пызас в местности Чегорал, а также в верховьях Мрассу в районе устья реки Бугзас. Здесь был распространен особый переходный говор и проявлялись своеобразные антропологические признаки [68, с. 15]. Преобладало комплексное хозяйство (охота, земледелие, пчеловодство, рыболовство, собирательство). Скотоводство из-за отсутствия удобных пастбищ и традиционных навыков было незначительным. Отдельные предприимчивые торговцы стали обзаводиться жильем, одеждой, утварью на манер русских крестьян [7, с. 195].

Шорский сёок *чегорал*, упоминающийся в списке А. В. Адрианова, в начале XX в. стал именоваться чорал, а его две фамилии Ачеловы и Тенешевы встречаются сейчас, кроме города Таштагола и поселков Шерегеш и Спасск, в деревнях Кызыл-Шорской и Усть-Кобырзинской сельской территории. Скорее

всего, это не сёок, а производный эпоним (родовое имя) местности Чегорал. Здесь в конце XIX в. обитало два сёока – таеш и кечин. А. В. Адрианов, посетивший в 1881 г. эти места, заметил, что представители сёока узют-шор скрывали свое самоназвание, так как «узют» обозначает покойническую кость и что «Таяши ...они же и Узут-Шорву» [7, с. 195]. Все это позволяет нам предполагать что представители сёока узют-шор на рубеже XX столетия сменили свое прежнее название и стали причислять себя к сёоку таеш.

Территория расселения сёока *узют-шор* и *таеш* по сравнению с XIX в. сейчас значительно расширилась, и кроме реки Пызас, его потомки проживают в г. Таштагол, поселках Шерегеш и Спасск и населенных пунктах Кызыл-Шорской и Усть-Кабырзинской сельской территории. Представители сёока узют-шор оказались в составе Чилису-Анзасского общества Мрасской волости (затем Челису-Анзасского сельсовета, а после 2006 г. Усть-Кабырзинского сельского поселения) и причисляли уже себя к сёоку *таеш*.

Кроме шорцев, сёок таеш зафиксирован в Сагайской степи в составе Изушерского рода в форме *таяс* (20 различных фамилий с подразделениями: ах-таяс – белый таяс и хара-таяс – черный таяс [20, с. 60]). О происхождении хакасской части сёока таеш существует легенда, записанная впервые Н. Ф. Катановым [38, с. 117] и впоследствии неоднократно опубликованная в других работах [54, с. 124; 50, с. 133]. Согласно этой легенде три брата из рода *таяс* – Кок-Тос, Маныс и Анийн жили в лесу. Боясь нападения соседних саянцев, они обратились к князю бельтиров Ептису с просьбой о покровительстве. Он переселил их поближе к себе в верховья Монока. Произошло это не ранее середины XVIII в., так как именно тогда, в восьми верстах к югу от устья реки Аскиз, князя Ептиса встретил на своем пути академик П. С. Паллас [48, с. 497]. Опираясь на эту легенду и архивные материалы, Л. П. Потапов, К. М. Патачаков и В. Я. Бутанаев считают хакацкий сеок *таяс* частью шорского сеока таеш, откочевавшего с реки Пызас, куда впадает река Онзас с притоком Таяш Кузнецкой тайги [56, с. 268; 49, с. 133; 19, с. 60; 20, с. 20]. Это подтверждается и картой С. Ремезова, на которой в этих местах обозначены юрты «Тазашы» [17, с. 52], хотя в ясных списках XVII – XVIII вв. такой волости не числилось.

Лингвист М. Н. Боргояков, напротив, называет его кыргызским и «всегда обитавшим на реке Пызас». В подтверждение им используется исторический документ, где говорится о разгроме в 1704 г. отрядом казаков во главе с П. Собанским и Ф. Сорокиным нескольких кыргызских юрт на реке Пызас [16, с. 129]. Действительно, такое событие имело место, но оно было связано с бегством части енисейских кыргызов от принудительного переселения в Джунгарию [41, с. 76]. Беглые кыргызы скрывались не только на реке Пызас, но также и в волостях вдоль торгового пути Улуг-Чол, соединявшего Абаканские степи с Алтаем [7, с. 110].

Можно предположить, что в начале XVIII в. произошло включение части сбежавших от джунгар кыргызов в Мрасско-Изушерскую и Карачерскую волости. Вполне вероятно, эти кыргызы могли быть из рода таеш, так как их охотничьи территории вплоть до начала XX в. были в верховьях Абакана и Лебеди.

Третий сёок кечен из Пызасской этнолокальной группы, составлявший до 1635 г. самостоятельную Киченскую волость, а затем вошедший в состав Мрасско-Изушерской, был одним из самых малочисленных родов, обитавших в верховьях Мрассу [28, с. 107].

После 1912 г. основная часть потомков сёока кечин составила Киченское общество Мрасской волости, а с образованием Горно-Шорского национального района вошла в Чилису-Анзасский сельсовет, а с 2006 г. – в Усть-Кабырзинское сельское поселение.

По сведениям Л. П. Потапова, сёок *кечин* раньше состоял из трех фамилий: Ептегешевы, Шипеевы и Тиингешевы, основателями которых, согласно легенде, было три брата: Ептеш, Шипей и Тиин. Первые два брата положили начало сёоку кечин, а третий – Тиин вошел в сёок таеш [56, с. 165, 178]. По нашим данным, фамилия Ептегешевых у шорцев в настоящее время не встречается, а к сёоку кечин, кроме Шипеевых, относят себя еще Башевы. Возможно, что последние – отделившаяся часть семей Пашевых сёока ак-шор. Произойти это могло не ранее середины XIX в., так как фамилия Башевых числилась в 1832 г. только в составе Карачерского рода [2].

В настоящее время потомки этого сёока – семьи Башевых и Шипеевых – широко расселились по Таштагольскому району и проживают, кроме реки Пызас и верховьев Мрассу, в г. Таштагол, п.г.т. Шерегеш и Спасск, а также в населенных пунктах Усть-Кобырзинского сельского поселения.

Сформировался сёок *кечин*, скорее всего, еще задолго до прихода русских в верховья Мрассу, где находилась его родовая гора Тенгри-тау и где осталась большая часть его потомков [53, с. 134].

**Верхнемрасская** группа состояла из одного сёока *кый* (кой), семьи которого широко расселились в небольших аилах верховьев Мрассу и ее притоков – Колзасу, Узасу, Кыязасу и отличались особым верхнемрасским говором. Но для соблюдения экзогамии в этой этнолокальной группе д. б. еще один сёок.

Основным занятием местных кыйцев были охота и рыболовство, некоторые практиковали пчеловодство, переняв его у соседних русских старообрядцев и приискателей. Как и соседние кобыйцы, проживали в бревенчатых прямоугольных в плане юртах.

Этот эпоним *кый* название встречается во всех списках родового состава шорцев. Кроме того, в списке В. В. Радлова и Н. П. Дыренковой числятся дополнительно сёоки *койы* и *кой*, которые Л. П. Потапов считает различными вариантами одного и того же эпонима *кый* или *кой* [52, с. 17].

Сёок *кый* (кой) в конце XIX в. составлял отдельную Кийскую или Койскую волость, располагавшуюся в верховьях Мрассу и по ее притоку Кыязас, где находилась ставка паштыка. Другая часть сёока под названием *хый* (13 различных фамилий) расселялась по рекам Таштып, Тея, Есь, Сея, Анчуль, Большой и Малый Сыр и входила там с XVIII в. в Кийский (Койский, Кийско-Кивинский или прости Кивинский) административный род Минусинского округа [38, с. 95; 20, с. 18]. После административной реформы 1912 г. мрасские кыйцы вошли в состав Кийского общества Мрасской волости, затем в Усть-Колзасский сельсо-

вет, а с 2006 г. – в Усть-Кабырзинское сельское поселение.

В настоящее время шорскими потомками этого сёока считают себя Кусургашевы и Шельтрековы. В начале 1960-х годов в связи с реорганизацией колхозов они покинули свою этническую территорию и расселились частично по рекам Бугзасс и Кабырза в Чилису-Анзасском и Усть-Кабырзинском сельсоветах, частично в поселках Мрассу и Камзас Усть-Колзасского сельсовета (сейчас Усть-Кабырзинское и Кызыл-шорское сельские поселения). Отдельные семьи потомков кыйцев живут в г. Таштагол и п.г.т. Спасск.

Первые сведения о сёоке *кый* (Кувинской и Кизинской волости по реке Мрассу) дают русские исторические документы 1629 г. [48, с. 408]. На карте С. Ремезова в тех же местах обозначена Кавинская волость. В XVIII в. сёок *кый* частично обитал в верховьях Мрассу и составлял Кивинскую волость [56, с. 132], частично – в верховьях Абакана, где образовал «Каинское поколение бирюсинцев» [48, с. 507, 515; 26, с. 171; 51, с. 9].

О происхождении сёока *кый* сведения противоречивы. Б. О. Долгих считал его молодым образованием, переселившимся «со стороны» в верховья Мрассу вместе с другими «бирюсинцами»: сёоками *кобый*, *кызай*, *карга* [28, с. 111]. Л. П. Потапов, опираясь на записанную им легенду о переселении сёока *кый* с реки Мрассу на реки Абакан, Таштып, Матур, напротив, принимал его за коренной «шорский» сёок [53, с. 121].

Очевидно, формирование сёока *кый*, как и предыдущего – *кобый*, происходило до прихода русских в пределы своей древней охотничьей территории в верховьях Абакана, по рекам Итыл, Тардаш, Кызас. Впоследствии кыйцы расселились в верховьях Мрассу и по левым притокам верховьев Абакана и свободно могли мигрировать друг к другу.

Название сёока, согласно Н. М. Боргоякову, происходит от гидронима Хый (река Кия) [15, с. 142], который, по А. П. Дульзону, является кетским по происхождению [30, с. 250]. Однако, все это сомнительно, так как сёок *кый*, по крайней мере с XVII в., жил на многие сотни километров к югу от реки Кии и не имел там никогда охотничьих угодий. В то же время сёок располагался в долинах рек Кыязас (Хыйзас по хакасски) и Матур, по водоразделу которых возвышалась родовая гора Пустаг [19, с. 58]. Вполне правильное будет увязать эпоним *кый* с гидронимом Кыязас и считать его кетским по этногенезу, учитывая, что окончание *зас* аналогично кетскому слову *сас* или *сес*, – река [19, с. 58; 20, с. 18]. Лингвист Г. В. Косточаков считает, что все шорские этнонимы на Мрассу (Кобый, Кызай, Кый, Кечин, Карга) кетского происхождения [43, с. 66].

**БИРЮСИНЦЫ** кондомские подразделялись на две локальные группы.

**Верхнекондомская** в конце XIX в. состояла из сёоков *ак-шор*, *кара-шор*, *сары-шор*, *челей*, расселявшихся от верховьев реки Кондомы до с. Кондомского. Их объединял особый верхнекондомский говор кондомского диалекта [63], общность форм хозяйства: охота, ручное земледелие и пчеловодство, рыболов-

во и сбор кедрового ореха [64, с. 21]. Среди них было значительно влияние русской материальной культуры и христианства со стороны приискателей Спасска и миссионеров.

Л. П. Потапов предлагал включить в состав основного рода шор - сёок *кызыл-шор*, представителей которого – семью Тепчегешевых – он встретил в начале 1930-х годов на реках Колзас и Узас – левых притоках верховьев Мрассу (бывший Усть-Колзасский сельсовет). Им же сообщалось, что этот сёок имел спорные с челканцами охотничьи угодья в верховьях Абакана, по его притоку Кара-суг [52, с. 134]. По данным Н. П. Дыренковой Тепчегешевы проживали где-то в те же годы еще и в верховьях Кондомы в Кызыл-Шорском сельсовете, а отдельными семьями – в Усть-Кабырзинском сельсовете [32]. По нашим полевым материалам следует, что большинство Тепчегешевых в настоящее время проживает в населенных пунктах Кызыл-Шорского и Кабырзинского сельских поселений, то есть там, где когда-то обитал сёок *сары-шор*. Отдельные семьи с этой фамилией переселились в конце 1950-х годов в г. Таштагол, поселки Шерегеш и Спасск.

Правильнее будет полагать, что фамилия Тепчегешевых ранее принадлежала к сёоку *сары-шор*, а сёок *кызыл-шор* вообще не существовал. Часть семей сёока *сары-шор* в 1930-е годы вполне могла отселиться в верховья Мрассу (Усть-Колзасский сельсовет), где их обнаружил и принял за самостоятельный род Л. П. Потапов. Поэтому у Тепчегешевых не появилось новой родовой территории и промышляли они, как и прежде, на охотничьей территории своего прежнего сёока *сары-шор*.

Не совсем ясным остается вопрос относительно фамилий Пашевых, Шуткариных, Тунековых, представители которых по нашим данным 1980-х годов причисляли себя к сёоку *ак-шор*. Прежнюю охотничью территорию этого рода шорцы нам называли в верховьях Кондомы по Бийской Гриве. Как в 1930-х годах, так и в настоящее время большинство этих фамилий встречается в поселках по правобережью верховьев Кондомы. В 1950 – 60-е гг. часть семей переселилась из поселков Коуринского сельсовета в г. Таштагол, п.г.т. Шерегеш и Спасск. Можно предположить, что эти семьи – отделившаяся часть соседнего сёока кара-шор, хотя нельзя исключать возможность существования в начале XX в. самостоятельно сёока *ак-шор*, кровнородственного трем соседним – *кара-шор*, *сары-шор*, *узют-шор* - *таеш*.

После административной реформы 1912 г. большинство потомков сёоков *кара-шор* и *сары-шор* составили около восьми обществ Верхнекондомской волости, впоследствии Кызыл-Шорского, Тугунского, Спасского сельсоветов, а после 2006 г. – Кызыл-Шорское сельское поселение.

Происхождение сёока *шор* остается невыясненным. Е. Пестерев и П. С. Паллас, посетившие «шорских татар» в верховьях Абакана в середине XVIII в. считали их потомками бирюсинцев, переселившихся первоначально с реки Бирюсы в верховья Кондомы, а потом, в начале XVIII в., возвратившихся на реку Абакан [51, с. 9; 48, с. 50].

Н. П. Дыренковой в улусе Акколь, что в верховьях Томи, чуть ниже устья реки Мрассу, была записана

легенда о набегах воинственного «народца Шот» и столкновениях его с родами *кызай*, *кобий*, *кый*, *таеш* [32, с. 309]. Исходя из текста легенды, можно предполагать степное происхождение этого народа, хотя сама Н. П. Дыренкова не определяла его этническую принадлежность. Позднее Л. П. Потапов сравнил название «Шот» с этнонимом *чода* или *чоды* – самодийской родоплеменной группы, растворившейся среди карагасов, тувинцев-тодзинцев, кумандинцев и тубаларов [56, с. 493]. Как бы продолжая развивать гипотезу о самодийском происхождении сёока *шор*, этнограф В. И. Васильев сопоставил шорский эпоним чор (*шор*) с северосамодийским *чор* у ненцев [21, с. 155 - 156].

Свою точку зрения высказал исследователь этнографии хакасов В. Я. Бутанаев, который считает, что «шот» – это шорское произношение русского термина «чудь». Хакасы термином шот или чуут, чоот называют народ Ах-хорат, т. е. «белоглазый», который согласно историческим преданиям проживал в долине Среднего Енисея.

Оригинальный вариант этимологизации эпонима *шор* предложил Э. Ф. Чиспияков. Он выделил в тюркских языках группу близких по значению слов, из которых мог быть заимствован один из семантических типов этнонимов – «человек», «люди». Для сравнения им выбраны слова: кирг. *чор* – «низкий раб», *чору* – «служанка»; кераим. *чора* – «работник»; тув. *чура* – «раб», «рабыня», «невольник», «холоп», «слуга»; узбек. *чури* – «рабыня»; уйг. *чори* – «рабыня, пленница». Все эти слова, как полагал Э. Ф. Чиспияков, восходят к одному иранскому корню [63, с. 37].

Со времен А. Н. Аристова существует мнение, что этноним шор исходит от названия реки Шора – левого притока Томи (ныне – территория Хакасии) [11, с. 69; 15, с. 143]. Интересен и тот факт, что в верховьях реки Шоры есть гора Шор-тайга.

**АБИНЦЕВ** можно подразделить на 4 локальные группы.

**Нижнекондомская группа**, наиболее смешанная в этническом и этноязыковом отношении, состояла из потомков сёоков *аба*, *себи*, *тарткын*, *кереш*, которые к началу XX в. под сильным влиянием русских уже утратили многие элементы традиционной культуры. Отдельные семьи в улусах Томазак (Мыски) и Тагдылаал (Осинники) занимаясь торговлей и скупкой мехов, меда, ореха, наживали большие состояния и имели крестовые двухэтажные дома [7, с. 174]. Жители улуса Абинцы (потомки абинцев XVII – XVIII вв.) вместе с русскими из соседних деревень занимались извозом – доставкой по Томи, Мрассу и Кондоме на лодках-долбленках муки и других грузов на прииски и в отдаленные улусы. Основным занятием большинства шорцев нижнекондомских улусов под влиянием русских крестьян стало пашенное земледелие, стойловое скотоводство и пчеловодство. Только некоторые бедные мелкие семьи продолжали существовать за счет охоты, рыболовства и собирательства [64, с. 631]. Местные мужчины почти все носили одежду русского типа: фабричные шаровары, сатиновую рубашку, суконное пальто, картуз или фетровую шляпу, кожаные сапоги, зимой – овчинную шубу и шапку. Женщины шили платья из покупной материи и халаты из черного сукна. Кое-где еще сохранились старинные телеут-

ские женские платья со стоячим, обшитым гарусными нитками воротником «чага». Этническое окружение русских крестьян и особенно Кузедеевский стан Алтайской православной духовной миссии привели к быстрой этнокультурной ассимиляции большинства населения низовьев Кондомы.

**Мундыбашская группа** состояла преимущественно из представителей сёков *калар* и *чедибер*, которые имели особый говор [63, с. 39]. Основой их хозяйства были охота, земледелие и отчасти пчеловодство. Скотоводство и рыболовство у жителей небольших аилов долины Мундыбаша были развиты очень слабо [5, с. 936]. Проживали каларцы в бревенчатых юртах, мужчины одевались в домотканые халаты, штаны, а женщины носили платья, из обуви те и другие использовали кожаные сапоги.

В настоящее время потомки этой группы – тэли – проживают в населенных пунктах Каларского сельского и Мундыбашского городского поселений.

О происхождении сеока *чедибер* существует несколько противоречивых гипотез. Так, краевед-геолог Г. П. Старков, переводя этноним *чедибер/четтибер/йеттибер* с древнетюркского как «семь волков», сравнивает его с самодийским *йоты/юты/чоду* + финальный формант *пер* и предполагает, что это название «легендарного народа рудокопов и металлургов – чуди» [60, с. 130].

**Антропская группа** состояла из сёков *челей* и *чедибер*, включая отдельные кумандинские семьи. Все они вследствие длительного совместного проживания имели особый антропский говор. У чедиберов главным источником жизнеобеспечения в конце XIX в. была охота, у челейцев – пчеловодство [24, с. 75]. Земледелие не обеспечивало потребностей, и мука дополнительно закупалась на Спасском прииске у кумандинцев и русских торговцев. Местные жилища были разнообразны – от русских изб до срубных юрт с засыпанной землей жердчатой крышей [22, с. 145]. Близкое соседство с кумандинцами привело к заимствованию у последних некоторых элементов одежды: вязанных носков, кушаков с вышитыми на них геометрическими узорами [10]. Влияние Кондомского отделения Алтайской православной духовной миссии привело к постепенному изменению мировоззрения и обрядов у населения.

Юрты паштыка Кондомо-Елейской волости в XIX в. находились, как уже отмечалось, в низовьях левого притока Кондомы – реке Антроп. В настоящее время к шорским потомкам кондомских челейцев причисляют себя Ачулаковы, Каташевы, Кунгушевы, Кучуковы, Полчановы, Чепсораковы, Шурлачаковы, которые проживают в основном в г. Таштагол, п.г.т. Шерегеш и Спасск, а также в населенных пунктах Кызыл-Шорского и Коуринского сельских поселений.

**Нижнеморская группа** имела особый говор, ставший основой современного шорского литературного языка [63]. Состояла она из потомков сёков *аба*, *челей*, *тарткын*, которые имели своеобразный антропологический тип, «резко отличающийся от монголо-

идного» [63, с. 348]. Население нижнеморских улусов Красный яр, Мыски было социально неоднородным. Значительная часть семей занималась скупкой ореха и пушнины у верховских шорцев с перепродажей товара по завышенным ценам на рынках Сибири, отчего и получила кличку «садыгчелар», т. е. «торгаши». Высокоразвиты были скотоводство и рыболовство, имевшие к началу XX в. товарный характер [64, с. 25]. Основным жилищем были русские избы, у богатых – крестовые дома. Бревенчатые юрты использовались только летом у бедняков.

Потомками нижнеморских и верхнетомских челейцев являются шорские семьи Акуляковых, Акушаковых, Апанавых, Бекреневых, Мижиковых, Мойнаковых, Мойтаковых, Чульджановых, проживающие в поселках Чувашка, Подобасс, Безруковсково Мысковского городского поселения, а также в гг. Мыски и Междуреченск.

### Заключение

После административной реформы 1912 г. все управы кузнецких татар были преобразованы в обычные административные волости уже с «соседскими инородцами», что привело не к консолидации, а скорее к миграциям в пределах новых административных образований, разрушению внутрисемейных связей, потере локальной этничности и ассимиляции среди увеличивающегося русского населения в процессе переселенческой политики российского государства. Институт паштыков был упразднен, а с ним старая форма сбора налогов, традиционное самоуправление и организация системы судопроизводства. Кузнецкие инородцы были прикреплены по месту проживания, что улучшило систему учета и сбор налогов. В то же время возникла межэтническая напряженность, особенно в населенных пунктах с преобладанием русского населения [59, с. 140].

В советский период в границах Горно-Шорского национального завершился процесс этногенеза шорцев, хотя многие десятилетия продолжался процесс локализации прежних этнотерриториальных групп в границах образованных сельских советов. При этом в состав шорцев вошли местные группы кумандинцев, челканцев, сагайцев и телеутов. В послевоенный период активного промышленного освоения территории реорганизованного в 1939 г. национального района и ликвидации колхозов начался необратимый процесс миграции шорских семей из разных сёков в города и крупные поселки, что привело к началу XXI в. к значительной урбанизации (до 90 %) населения. Молодое поколение современных городских шорцев не знает родного языка, не сохранило предметы традиционной бытовой культуры и имеет смутное представление о своем этногенезе и этнической истории. А это значит – этнос находится на стадии необратимой полной ассимиляции, несмотря на усилия властей и представителей шорской национально-политической элиты в привнесении элементов этнокультурного неотрадиционализма.

### Литература

1. ГАТО. Ф. 3. Оп. 19. Д. 131. Л. 207.
2. ГАРХ. Ф. И-2. Оп. 1. Д. 140.

3. Абдрахманов М. А., Бонюхов А. А. Топонимические названия Шории // Языки и топонимия Сибири. Вып. 1. Томск, 1966. С. 159 – 169.
4. Абдыкалыков А. Переселение Енисейских кыргызов в начале XVIII в. и их историческая судьба // Этнические культуры Сибири. Проблемы эволюции и контактов: сб. ст. Новосибирск, 1986. С. 81 – 99
5. Адрианов А. В. Сеоки и шуточные характеристики инородческих родов (сёоков) // Потанин Г. И. Очерки Северо-Западной Монголии: мат-лы этнографические. СПб., 1883. Вып. IV. С. 936 – 941.
6. Адрианов А. В. Кузнецкий край // Живописная Россия. Т. XI. СПб.; М., 1884. С. 273 – 302.
7. Адрианов А. В. Путешествие на Алтай и за Саяны, совершенное в 1881 г. // Записки ИРГО. СПб., 1888. Т. II. С. 147 – 422.
8. Алексеев В. П. Антропологические данные и проблемы происхождения шорцев // Ученые записки ХакНИИЯЛИ. Абакан, 1965. Вып. XI. С. 86 – 100.
9. Анохин А. В. Кузнецкие инородцы Томской губернии // Историко-культурное и природное наследие Горной Шории: Шорский сб. Кемерово, 1994. Вып. I. С. 49 – 64.
10. Анохин А. МАЭ РАН. Ф. 11. Оп. 1. Д. 84.
11. Аристов Н. А. Заметки об этническом составе тюркских племен и народностей и сведения об их численности // Живая старина: журн. Мин. нар. просвещ. СПб., 1897. Вып. III – IV. С. 277 – 456.
12. Битадзе Л. О. Популяционно-генетическая характеристика населения Горной шории // Шорский сб.: Историко-культурное и природное наследие Горной Шории. Кемерово, 1994. Вып. I. С. 259 – 264.
13. Богораз В. Г. Древние переселения народов в Северной Евразии и в Америке // Сб. МАЭ, 1927. Т. VI. С. 37 – 62.
14. Бонюхов А. А. О микрогидронимах Горной Шории // Краевед Кузбасса. Новокузнецк, 1971. Вып. 4. С. 145 – 155.
15. Боргояков М. И. О происхождении названия Сора // Ученые зап. ХакНИИЯЛИ. Сер. Филолог. Абакан, 1973. Вып. 18. № 2. С. 142 – 144.
16. Боргояков М. И. Вопросы этногенеза хакасов XVII – XVIII вв. и исторические предания // Ученые зап. ХакНИИЯЛИ. Сер. история. 1974. Вып. 19. № 5. С. 120 – 131.
17. Бородаев В. Б., Контев А. В. Исторический атлас Алтайского края: картографические материалы по истории Верхнего Приобья и Прииртышья (от античности до начала XXI века). 2-е изд., испр. и доп. Барнаул: Азбука, 2007. 216 с.
18. Бутанаев В. Я. Происхождение хакасов по данным этнонимии // Историческая этнография (традиции и современность). Л., 1983. С. 68 – 73.
19. Бутанаев В. Я. Бирюсинцы // Этнические и этнокультурные процессы у народов Сибири: история и современность: Сб. научных трудов. Кемерово: КемГУ, 1992. С. 55 – 62.
20. Бутанаев В. Я. Происхождение хакасских родов и фамилий. Абакан, 1994. 93 с.
21. Васильев В. И. К проблеме этногенеза самодийских народов // Социальная организация в культуре народов Севера. М., 1974. С. 133 – 175.
22. Вербицкий В. Записки миссионера Кузнецкого отделения Алтайской духовной миссии, священника В. Вербицкого за 1862 г. // Православное обозрение. М., 1863. Т. 5. № 2. С. 143 – 161.
23. Вербицкий В. Записки миссионера Кузнецкого отделения Алтайской духовной миссии за 1866 г. // Православное обозрение. М., 1867. Т. 8. № 1. С. 165 – 180.
24. Вербицкий В. И. Алтайцы. Томск, 1870. 224 с.
25. Вербицкий В. И. Кочевья инородцев Кузнецкого округа по реке Томи, Мрассе и Кондоме // Памятная книжка Томской губернии на 1871 г. Томск, 1871. С. 242 – 249.
26. Георги И. Г. Описание всех в Российском государстве обитающих народов. СПб., 1776. Ч. 2. С. 161 – 171.
27. Грум-Гржимайло Г. Е. Западная Монголия и Урянхайский край. Л., 1926. Т. 2. 896 с.
28. Долгих Б. О. Родовой и племенной состав народов Сибири в XVII в. // ТИЭ АН СССР. Нов. сер. М.-Л., 1960. Т. 55. С. 104 – 118.
29. Дульзон А. П. Былое расселение кетов по данным топонимии // Географические названия. Вопросы географии. Т. 52. М., 1962. С. 68 – 78.
30. Дульзон А. П. Топонимика Западной Сибири как один из источников ее древней истории // Из истории Кузбасса. Кемерово, 1964. С. 246 – 257.
31. Дыренкова Н. П. АМЭ РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 122 – 123.
32. Дыренкова Н. П. Шорский фольклор; зап., пер., вступ. ст. и прим. Н. П. Дыренковой // АН СССР. М.; Л., 1940. 448 с.
33. Дыренкова Н. П. Тюрки Саяно-Алтая. Статьи и этнографические материалы. СПб: МАЭ РАН, 2012. 408 с.
34. Иванов С. В. Шорцы. Материалы по изобразительному искусству народов Сибири XIX – начала XX вв.: сюжетный рисунок и другие виды изображений на плоскости // ТИЭ, новая серия, 1954. Т. 22. М.; Л., 1954. С. 661 – 674.
35. Иванов С. В. Орнамент // Историко-этнографический атлас Сибири. М.; Л., 1961. С. 72 – 375.
36. Карцов В. Г. Хакасия в период разложения феодализма (XVII – пер. пол. XIX вв.). Абакан, 1970. 197 с.
37. Катанов Н. Ф. Предания присаянских племен о прежних делах и людях // Императорское Русское географическое общество. Отд. этнографии. Записки. СПб., 1909. Т. 34. С. 265 – 288.
38. Катанов Н. Ф. Хакасский фольклор. Абакан: Хакасс. кн. изд-во, 1963. 162 с.

39. Ким А. Р. Материалы по краниологии шорцев и кумандинцев // Западная Сибирь в эпоху средневековья. Томск, 1984. С. 180 – 195.
40. Кимеев В. М. Шорцы. Кто они? Этнографические очерки. Кемерово, 1989. 189 с.
41. Копкоев К. Г. Об угоне «енисейских кыргызов» в Джунгарию в начале XVIII в. // Ученые записки ХакНИИЯЛИ. Абакан, 1965. Вып. XI. С. 65 – 85.
42. Косточаков Г. В. Словарь шорских фамилий: уч. пособие для студентов шорского отделения КузГПА. Кемерово: Кузбасс, 2005. 140 с.
43. Косточаков Г. В. Кетский компонент в шорском этносе (по данным ономастики) // Шорский этнос: вопросы сохранения и развития; доклады научно-практической конференции, посвященной 20-летию основания и 15-летию открытия музея этнографии и природы Горной Шории 10 – 11 июня 2010. Таштагол, 2013. С. 62 – 72.
44. Кызласов Л. Р. К вопросу об этногенезе хакасов // Ученые записки ХакНИИЯЛИ. Вып. 7. Абакан, 1959. С. 70 – 126.
45. Лавряшина М. Б., Толочко М. В. ШОРЦЫ: исследование генетической структуры популяции по данным фамильного анализа и генетических маркеров // Шорский этнос: вопросы сохранения и развития; доклады научно-практической конференции, посвященной 20-летию основания и 15-летию открытия музея этнографии и природы Горной Шории. 10 – 11 июня 2010 г. Таштагол, 2013. С. 137 – 147.
46. Лукина Н. В. Формирование материальной культуры у хантов. Восточная группа. Томск, 1985. 362 с.
47. Миллер Г. Ф. История Сибири. 2-е изд., доп. М., 2000. Т. II. 796 с.
48. Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. СПб., 1788. Ч. III., половина I. 624 с.
49. Патачаков К. М. Родовой состав и народные предания о происхождении бельтиров // Ученые записки ХакНИИЯЛИ. Абакан, 1959. Вып. 7. С. 127 – 134.
50. Патканов С. К. Статистические данные, показывающие племенной состав населения Сибири, язык и роды инородцев (на основании данных спец. разработки материалов переписи 1897 г.). Т. II. Тобольская, Томская и Енисейская губ. // Записки ИРГО по отд. статист. СПб., 1911. Т. XI. Вып. 2. С. 270 – 301.
51. Пестерев Е. Новые ежемесячные сочинения. Ч. LXXXII. СПб., 1973. С. 9 – 10.
52. Потапов Л. П. Очерки по истории Шории. М.; Л., 1936. 260 с.
53. Потапов Л. П. Этнический состав сагайцев // СЭ, 1947. № 3. С. 103 – 127.
54. Потапов Л. П. Очерки по истории алтайцев. М.; Л., 1953. 444 с.
55. Потапов Л. П. Шорцы // Народы Сибири. М.; Л., 1956. С. 492 – 538.
56. Потапов Л. П. Происхождение и формирование хакасской народности. Абакан, 1957. 396 с.
57. Потапов Л. П. Этнический состав и происхождение алтайцев. Л., 1969. 196 с.
58. Радлов В. В. Из Сибири. М., 1989. 749 с.
59. Садовой А. Н. Реформы конца XIX – начала XX вв. и их социально-экономические последствия для коренного населения // Шорский национальный природный парк: природа, люди, перспективы; Ин-т угля и углехимии СО РАН. Кемерово, 2003. С. 137 – 144.
60. Старков Г. П. Этнический субстрат Горной Шории в дотюркскую эпоху // Шорский этнос: вопросы сохранения и развития: доклады научно-практической конференции, посвященной 20-летию основания и 15-летию открытия музея этнографии и природы Горной Шории. 10 – 11 июня 2010 г. Таштагол, 2013. С. 122 – 135.
61. Сувейздис П. Г. Сельское хозяйство в Кузнецком округе // Сельское хозяйство и лесоводство. М., 1900. № 4. С. 187 – 292.
62. Уманский А. П. Телеуты и русские в XVII – XVIII вв. Новосибирск, 1980. 296 с.
63. Чиспияков Э. Ф. Диалекты шорского языка // Язык, история, культура тюрков Южной Сибири. Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004. С. 115 – 146.
64. Швецов С. П. Горный Алтай и его население. Черновые инородцы Кузнецкого уезда. Экономические таблицы. Т. 3. Вып. 4. Барнаул, 1903.
65. Эрднеев У. Э. Городище «Маяк». Кемерово, 1960. С. 67.
66. Ядринцев Н. М. Сибирские инородцы, их быт и современное положение: этнографические и статистические исследования с приложением статистических таблиц. СПб.: изд-е И. М. Сибирякова, 1891. 308 с.
67. Ярославцев Д. По Горной Шории // Шорский сб.: Историко-культурное и природное наследие Горной Шории. Кемерово, 1994. Вып. I. С. 64 – 85.
68. Ярхо А. И. Алтае-Саянские тюрки. Антропологический очерк. Абакан, 1947. 147 с.

#### Информация об авторе:

**Кимеев Валерий Макарович** – доктор исторических наук, профессор кафедры археологии КемГУ, [kimeev@mail.ru](mailto:kimeev@mail.ru).

*Valeriy M. Kimeev* – Doctor of History, Professor at the Department of Archaeology, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 902.7 (575.17)

## РУССКАЯ КОЛОНИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ШОРСКОГО ЭТНОСА

В. М. Кимеев

## THE RUSSIAN COLONIZATION AS THE BASIS OF THE SHORETHNOS

V. M. Kimeev

*Работа выполнена по гранту РГНФ № 14-11-42003.*

В статье выявляются изменения административного устройства и социальной организации кузнецких татар-шорцев в XVII – XX вв. как результат военно-административной и хозяйственно-экономической колонизации российских властей Верхнего Притомья. Результатом такой колонизации явилось формирование ядра будущего этноса – кузнецких татар-шорцев, который сложился из различных по происхождению этнолокальных групп, родственных соседним сагайцам-хакасам, северным алтайцам (кумандинцам и челканцам), а также ачкештымам-телеутам. Впервые подробно показана особенность формирования этнической идентификации шорцев в условиях национально-государственного строительства в советский период истории России. В этот же период существования Горно-Шорского национального района окончательно определились современные этнические границы шорского этноса, в условиях его дисперсного расселения на юге Кузбасса в крупных городах (большинство шорских семей) и в отдаленных таежных поселках Таштагольского и Междуреченского районов Кемеровской области.

The paper identifies the changes in the administrative structure and social organization of the Kuznetsk Tatars – Shors in the 18<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> centuries as a result of military-administrative and economic colonization of the Upper Pritomye by the Russian authorities. The result of this colonization was the formation of the nucleus of the future ethnic group – the Kuznetsk Tatars-Shors, which has evolved from ethnocultural groups of different origins related to the neighboring Sagayans-Khakasses, Northern Altaians (the Kumandy and the Chelkans) and Achkeshtymys-Teleuts. The paper reveals for the first time the formation of ethnic feature the Shors in terms of nation-building in the Soviet period. At that very period in history of the Mountain-Shoriya national district, the modern ethnic boundaries the Shor ethnic groups were finally settled, in terms of their dispersal in the south of Kuzbassin large cities (most Shor families) and in remote villages in Tashtagolsky and Mezhdurechenskiy districts of Kemerovo region.

**Ключевые слова:** Шорцы, кузнецкие татары, колонизация, социальная организация, этнические процессы.

**Keywords:** Shors, Kuznetsk Tatars, colonization, ethnicity, national processes.

К приходу отрядов русских казаков в начале XVII в. население таежных и лесостепных районов Южного Притомья уже длительное время входило в ареал влияния телеутов, кыргызов и джунгар. В то же время в ряде мест сохранялись более древние культурные компоненты, включая языковой субстрат, что, в частности, проявлялось в диалектных особенностях формирующегося шорского языка [43, с. 115]. До конца XVIII в. часть томско-кузнецких татар находилась на положении «многоданцев», т. е. стали платить ясак русскому царю, оставаясь отчасти кыштымами енисейских кыргызов, приобских телеутов и джунгар, а после разгрома последних – китайского амбыня Западной Монголии [39, с. 32].

Вплоть до первых академических экспедиций первой четверти XVIII в. отписки воевод и царские указы были единственными письменными документами, в которых упоминались несколько названий этнотерриториальных групп кузнецких татар, имена и местобитание их князьков, в том числе и «городок» абинского князька Базаяка [32, с. 7 – 8].

Укрепившись в Томском остроге, воеводы Василий Волинский и Михаил Новосильцов неоднократно в течение 1608 – 1616 гг. посылали пешие отряды казаков зимой – на лыжах, летом – верхом на конях или добирались в лодках вверх по Томи вплоть до рек Кондомы, Мрассу, а также на Обь и Бию. Преодолевая сопротивление аборигенов, где хитростью и добром, а где и силой казакам удалось обложить ясаком

кузнецких татар. Так, в ноябре 1608 г. отряд служилых людей отправился на лыжах в «Кузнецкие волости» для сбора ясака, но, как следует из отписки томских воевод царю, «...и прежде сего, государь, кузнецкие люди ясаку тебе государю платили не сполна, недособолишка худые, которые в твою государеву казну не пригодятца» [33, с. 412; 28, с. 23].

Летом 1609 г. для приведения кузнецких татар «к шерти» из Томска был отправлен сборный коннопеший отряд служилых людей в количестве 40 чел. во главе с казачьим атаманом Иваном Павловым. Дойдя за неделю до устья Кондомы, казаки обосновались в городке князька «абинских татар» Базаяка, укрепив его тыном для защиты от внезапного нападения кыргызов. После тщетных попыток взять сполна ясак сближайших групп кузнецких татар, измученные бескормицей, казаки вынуждены были к началу февраля 1610 г. вернуться в Томск ни с чем [33, с. 319, 423 – 425]. Неудачными были и все последующие рейды в «кузнецкие волости» из-за противодействия паштыков и военного противостояния кыргызских и телеутских князей. В один из таких рейдов конный отряд из двух сотен служилых людей стрелецкого сотника Ивана Пущина и казацкого атамана Бажена Константинова в 1615 г., разделившись на группы, смог «повоевать» несколько улусов абинцев и сарачерский улус бирюсинцев паштыка Кузги, но затем был осажден в укрепленном острожке объединенным отрядом кузнецких татар, кыргызов и черных калмыков

(джунгаров) численностью более 5000 человек. После 10 недельной осады, истощенные голодом казаки отчаянным броском сумели пробить кольцо окружения и добраться до Томского острога, захватив в плен знатных пленников [33, с. 443; 34, с. 10].

Это оказало сильное воздействие на кузнецких татар, некоторые паштыки которых в 1615 г. сполна внесли ясак конному казаку Васьки Ананьину: «...и кузнецкие, государь, люди тебе государю шертовали и ясак с себя дали, и тебе государю нынечи кузнецкие люди служат и прямят и ясак государю дают» [33, с. 436; 32, с. 42]. В то же время из отписки другого казачьего атамана Ивана Теплинского, посланного в том же 1616 г. в «...Тюлюберскую, да в Абинскую, да в Сачаровскую, да в Чорскую, в Елескую, да в Каргу, да в Ковы ко князьком и к лутчим людем...» следует, что «...кузнецкие, государь, князьки и лутчие люди тебе, государю ясак не дали и не шертовали и меня, государь, холопа твоего ограбили, и платье снимали, и санапал и саблю отняли...» [33, с. 437; 32, с. 44].

Чтобы окончательно укрепиться в верховьях Томи и обеспечить регулярный сбор ясака решено было создать постоянное укрытие казакам-годовальщикам. Весной 1618 г. первый Кузнецкий острог был отстроен предположительно недалеко от прежнего городка абинского князька Базаяка, упоминание о котором исчезло из русских документов [33, с. 444; 32, с. 55 – 56; 26, с. 221; 35, с. 97]. Сообщение этнографа Л. П. Потапова, основанного на неких «шорских» преданиях, о существовании «...на месте Кузнецкого острога...» укрепления абинцев, «...которое русские, отчаявшись взять приступом, взяли подкопом» не подтверждаются имеющимися материалами шорского фольклора и письменными документами [37, с. 13].

При кузнецком воеводе Баскакове к концу первой четверти XVII в. постепенно формируется самостоятельный Кузнецкий уезд. Первоначально его территория ограничивалась прилегавшими к острогу землями с пашнями служилых людей, а с 1648 г. - Христорождественским монастырем. Номинально под власть кузнецких воевод попали и ясачные волости томских абинцев, верхне-кондомских шорских сеоков и мрасских бирюсинцев. Однако реально далеко не все волости «иноземцев» признавали новую власть кузнецких воевод, отчего долгое время не было четкого представления ни о численности ясачных, ни о границах уезда. Так, согласно отписок кузнецкого воеводы Голенищева-Кутузова, только в 1627 г. были объяснены некоторые Кондомские волости и «Киченская земля» в верховьях Мрассу, а остальные мрасские «захребетники» так и не дали в тот год ясака [32, с. 122].

Со всех сторон Кузнецкий уезд был окружен «немирными землями» джунгарских кыштымов – енисейских кыргызов и приобских телеутов и долгое время сообщался с Томским городом или по Томи в лодках и на лыжах, или конным путем по долинам и водоразделам рек Ускат, Бачат, Иня и Искитим. Зачастую происходили «измены» ясачных волостей. Так в отписке кузнецкого воеводы Ивана Волконского за 1629 г. указывается, что кондомские волости «все отложились, а твоего государева ясаку на нынешний год не хотят дати» [32, с. 144]. Окончательно терри-

тория Кузнецкого уезда оформилась после угона части енисейских кыргызов джунгарами в 1703 г. из долины Абакана через долины рек Ортон, Мрассу и Кондомы. Стараниями участников Академической экспедиции и военных инженеров-геодезистов Шашкова и С. Плаутина были определены топографические границы Кузнецкого уезда, намечена трасса Томско-Кузнецкого тракта [1, с. 85; 36, с. 161 – 162].

С появлением русских деревень Кузнецкий уезд состоял из острога и приписанных к ним ясачных улусов и волостей. Созданы волости были для облегчения сбора ясака у аборигенов Притомья и являлись податными, а не территориальными единицами. Приводимая к «шерти» для уплаты ясака новая кровнородственная группа кузнецких татар заносилась в официальные списки по названию своего рода-сёока, как например, волости Карга и Ковы или по имени старейшины группы больших семей «тёлей» – улус Бежбояков, Едеев и др. [27, с. 104]. Во главе образованной волости и улуса назначался паштык (глава) или, как его чаще называли источники XVII в. «князец», который и ежегодно сообщал царским служилым людям о количестве своих плательщиков ясака. Во внутреннюю жизнь волостей и улусов воеводы обычно не вмешивались, ограничиваясь контролем за сдачей ясака и учетом ясачных. Некоторые ясачные волости считались «многоданцами»: ясак платили русскому царю, а алман, через телеутских и кыргызских князцов – джунгарскому тайше.

Русская колонизация сопровождалась активным проникновением в Западное Притомье с 1620-х годов «выезжих на государево имя» небольших групп «белых калмыков» или приобских телеутов, добровольно принимавших подданство русскому государству [42, с. 187; 41, с. 66]. Это привело к ассимиляции местных оседлых тюркоязычных «томско-кузнецких татар» – тогулов, тюльберов, ач-кыштымов и части абинцев. Выезжие телеуты внесли также вклад в формирование и новых этнических образований Притомья: бачатских телеутов, татар-калмаков и исторических предков современных шорцев.

Кроме официальных названий волостей (а впоследствии и управ) употреблялись и народные, образованные от названий, входивших в управу сёоков. Например, Таяжская волость, где преобладал сёокта-яш, официально называлась Мрасско-Изушерской; Каларская волость называлась Кондомо-Итеберо-Шерогашевой. Были названия волостей, отражающие их местонахождение: Осиновская – от улуса Осинники, официально же она называлась Кондомо-Барсиатская [11, с. 149].

В 1745 г. инженер-капитан Сергей Плаутин был командирован командованием Сибирского корпуса для проведения полевых военно-инженерных исследований и экспертных работ обустройству новой пограничной линии от Кузнецкого форпоста до Телецкого озера и далее до Саянской крепости Красноярского уезда. В составленных им описаниях и картах новых территорий содержатся редкие сведения по административному устройству Кузнецкого уезда и хозяйственных занятиях кузнецких татар [36, с. 161 – 162].

От г. Кузнецка по тракту в сторону Телецкого озера первая «татарская» волость Кузнецкого ведомства - *Барсоаяцкая* (Кондомо-Барсиатская в XIX в.) располагалась в 68 верстах по обоим берегам Кондомы (в районе современного г. Осинники). Ясак барсиатцы в количестве 37 душ м. п. платили исправно только русским властям в Кузнецк. Занимались хлебопашеством, высевая на плодородных землях в небольших количествах ячмень, пшеницу, рожь, ярицу, а остальной хлеб докупали у русских крестьян Кузнецкого уезда. Несмотря на удобные пастбища, разводили только лошадей. Главным занятием была охота.

Вторая *Тагавская* (точнее *Тагабская* – В. К.) располагалась в 45 верстах от ставки паштыка Барсиатской волости по обоим берегам левого притока Кондомы - реки Сары-Чумыш и составляла 39 плательщиков мужского пола и платят ясак также только русским властям. В небольших количествах высевают яровой хлеб: ячмень, пшеницу, ярицу, остальное покупают у русских крестьян. Занимаются коневодством, но главным занятием считается охота.

Неясным остается название третьей волости - *Баитинской*, располагавшейся по обоим берегам Кондомы в 35 верстах от Барсиатской, с которой общались летом лодками по реке или конными тропами, для чего разводят небольшое количество лошадей, а зимой передвигались только на лыжах. Лошадей используют также для доставки продовольствия на охотничьи станы. Ярового хлеба - ячменя, ржи, ярицы из-за каменистой почвы высевают очень мало, у русских крестьян не докупают, а питаются в основном «одним звериным мясом». Эти группы кузнецких татар оставались двоеданцами - платили ясак в Кузнецк с 34 д. м. п. и «алман Зенгорскому владельцу». Вероятно это Бежбоякова волость.

Далее верх по обоим берегам Кондомы в 37 верстах от Бежбояковой располагалась четвертая также двоеданческая *Елейская* волость в составе 31 д. м. п., жители которой «судом и расправой больше ведают к России. Из-за каменистой почвы хлебопашество и коневодство развиты слабо. Сеют один ячмень, который и то плохо созревает, отчего питаются в основном «одним звериным промыслом». Сообщение и доставка груза летом - лодками или «верховой ездой выюками».

Пятая также двоеданческая *Шерская* (точнее *Шорская* – В. К.) находилась в 70 верстах от Елейской, до которой можно добраться летом из-за мелководья «только верховой ездой, зимой на лыжах». Местные татары-шорцы в количестве 75 д. м. п. «судом и расправой больше ведают к России». Из-за каменистой почвы хлебопашество (сеяли только ячмень, который и не всегда вызревает) и коневодство развито слабо, а развит только «зверинный промысел».

В сторону Саянской крепости от Кузнецкого форпоста по обоим берегам Кондомы и ее правому притоку Тильбесу (точнее *Тельбесу* – В. К.) располагалась *Катунская* волость (в районе улуса Подкатунского XIX в., ныне станция Подкатунь). Местные жители в количестве 30 д. м. п. платили ясак только в Кузнецк, отдаленный от Катунской волости на 50 верст. Занимались хлебопашеством, высевая яро-

вые: ячмень, пшеницу, рожь ярицу, но более покупают его у подгородних русских крестьян. Занимались коневодством, но более охотничьим промыслом. Примечательно, что только про них С. Плаутин отметил, что они «...имеют у себя довольно руд железных и сами оную плавят».

Далее в 32 верстах от Катунской волости по обоим берегам правого притока Кондомы - Мандамашу (точнее *Мундыбашу* – В. К.) располагалась двоеданческая Четтиберская (Етиберо-Шерогашева в XIX в.) волость, жители которой «судом и расправой больше ведают к России». Алман платят «зенгорскому владельцу» выплавленным железом, а в Кузнецк сдают ясак пушниной. Из-за гористой местности сеют только ячмень, который и то часто не вызревает. Хлеба у русских крестьян не докупают и питаются «зверинным мясом». Связь с соседними волостями летом «только верховой ездой и зимой пешей на лыжах».

За ранее описанной Шерской волостью по обоим берегам реки Мрассу обитали татары «двоеданные» Мрасской волости в количестве 45 д. м. п., которые «судом и расправой больше ведают к России». На каменистой почве сеют яровой хлеб: ячмень, пшеницу, которые «более на горах прозябают». Дополнительно хлеба не докупают ни в Кузнецком, ни в Красноярском уезде, а «более питаются звериным мясом». Сообщение с волостью «только верховой ездой, а зимой на лыжах».

Последняя, где проживали исторические предки современных верхнеабаканских шорцев, *Бельтирская* волость располагалась по обоим берегам реки Таштып, а ее жители в количестве 50 д. м. п. хотя и платили ясак как в Кузнецк, так и «алман Зенгорскому владельцу», но «судом и расправой больше ведают к России». На каменистой почве умудрялись выращивать «самое малое число» яровой хлеб: ячмень, пшеницу, которые «более на горах прозябают». Хлеба как у соседних степных сагайцев, так и русских крестьян не докупали, а питались «более звериным мясом». Занимались также коневодством и овцеводством.

После преобразования волостей в управы в XIX в. количество последних уменьшилось. Так, например, состав образованной Карачерской управы вошли Карачерская и Сарачерская волости, в состав Мрасско-Бежбояковой управы – волости Кузнетева и Изнерчева, обозначенные на карте С. У. Ремезова в низовьях Мрассу. Названия остальных управ в большинстве совпадали с прежними названиями вошедших в них волостей. Управы, как и прежние волости, были административными единицами, к которым приписывалось родственное население из нескольких сёков во главе с паштыком (от слова паш – глава), выбираемым из самого многочисленного сёка или наиболее влиятельных семей. Через паштыка все сородичи, где бы они ни проживали, должны были платить ясак в управу, к которой были приписаны. Паштык только этой управы мог решать их судебные дела [9, с. 169].

Еще в XVIII в. паштык волостей выполняло обязанности предводителя при облавной коллективной охоте, в отражении набегов кочевников и карательных рейдов русских казаков. Переход кузнецких татар к пушной индивидуальной охоте в XIX в. по мере

повышения спроса со стороны царской администрации и требования сдачи ясака пушниной выборная должность паштыка постепенно стала наследственной. Развитие пушной охоты и сосредоточение в руках паштыка ясачной пушнины способствовало накоплению относительных богатств в отдельных семьях, из которых обычно и выбирался паштык.

Наиболее влиятельные и преданные власти паштыки были отмечены наградами, а защищавших интересы только своей общины и религиозных традиций преследовали. Так, царь Алексей Михайлович Романов в 1651 г. пожаловал «...Кузнецкого уезду, Мрасские волости князю, Кунестейку Изерекову да улусскому человеку Карачайку Ишлычакову, за их к нам службы и за радение, в их улусе князю Кунестейку лутчим человеком князцом, а улусному Карачайку в улусе улусным яскулом» [37, с. 233]. В конце XVIII в. император Павел I жаловал большую золотую медаль на Анненской ленте за верную 30-летнюю службу «князю» Токмашу - деду шорского паштыка Эбиске, в крещении Илье Васильевичу Токмашеву [10, с. 160].

После отмены наследственности паштыков многие из них путем подкупа царских чиновников, угощения и агитацией своих сородичей противостоять русским смогли сохранить свои должности. Действующий паштык и претенденты разъезжали перед выборами по улусам, обильно угощали мужчин, уговаривая голосовать на выборах именно за них. Историческая практика показывает, что обычно паштыки избирались из одного и того же, самого влиятельного тѣля: к примеру жители Ковинской волости (сѣокко-бый) избирали паштыков из тѣля Шулбаевых. Примечательно, что эта практика сохраняется до сих пор. Так в поселке Усть-Анзас на смену ушедшего на пенсию Дмитрия Николаевича Торчакова из сѣока *челей* был избран его родственник (муж племянницы) Василий Петрович Отургашев из сѣока *карга*, предки которого до советской эпохи всегда избирались паштыками Дальне-Каргинской волости.

В начале XX в. на выборном собрании «паштык тутаргакылыг», т. е. на «собрании держать паштыка» присутствовать могли только взрослые мужчины и юноши, которые предварительно на общественные деньги варили мясо, выгоняли самогонку-араку, угощая ими всех выборщиков в течение двух трех дней. Паштык также не скупился на угощения за свой счет, понимая, что все расходы окупятся. По традиции все присутствующие тут же клали на бочку деньги каждый по достатку [37, с. 234].

По должности паштык раскладывал по плательщикам ясак на общем собрании и ежегодно собирал его после охотничьего сезона, вёл судебные разбирательства мелких дел членов своего чона, организовывал транспорт и поездки чиновников и миссионеров по улусам. При этом сам паштык освобождался от всяких податей и повинностей, от наказания розгами. Он не получал за службу никакого жалованья, компенсируя упущенную выгоду взятками, махинациями при сборе и доставки пушнины в Кузнецк, где по прибытии сбывал качественные шкурки торговцам, закупая у них низкосортную и сдавал в казначейство. Разница, после закупки нужных товаров, обычно пропивалась на пирушках с паштыками из других чонов

или с «лутчими людьми». В начале XX в. так называемую «добавку» паштык извлекал занижая возрастную нижнюю планку юношам, подлежащих сдачи ясака с 18 до 16 лет, взимая с них дифференцированно шкурки стоимостью от минимума - 30 коп. до полной подати в 2 руб. Помимо этого паштык не гнушался разовыми взятками деньгами, пушниной, орехами, медом, хлебом, самогоном, золотом, самодельным или покупным товаром [37, с. 235]. В выполнении другой обязанности - переписке на русском языке с полицейским управлением и другими ведомствами - неграмотным паштыкам и есаулам (помощникам паштыка) в XIX - начале XX вв. обычно помогали православные миссионеры [12, с. 16].

Судебные заседания проводились паштыком в таежных улусах в присутствии 5 - 6 стариков-сородичей (*паштык тынар гыштар*). В больших улусах, особенно вблизи Кузнецка, при паштыке были выборные от управы судьи в количестве 12 наиболее уважаемых и деловых сородичей. Такая своеобразная судебная коллегия восседала за столом, летом во дворе дома паштыка, зимой - в избе, вынося приговор большинством голосов, хотя иногда это мог решать исам паштык единолично. Наказывали штрафом или поркой розгами, хотя любой мог от этого избежать за определенную взятку «сый», которую за неимущих могли заплатить родственники или зажиточные соседи за отработку. При отягчавшей ситуации размер взятки доходил до 200 руб., часть из которых паштык передавал уряднику. Наказание розгами (до 25 штук) производил специальный «шорский экзекутор» - *са-зол*.

Паштык на общественные деньги нанимал работников из числа бедных сородичей для обслуживания своего хозяйства, мотивируя занятостью «общественными» делами, фактически превращая их в батраков или домашнюю прислугу. Не гнушались некоторые паштыки давать деньги в рост под проценты («парыш» - т. е. барыш). Нажить же большого богатства при таком лихоимстве паштыкам мешало обычное коллективное пьянство во время многочисленных мероприятий, встреч и праздников [37, с. 36].

Паштыку принято было оказывать своеобразные почести: во время визита к нему посетитель снимал картуз или шляпу, клал ее подмышку и стоял у дверей, пока паштык не приглашал его пройти к столу. Неуважением считалось пересечь паштыку дорогу, нелестно о нем отзываться, осуждать его приговоры и раскладку им ясака. Верховские таежные шорцы неоднократно рассказывали советскому этнографу Л. П. Потапову о жестокости и самодурстве некоторых паштыков как, например, Сандры Кусургашева с верховьев Мрассу или Кучигешева из Тетензы, которые предпочитали передвигаться зимой позамершей Мрассу, сидя в нартах, которые тащили несколько подданных [37, с. 237].

Подобно описывал личность паштыков и А. В. Адрианов: «...башлык потерял прежние привилегии и сделался орудием в руках русской земской власти; звание башлыка или, попросту, старосты не наследственно теперь, а передается по выбору членов, входящих в состав волости, и притом не самостоятельно, а под давлением заседателя, писаря, исправника.

Башлык настоящего времени не патриарх, не глава одной семьи, а послушное орудие в руках разных мелких властей, первый и злейший враг народа» [3, с. 294].

По сравнению с этимисвидетельствами, странными выглядят публикации в прессе и научных сборниках современных представителей местной национально-политической элиты о «героической и гуманитарной» роли паштыков в истории шорского народа. Возрожденный ныне институт шорских паштыков мало чем отличается от лидеров национально-культурных центров или фольклорных ансамблей.

### **Формирование основ шорского этноса**

После административной реформы в Кузнецком уезде в 1912 – 13 гг. все управы кузнецких татар были преобразованы в обычные административные волости с «оседлым инородцами», что привело не к консолидации, а скорее к миграциям, в пределах новых административных образований, разрушению внутриродовых и территориальных связей, потере локальной этничности и ассимиляции в окружении увеличивающегося по численности русского населения в процессе переселенческой политики российского государства. Институт паштыков был упразднен, а с ним и старая форма сбора налогов, традиционное самоуправление и организация системы судопроизводства. Семьи кузнецких «татаро-шорцев» были административно прикреплены по месту проживания, что улучшило систему учета и сбор налогов. Тем самым было окончательно устранено препятствие проникновению капиталистических отношений к коренному населению Кузнецкой тайги, что ускорило процесс расслоения шорцев на нищих промысловиков и зажиточных торговцев – *танышей*. С тех пор стала проявляться межэтническая напряженность, особенно в населенных пунктах с преобладанием русского населения [40, с. 140].

В результате реформ были образованы: Томская волость (волостное правление в улусе Балбынь), с охватом земель и населения верховьев Томи и вверх по Мрассу до Хомутовских порогов; Мрасская (правление в улусе Усть-Анзас) и Верхне-Кондомская (правление в Кондомском стане) волости, включавшая все улусы с преобладанием «инородческого» крещеного населения верховьев реки Кондомы. С 1915 г. в рамках образованных сельских обществ на основе приговоров шло формирование органов самоуправления, выборы должностных лиц и судей из представителей, как русских крестьян, так и «татаро-шорцев».

После разрушения имперской российской государственности начался активный процесс национально-государственного самоопределения «инородцев» Саяно-Алтая, в том числе и этнотерриториальных групп кузнецких татар. По различным проектам, выдвигавшимся с 1917 г. областниками и представителями молодой национально-политической элиты из абинцев и бирюсинцев «татаро-шорцы» первоначально включались в республику «Ойрат» вместе с «минусинскими татарами» и «алтайскими инородцами».

На съезде «инородческих» делегатов Бийского и Кузнецкого уездов, проходившем с 1 по 6 июля 1917 г. в г. Бийске по инициативе Томского губернского

собрания, было принято решение ходатайствовать перед Временным правительством о создании самостоятельной национально-административной единицы в рамках земства. Одновременно был образован временный национальный исполнительный орган – Алтайская Горная дума во главе с коганом – томским областником Дмитрием Анучиным.

28 – 30 июля 1917 г. на съезде уполномоченных айлов был создан Кузнецкий отдел Алтайской Горной Думы – первый национально-государственный орган кузнецких татар, возглавляемый бывшим выпускником миссионерского училища, абинцем Сары-Сепом Конзычаковым. В четырех «национально-обособленных» волостях – Мрасской, Кондомской, Верхнекондомской и Томской – вводился налог на нужды самоуправления и запрет на заселение волостей русскими крестьянами. В марте 1918 г. на Учредительном съезде Думы в г. Барнауле создается особая административная единица – Каракорум-Алтайский округ с исполнительным органом – Каракорумской управой. Все это, однако, никак не отразилось на основной массе «кузнецких инородцев» указанных волостей, у которых из-за нарушения прежних территориально-экономических связей в условиях отсутствия твердой власти и гражданской войны хозяйство пришло в полный упадок. Спасаясь от холода и террора со стороны анархистских бандитских формирований из числа бывших старателей с золотых приисков, местные жители целыми семьями убегали в богатые земельные степные районы Минусинского и Бийского уездов. Волостные старшины не владели ситуацией [23].

Только после восстановления Советской власти на юге Сибири появились новые условия для национального самоопределения шорцев. Уже весной 1920 г. при Сибревкомов г. Новониколаевске создается Отдел по делам национальностей, который не смог приступить к работе из-за вспышки повстанческого движения в Алтайской и Томской губерниях. После подавление крестьянских восстаний в составе Томского губернского подотдела 18 января 1921 г. образуется Кузнецкий уездный подотдел с секцией татар-шорцев во главе с Побызачковым [25]. В июле 1921 г. по инициативе отдела по делам национальностей в г. Томске созывается совещание представителей коренного тюркоязычного населения Бийского, Ачинского и Кузнецкого уездов для рассмотрения национального вопроса. Сары-Сеп Конзычаков, занимающий в те годы пост заместителя «Алтгубнаца», предположил образовать в составе РСФСР автономную республику «Ойрат», куда бы вошли все тюркоязычные народы Саяно-Алтая. Это предложение вызвало много споров и было передано для окончательного решения в Наркомнат [29, с. 18].

В то время как советские органы практически решали вопросы экономического подъема края, бывшие члены упраздненной Каракорумской управы, как самые грамотные из «инородцев» и пробившиеся в руководство «Алтгубнаца», продолжали добиваться создания единой республики «Ойрат». В Москве 5 сентября 1921 г. на коллегии Наркомнаца Сары-Сеп Конзычаков вновь выступил с докладом об этническом единстве народов Саяно-Алтая и необходимости

выделения их в единую республику. Коллегия Наркомнаца, несмотря на красноречие С. Конзычакова, запросила мнение Сиббюро ЦК РКП(б), на что партийный орган признал создание такой республики нецелесообразным, поскольку «...такое объединение не составило бы целого ни в географическом, ни в экономическом отношении». Сам же проект был назван «совершенно нежизненным и политически опасным» в силу его неспособности обеспечить политическую устойчивость южных границ Сибири. «Прочность Советской власти, — отмечало Сиббюро, — в этом обширном районе может быть достигнута не моральным удовлетворением кучки националистически настроенной части населения, а классовой сплоченностью трудящихся промышленного и земледельческого населения края». Это заключение Сиббюро было заслушано 10 ноября 1921 г. на коллегии Наркомнаца, и Сары-Сеп Конзычаков получил согласие на образование автономной Ойрат – Хакасской области, куда предполагалось включить территорию населенную «татаро-шорцами». Он сразу же обратился с письмом к комиссару по делам национальностей И. В. Сталину с просьбой выдать ему «надлежащее отношение» в Сиббюро ЦК РКП(б) о содействии в подготовке выделения такой автономной области и получил положительную резолюцию [38, с. 461].

На заседании Оргбюро ЦК РКП(б) 15 ноября 1921 г. вновь были рассмотрены предложение Сары-Сева Конзычакова, заключение Сиббюро и Наркомнаца. Проект Ойрот-Хакасской автономной области был отвергнут, хотя сама идея создания национальной автономии на Алтае не исключалась, но реализовать ее собирались после ликвидации националистических банд Кайгородова в Горном Алтае. Подготовка к съезду «инородческих» представителей Бийского и Кузнецкого уездов в с. Улала (ныне Горно-Алтайск) началась в январе 1922 г с обсуждения статьи С. Конзычакова, опубликованной в газете «Жизнь национальностей» и в журнале «Сибирские огни». Так он утверждал, что «Алтай, Джунгария и Урянхай населены тюрками, говорящими на одном и том же языке, имеющие одинаковые обычаи, право и религию, говоря вообще одинаковую культуру. Они не знают государственных границ, не хотят с ними считаться, и до сих пор, можно сказать, живут в двойном подданстве» [31, с. 10].

Однако при окончательном обсуждении проекта автономии 18 марта 1922 г. Сибревком, вопреки предложению Сары-Сева Конзычакова, воздержался от включения кузнецких татар-шорцев в создаваемую автономию «вплоть до выяснения их этнографического состава и экономического тяготения» [25]. Постановлением ВЦИК РСФСР 1 июня 1922 г. была образована Ойротская автономная область без включения в нее «инородческих» волостей Кузнецкого уезда.

В 1923 – 24 гг. Кондомская, Верхнекондомская и Мрасская волости были объединены в единый Кондомский район Кузнецкого округа с центром в с. Кондомском (77 % отобщего числа татаро-шорцев). В составе района были организованы 8 сельсоветов, включая и Сурунаш-Байголский на р. Лебедь, населенный челканцами (хотя ранее с 1912 г. Кондомо-Шельская волость числилась в Бийском округе). При

создании сельсоветов было учтено этноэкономическое единство этнотерриториальных групп абинцев и бирюсинцев. Именовались сельсоветы по названию самого крупного центрального улуса: Усть-Анзасский, Средне-Челейский, Усть-Кабырзинский, Челису-Анзасский, Усть-Колзасский, Тугунский, Кондомский, Верхне-Кондомский. Волости со смешанным русско-шорским населением – Кузнецкая, Томская, Кузедеевская - отошли к Кузнецкому району Кузнецкого округа.

При дальнейшем районировании бывшей Томской губернии Томский губисполком дважды возвращался в 1923 – 1924 гг. к вопросу о включении татаро-шорцев в состав Ойротской автономной области. В очередной докладной записке Сары-Сеп Конзычаков вновь предлагал передать из состава Томской губернии Кондомскую, Верхнекондомскую, Мрасскую и Томскую волости с численностью «татаро-шорцев» на 1920 г. – 11008 чел., что составляло тогда 78 % от всего «инородческого» населения Кузнецкого уезда (14109 чел.). Созданная специальная комиссия отнеслась к этой идее отрицательно, посчитав, что «...кузнецкие инородцы «татаро-шорцы» экономически больше тяготеют к Томской губернии, с Ойротской автономной областью у них нет удобных путей сообщения и бытовой связи, а две из четырех намеченных к передаче волостей на 47 % населены русскими». К тому же, как обоснованно полагала комиссия, – «это выделение нарушит хозяйственную целостность богатого полезными ископаемыми Кузнецкого бассейна». Одновременно комиссией было рекомендовано при волостном районировании губернии выделить «татаро-шорцев» в самостоятельную особую административную единицу [24].

Позже, в июле-августе 1925 г. проверяя эту официальную точку зрения у руководства Ойратского облисполкома ленинградский этнограф Н. П. Дыренкова, направленная в Шорию Комитетом содействия Северным Народностям Сибири с заданием ознакомиться с экономическим бытом «инородцев», подробно и всесторонне описать их материальные условия и совместно с местными совработниками обсудить и наметить план, по которому должен действовать Комитет, пришла к неоднозначным выводам. Она писала, что «Одна Шория мала для самостоятельного существования, поэтому Комитетом на нас возложена задача нельзя ли ее объединить с Ойротской областью или туземцами Енисейского края, смотря потому, есть ли у шорцев с ними общие точки соприкосновения» [6].

Официальный ответ председателя Ойротского облисполкома т. Алагызова гласил: «1. Ойротская область не хочет никаких соединений с Шорией, ссылаясь на отсутствие путей сообщения, т. к. путь через верховья Мрассы и Лебеди лишь верховой и мало удобный, путь через Антроп и Сузоп также считается неудобным, хотя и колесный. Так что сообщаться пришлось бы через Новониколаевск и Кузнецк. 2. Ойротская область считает, что у них нет достаточного количества культурных работников даже для своей области. 3. Вообще отсутствует экономическое тяготение к Шории у Ойротской области и взаимно у Шории к ним». В тоже время большинство опрошен-

ных Н. П. Дыренковой грамотных алтайцев были убеждены в необходимости присоединения к ним Шории [5]. В Кондомском Рике, напротив, все единодушно были за независимость от Ойротской области и предлагали перенести центр нового объединенного района в с. Мыски или в улус Кабырза на реке Мрассу [5].

Согласно постановлению Президиума Томского губисполкома № 27 от 22 июня 1924 г. в с. Кузедеево 5 – 9 августа 1924 г. состоялся «Татаро-шорцевский горно-районный съезд» Кузнецкого уезда с участием учителей, волостных исполкомов и недавно организованных сельсоветов (всего 43 делегата из них 40 кузнецких татар-шорцев). Перед началом съезда вопрос о создании какого-либо национального района в повестке не значилось. Но по требованию представителей делегатов – выходцев из абинцев Федора Кузьмича Тельгеркова и Федора Токмашева, что «...население Томской волости настаивает на создание единого татаро-Шорцевского горного района с резиденцией в улусе Томазак (Мыски)...» было принято решение организовать единый Татаро-Шорцевский горный район с правами и привилегиями округа. В состав района намечалось включить существующий Кондомский район полностью с Мрасской, Верхнекондомской, Кондомской волостями, а также частично Томскую и Кузедеевскую волости Кузнецкого района. Северная граница предполагаемого района намечалась от улуса Абашево, далее включала поселки Подобас, Протоку, Осинники Петраковской волости. Для управления территорией и людьми предлагалось организовать три вспомогательных подрайисполкома: в селах Осинники, КондомеиВерх-Кондоме с правами прежних райисполкомов. Представитель Томского губисполкома татарин З. С. Гайсин заявил, что при опросе «нацмень» Томской волости «...вынесли свои приговоры» о присоединении не Кондомскому, а именно к Кузнецкому району. Однако делегаты ему возразили, что «...малограмотные верхнетомские татары не думали тогда, что можно образовать национальный район», и что «русские нас давят...» и «мы по-русски плохо понимаем и не можем понять, что делает сельсовет» [24; 8, с. 145]. Курьезом можно считать утверждение историка М. В. Белозеровой, что съезд велся на шорском языке, отчего якобы русских делегатов отпустили со съезда. При этом автор не уточняет, на каком из диалектов общались присутствующие делегаты со всей Кузнецкой тайги, если общешорского литературного еще не существовало. И на каком языке общался с делегатами из разных этнолокальных групп со своими диалектами представитель Томского губисполкома татарин З. С. Гайсин, когда объяснял делегатам почему все они теперь должны называться шорцами, якобы древним названием преданным забвению «проклятым царизмом»? [7, с. 62].

Материалы съезда после утверждения их президиумом Кузнецкого исполкома от 19 августа 1924 г. дошли до Томского губисполкома только в октябре 1924 г. В это время в Томский губисполком 5 августа 1924 г. пришел запрос от Сибревкома с настоятельным требованием вновь рассмотреть предложения Ойротского облисполкома от 1923 г. о присоединении

части территории Кузнецкого уезда, населенной «татаро-шорцами», к Ойротии. Президиум Томского губисполкома постановлением от 20 августа 1924 г. признал возможным передать Ойротской автономной области только один Кондомский район, как «...тяготеющий экономически к Бийску и имеющий сходные природные условия». Бывшая Томская волость, экономически связанная с Кузнецком, должна была остаться в Кузнецком районе Кузнецкого уезда Томской губернии. Это означало, что только половина из всех «татаро-шорцев» могла отойти к Ойротии. 23 августа 1924 г. это постановление было отправлено в Сибревком и Наркомнац. Однако после получения в октябре 1924 г. решений Татаро-шорцевского съезда и вывода из состава Ойротского облисполкома Сары-Сепаконзычакова его «темное прошлое» события стали развиваться по другому сценарию.

На заседании Президиума Кондомского РИКа от 31 июля 1925 г. было принято решение ходатайствовать перед Томским губернским Комитетом содействия туземным народностям и включить шорцев «ввиду сходства образа жизни таковых с северными туземцами» в состав обслуживаемых Комитетом. Кроме того, предполагалось открыть шорское отделение при Кондомском РИКа и культузбу, и просить Кольчугинский окрисполком добиться от центрального Комитета Севера организовать при Кузнецком округе местный шорский комитет. Это ходатайство, как следует из документов, было удовлетворено, хотя Кузнецкий комитет так и не был образован.

Сибревком, имея на руках материалы Татаро-шорского съезда и постановление ВЦИК РСФСР об образовании Ойротской автономной области, 25 августа 1925 г. принял решение ускорить образование в южной части Томской губернии Горно-шорского национального района с центром в улусе Мыски и избрать для этих целей ревком в составе трех человек: председателя Ф. К. Тельгеркова, членов ревкома Л. А. Иванова, Ф. М. Токмашева. Согласно этому постановлению Сибревкома из Кузнецкого района должны были отойти к Горно-Шорскому району Мысковский сельсовет Томской волости, часть Кузедеевской и Петраковской волостей [20, с. 3].

Под руководством Кузнецкого РК ВКП(б) с 1 – 8 октября 1925 г. (по З. П. Галаганову 25 сентября 1925 г.) в улусе Мыски прошел Первый съезд Советов Горной Шории. На нем был избран Горно-Шорцевский районный исполнительный комитет Советов рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов (председатель – абинец Ф. К. Тельгерков, секретарь из бирюсинских каргинцев улуса Усть-Анзас Н. П. Кадымаев) и выработаны программы национального строительства и социалистического переустройства всей социально-экономической и культурной жизни района [16]. Н. П. Дыренкова так описывает обстановку на съезде со слов делегатки – учительницы из п. Усть-Анзас: «Она ни слова не понимала по-русски. Съезд проходил 8 дней, но она нам так ничего и не могла сообщить, ничего не поняла за 8 дней. Знала только, что был Тельгерков и еще какой-то «казак кижик» (*т. е. русский – В. К.*) и больше ничего» [4].

Всего за период существования Горно-Шорского национального района было проведено шесть таких съездов, последний из которых был в ноябре 1936 г. Последним председателем Горно-Шорского райисполкома 10 июля 1938 г. был избран Николай Петрович Кусургашев [22].

Сразу после съезда 9 октября 1925 г. для обсуждения вопроса «О состоянии Горно-шорского района» было проведено заседание бюро Кузнецкого райкома ВКП(б), на котором присутствовали: с решающим голосом – Уткин, Амосов, Тельгерексов и с совещательным – Кожевникова, Козлов, Прокудин, Маликов, Михайлов. Было обсуждено состояние доходной базы будущего района и составлено ходатайство об освождении шорских охотников от государственного сбора. При этом в протоколе отмечалось кризисное состояние охотхозяйства и необходимость организации на территории района заказника [20, с. 4]. Кроме этого обсуждались вопросы реорганизации избыточных школ, открытия повсеместно кустарных мастерских, развития пчеловодства и скотоводства как двух основных в те годы отраслей хозяйства, стимулирования в оплате технических работников исполкома, выезжающих в отдаленные улусы.

Началось создание районных органов власти под опекой коммунистов. Уже к 3 ноября 1925 г. был организован суд с 10 судебными участками и выездными сессиями, а 5 ноября 1925 г. была проведена Первая партийная конференция Горно-Шорцевского района. На ней присутствовало 12 человек с совещательным голосом и 7 – с решающим голосом. В первый состав Райкома ВКП(б) были избраны: Шафигула Аглеулин, Ульяна Иванова, Федор Тельгерексов (единственный шорец из абайнцев), Федор Моисеев, Хорин Кузьма и Щербаков. На партийном совещании по вопросам советского строительства 1 апреля 1926 г. рассматривались варианты организации четырех сельских исполкомов – Кондомского, Кузедеевского, Усть-Кабырзинского, Мысковского [3]. В улусе Мыски 14 мая 1926 г. прошла Вторая партконференция, на которой и был образован Горно-Шорцевский РК ВКП(б). Под непосредственным руководством райкома партии было создано 13 ячеек ВЛКСМ, пять пионерских и две профсоюзных организации. Во всех ячейках преобладали и главенствовали в основном русские [3].

Декретом Всероссийского Центрального исполкома «Об образовании в составе Кузнецкого округа Сибкрая национального Горно-Шорского района» от 12 апреля 1926 г. законодательно было закреплено право на национальное самоопределение шорского народа [29, с. 23]. 27 апреля 1927 г. на собрании актива района председателем райисполкома избирается Ф. М. Токмашев, формируется новый состав народного суда под председательством А. Кусургашева и секретаря Н. А. Топакова, а также прокуратуры и райотдела НКВД.

Общая площадь образованного района по данным З. П. Галаганова составила 30 тыс. кв. км. (49 тыс. кв. верст), а по данным М. В. Белозеровой – 52 тыс. кв. км. [20, с. 4; 7, с. 65]. По своей сути этот национальный район был одной из первичных форм советской национальной государственности «малых народно-

стей» РСФСР, имеющих свою этническую территорию, компактность в расселении, экономическую целостность хозяйства и формирующий единый язык.

Данные о численности населения Горно-Шорского района и доли в нем шорцев крайне противоречивы. Согласно М. В. Белозеровой, сравнившей несколько источников, динамика численности шорцев в общем объеме населения района выглядит следующим образом: 1926 г. – 11591 чел. (47 % из всего населения 21800 – 25012 чел. – в среднем же официальная цифра 24419 чел.), 1927 г. – 12206 (46,1 % из 26499 чел.). Кроме шорцев в 1927 г. в основном на северо-западе района проживали: русские 11545 чел. (43,6 %), мордва 2312 чел. (8,7 %), украинцы – 259 чел. (0,98 %), чуваша – 72 чел. (0,3 %), коми-зыряне – 62 чел. (0,2 %), татары казанские – 17 чел. (0,06 %), поляки – 13 чел. (0,05 %), латыши – 6 чел. (0,02 %), прочие (хакасы, корейцы и др.) – 7 чел. (0,02 %) [7, с. 68 – 74]. Численность основного населения района в 1928 г. составила: русских – 11853, шорцев 11723; в 1929 г.: русских – 11853, шорцев 11591 [20, с. 14].

В 1931 г. шорцев стало 11680 чел. (33,6 % из 34767 чел. всего населения района); в 1932 г. – 12672 чел. (18 % из 68125 чел.); в 1935 г. шорцев – 12861 (14,4 % из 89176 чел.) из них русских – 66098 чел., 74 %); в 1939 г. по Всесоюзной переписи населения шорцев было – 16044 чел. (13,4 % из 119720 чел.).

При разделении Горно-Шорского национального района на три административных в них соответственно оказалось: в Кузедеевском – 28084 чел., Таштагольском – 14660 чел., Мысковском – 3812 чел., т. е. всего – 46556 чел. всего населения, т. к. часть населения оказалась в других административных образованиях [7, с. 68 – 74]. В 1940-е гг. по приблизительным подсчетам этнографа Л. П. Потапова шорцев насчитывалось: в Таштагольском районе – 6626 чел., Мысковском районе – 2297 чел., в Кузедеевском районе около 1 тыс., не более 1 тыс. проживало в г. Сталинске и г. Осинники. То есть в целом всего чуть более 10000 тыс. во всей Кемеровской области [39, с. 519].

До 1930 г. Горно-Шорский райисполком подчинялся Кузнецкому окрисполкому и состоял из пяти отделов: административного, финансово-налогового, земельного, военного, общего и секретариата и 5 секций: административно-правовой, с/х, торгово-кооперативной, финансово-налоговой, здравоохранения). Руководство текущей работой по координации деятельности всех подведомственных исполкому предприятий осуществлял избранный исполкомом из своего состава президиум из пяти человек.

В районе, объединявшем 323 населенных пункта, первоначально было образовано 33 сельсовета, во главе которых зачастую назначались представители русских из-за малограмотности подавляющего числа шорцев и недоверия к малочисленным воспитанникам православных миссионерских школ и Бийского Католического училища из числа кузнецких татар. Чисто шорскими сельсоветами были Средне-Челейский, Усть-Анзасский и Чувашенский, исключительно рус-

скими – Бенжерепский, Кандалепский, Верхне-Талинский.

В обязанности председателей шорских национальных сельсоветов входило выполнение Постановлений и Указов ВКП(б) и правительства, сбор налогов, статистический учет населения и хозяйств, организация выборов в Советы различного уровня, работа по ликвидации неграмотности, улучшения социальной структуры населенных пунктов, организация колхозов и контроль за выполнением планов. С 1926 г. председатели и секретари сельсоветов из числа зажиточных шорцев стараниями коммунистов стали вытесняться малограмотными бедняками. Большинство их не справлялось с работой, что приводило к постоянной текучке кадров. Председатели подбирались по профессиональному и национальному признакам: в национальных сельсоветах главенствовали шорцы в большинстве своем из более грамотных «низовских», в остальных – русские из числа крестьян-земледельцев. Секретарями в большинстве своем были грамотные русские, но обычно совсем не знавшие местных диалектов шорского языка.

Для исправления положения проводились курсы повышения квалификации и «коренизации» аппарата: ведение делопроизводства, судопроизводства на родном национальном литературном языке, подготовка кандидатов из национального актива, введение служащих – представителей национальных меньшинств в государственный, советский и партийный аппараты [7, с. 147]. С осени 1930 г. переписка между национальными сельсоветами и райисполкомом, судопроизводство стали вестись на литературном шорском языке, хотя в архивах почему-то сохранились документы за этот период только на русском [14 – 18]. За год, с октября 1930 г. по август 1931 г. работников сельсоветов из числа шорцев увеличилось с 67 до 127 чел. Из 16 членов президиума Горно-Шорского райисполкома 13 – шорцы. В состав исполкомов сельских советов из 191 человек 140 являлись шорцы [14]. И тем не менее ключевые и ответственные посты в банке, суде, прокуратуре, милиции, НКВД, а также в ряде отделов РИКа (райфо, коммунальный отдел) продолжали занимать в основном русские или украинцы [15].

Существует два противоречивых мнения относительно степени национального самоопределения шорцев. В массовом сознании современной национально-политической шорской элиты бытует мнение, что создание Горно-Шорского района определялось необходимостью формирования системы национального самоуправления. Историки или считают, что «...сложившаяся система территориальных связей и этническая специфика систем жизнеобеспечения при административно-территориальном переустройстве Горной Шории не прослеживается» [8, с. 148], или, что «...Горно-Шорский национальный район создан под давлением шорского народа» и что, «...образование Горно-Шорского национального района являлось формой проявления национального сепаратизма шорцев...» [7, с. 62 – 63].

Однако документы показывают, что инициатива создания отдельного национального района шла от русских советских и партийных властей с целью обо-

собления территориальных групп (шорцев, алтайцев, хакасов) единой туюязычной этнокультурной общности Саяно-Алтая и для эффективности коренной социалистической перестройки их быта и сознания. Власть председателей национальных сельсоветов всегда (вплоть до современных глав территорий) была ограничена различными инструкциями и циркулярами. В их полномочия не входили важнейшие для местных жителей вопросы распределения промысловых территорий и регуляции поземельных отношений.

Заметную помощь ещё неокрепшему национальному району оказал созданный при Кузнецком окрисполкоме Совет национальных меньшинств. На их первом совещании в г. Щегловске 25 сентября 1927 г. среди прочих присутствовало 8 делегатов от Горно-Шорского района. Большое внимание на совещании уделялось подготовке национальных кадров, для чего планировалось открытие краевого педтехникума для обучения шорцев, хакасов, ойрот-алтайцев.

Сразу после организации района стали высказываться предложения о его реорганизации из-за дисбаланса русского и шорского населения особенно в «северных» сельсоветах. Председатель исполкома Агня Кусургашев предлагал разделить Горно-Шорский район, а центр района «исходатайствовать с правом округа и сделать четыре подрайона с правами Риков» [20, с. 8]. На собрании актива Горно-шорского района ВКП(б) 27 апреля 1926 г. Ф. К. Тельгерев был обвинен соратником по партии Ильинским в «националистическом уклоне» за его призывы уделять в районе больше внимания именно шорскому населению. Было отклонено также предложение о реорганизации района в чисто национальный в составе Мрасской и Томской волостей. Центром района предлагалось избрать илис. Осинниковское (в окрестностях которого предполагалось тогда строительство Тельбесского завода) или с. Кузедеевское. Население бывшей Кузедеевской волости, где преобладало русское население, требовало о переводе их обратно в Кузнецкий район. Высказывались также мнения о разделении района и присоединения его по частям к Бийскому уезду, Ойротии или Хакасии. В результате было принято решение о переводе резиденции района в бывший улус Осиновский. Однако на краевом совещании в Новосибирске в 1927 г. центром района было определено с. Кузедеевское.

Постановлением Кузнецкого окрисполкома за № 92 от 26 октября 1928 г. было решено организовать в Горно-Шорском районе два «аймачных» исполнительных комитета с правами волостных исполкомов и с непосредственным подчинением их Горно-Шорскому райисполкому: Усть-Кабырзинский из 7 сельских советов с населением 4726 чел. и Кондомский также из 7 сельских советов с населением 5630 чел. К этому времени РИК окончательно признал, что само название «национальный» не соответствует сложившейся ситуации, которая постоянно прогрессирует [18]. К началу коллективизации система управления населением Горно-Шорского национального района ничем не отличалась от общегосударственной.

В начале 1929 г. планировалась передача Кузнецкому району территории Горно-Шорского района от улуса Мыски до села Кузедеево с 12 сельсоветами,

где преобладало русское население. По другому варианту, принятому III пленумом Горно-Шорского райисполкома в мае 1929 г., предлагалось разделить Горно-Шорский район на два района: собственно Горно-Шорский из 14 шорских сельских советов с центром в улусе Усть-Кабырза и Тельбесский – тоже из 14 сельсоветов с центром в с. Кузедеево. В среде алтайской и хакасской интеллигенции продолжал дискутировать вопрос о присоединении Шории к Ойротии или к Хакасии. Поступали подобные предложения, имевшие цель укрепить национальную государственность шорцев и в Сибрайисполком, однако поддержки не получили [17].

С началом промышленного освоения края наибольшее развитие получила горнорудная, деревообрабатывающая и золотодобывающая промышленность. Рудники Горной Шории обеспечивали сырьем (КМК) на 90 %, деревообрабатывающая промышленность за одну только пятилетку увеличила заготовку древесины на 287 %. Строительство железной дороги Кузнецк – Таштагол повлекло за собой появление крупных поселков – Тельбес, Мундыбаш, Каз, Чугунаш, Осинники и др. Так, если в 1931 г. рабочие-шорцы составляли 5,4 % от общего числа всех рабочих района, то к 1949 г. рабочих-шорцев только в одной только горнорудной промышленности насчитывалось 28 % [39, с. 128].

В указанное время все активнее стали протекать процессы этнической ассимиляции шорцев. Численность их значительно уменьшилась относительно всего населения района. Если к началу 1930-х годов в планируемом Тельбесском районе шорцев было 5,5 тыс. (21 %) из 26 тыс. всего населения всего населения, в Горно-Шорском, соответственно, 9 тыс. (70 %), из 13 тыс., то к 1949 г. в целом по всему национальному району шорцев оставалось немногим более 10 %. Большой урон в эти годы понесла сложившаяся шорская национальная интеллигенция в результате необоснованных репрессий 1930-х годов. По обвинению в контрреволюционном националистическом заговоре были уничтожены почти все ее наиболее видные представители.

Эти обстоятельства, а также необходимость изменения административных границ в связи с промышленным освоением и нарушением экономической целостности района, послужило причиной реорганизации национального района в три чисто административных (Кузедеевский, Мысковский, Таштагольский). Такое решение принял Новосибирский облисполком 29 сентября 1938 г. [19], которое было закреплено Указом Президиума Верховного Совета РСФСР от 22 июня 1939 г. [2, с. 92].

В то время, под влиянием известного определения нации, данного И. В. Сталиным, главное внимание стало уделяться компактно расселенным крупным национальностям, а дисперсные национальные группы, в том числе и шорцы оказались вне поля зрения. Распространенное тогда мнение об успешном решении к концу 1930-х годов в СССР национального вопроса не учитывало того, что в отличие от классовых противоречий, ликвидация фактического неравенства, в котором еще находились малочисленные народы по отношению к крупным нациям, процесс довольно

длительный. Всего к 1934 г. на территории СССР таких национальных районов, образованных решением высших органов было 97. В целом таких национальных районов и сельсоветов было около 5 тыс., причем 458 национальных районов только в РСФСР [29, с. 88]. И все они, выполнившие, как тогда считалось, основную задачу – «подъем экономики и культуры малых народов и национальных групп до уровня всего населения СССР», были ликвидированы. Так что шорцы здесь не составили исключения.

В результате административного разделения демографическая ситуация выглядела следующим образом:

– Кузедеевский р-н – 147829 га, 63162 жит., 23 с/с и 3 п/с, 388 н. п., 126 колхозов с числом дворов 4030, 13947 га посева, 16418 га сенокосы;

– Таштагольский р-н – 88143 га, 44294 жит., 17 с/с и 4 п/с, 550 н. п., 74 колх. и 2188 дворов, 4667 га посева, 11238 га сенокосы;

– Мысковский р-н – 37995 га, 14661 жит., 7 с/с, 76 н. п., 24 колх. и 783 дворов, 3334 посева, 6537 сенокосы [21, с. 3].

После ликвидации национального района этническое развитие шорцев стало замедляться и принимать новые формы. Еще некоторое время продолжалось преподавание в начальных классах родного языка, выпускалась литература на шорском языке, продолжали сохраняться фольклорные коллективы, проводились слеты сказителей, однако необходимых реальных условий для дальнейшего развития общешорской национальной культуры уже не было. Был закрыт педагогический техникум, в школах преподавание стало вестись на русском языке, прекратились публикации литературы на шорском языке. Без поддержки со стороны государства еще до конца не консолидированный малочисленный шорский народ в условиях прогрессирующей ассимиляции самостоятельно развиваться не мог. Уцелевшие после репрессий шорские учителя и другие представители интеллигенции большей частью погибли на фронтах Великой Отечественной войны, что явилось невосполнимой утратой. В послевоенный период главной задачей Горной Шории было развитие промышленности, а вопросы социально-экономического и культурного развития сельских районов Горной Шории отошли на второстепенный план.

Постановление Совмина РСФСР № 859 от 8.06.1960 г. и решением Кемеровского облисполкома № 522 от 20 июня 1960 г. «О ликвидации колхозов Горной Шории как нерентабельных» окончательно были уничтожены все организационные формы хозяйства в сельских районах Горной Шории. Причем в южных таежных районах Шории взамен ничего другого не было предусмотрено и создано, что резко осложнило социально-экономическую ситуацию в Таштагольском районе. Прекратилось финансирование нового строительства, после чего дома, школы, клубы постепенно пришли в негодность.

В конце 1980-х годов из 13 клубов в 85 населенных пунктах 4 были в аварийном состоянии, а 5 требуют капитального ремонта. Более двух третей трудоспособного населения сельских районов переселилось в города (Междуреченск, Новокузнецк и др.) и

крупные поселки. Из оставшихся 3252 шорцев сельской местности Таштагольского района на 1987 г. – всего 1127 работающих (20 % всего трудоспособного населения района, из которых 823 рабочих и 304 служащих) и 1000 пенсионеров [30, с. 139]. В общем, наблюдалась тенденция уменьшения численности шорцев сельских населенных пунктов из-за миграций в города. К настоящему времени около 90 % всех шорцев – это городские жители Южного Кузбасса,

мало чем по образу жизни и культуре отличающиеся от горожан других национальностей.

Подъем, национального самосознания и реанимация этнополитических процессов или потрагровке современных философов - «этнокультурный ренессанс, неотрадиционализм» у шорцев наступил только с началом 1990-годов, в условиях крушения социалистической государственности и развала СССР [30]. Но это уже другая история...

### Литература

1. Абдыкалыков А. Переселение Енисейских кыргызов в начале XVIII в. и их историческая судьба // Этнические культуры Сибири. Проблемы эволюции и контактов: сб. ст. / Ин-т истории, филологии и философии СО РАН. Новосибирск, 1986. С. 81 – 99.
2. Административно-территориальное деление Сибири: Справочник. Новосибирск, 1966. 220 с.
3. Адрианов А. В. Кузнецкий край // Живописная Россия. Т. XI. СПб.; М., 1884. С. 273 – 302.
4. Архив Музея антропологии и этнографии (АМАЭ). Ф. 3. Оп. 1. Д. № 111.
5. АМАЭ РАН Ф. 3. Оп. 1. Ед. хр. 46. Л.
6. АМАЭ РАН Ф. 3. Оп. 1. Ед. хр. 247. Л. 1 – 2.
7. Белозерова М. В. Шорцы: жизнь и реформы (20-е – 60-е гг. XX в.). Опыт интеграции в социалистическое общество. Кемерово: Ин-т угля и углехимии СО РАН, 2004. 320 с.
8. Белозерова М. В., Садовой А. Н. Национальная политика 20 – 30-х гг. XX в. Шорский национальный природный парк: природа, люди, перспективы / Ин-т угля и углехимии СО РАН. Кемерово. С. 144 – 160.
9. Вербицкий В. Записки миссионера Кузнецкого отделения Алтайской духовной миссии за 1866 г. // Православное обозрение. М., 1867. Т. 8. № 1. С. 165 – 180.
10. Вербицкий В. И. Алтайские инородцы. Горно-Алтайск. 1993. 221 с.
11. Вербицкий, В. И. Записки миссионера Кузнецкого отделения Алтайской Миссии за 1862 г. // Православное обозрение. М., 1863. Т. 4. № 2. С. 143 – 161.
12. Вербицкий В. Записки миссионера Кузнецкого отделения Алтайской духовной миссии за 1874 г. // Томские губернские ведомости. Томск, 1875. № 15 – 17.
13. Государственный архив Кемеровской области (ГАКО). Ф. П-3. Оп. 1; Д. 35. Л. 3; Д. 36. Л. 3.
14. ГАКО. Ф. П-3. Оп. 1. Д. 7. Л. 20; Д. 31. Л. 46 – 47; Р-1138. Оп. 1. Д. 45. Л. 1, 4, 12, 19.
15. ГАКО. Ф. Р-1138. Оп. 1. Д. 45. Л. 19.
16. ГАКО. Ф. Р-64, справка. С. 2; Ф. Р-64. Оп. 2. Д. 1. Л. 49.
17. ГАКО. Ф. 64. Оп. 2. Д. 7. Л. 249.
18. ГАКО. Ф. Р-64. Оп. 2. Д. 76. Л. 11 – 12.
19. Государственный архив Новосибирской области (ГАНО). Ф. Р-1020. Оп. 2. Д. 16. Л. 324 – 325. Копия. Машинопись.
20. Галаганов З. П. История Горной Шории. Кн. Первая (1925 – 1939). Кемерово: Кузбассвуиздат, 2003. 167 с.
21. Галаганов З. П. Очерки истории Горной Шории. Книга вторая (1939 – 1945): учебное пособие. Кемерово: Кузбассвуиздат, 2005. 360 с.
22. Государственный архив Томской области (ГАТО). Ф. 64. Оп. 2. Д. 380. № 45).
23. ГАТО. Ф. Р-480. Оп. 1. Д. 1. Л. 14.
24. ГАТО. Ф. Р-480. Оп. 1. Д. 1. Л. 70.
25. ГАТО. Ф. 317. Оп. 1. Д. 10. Л. 8, 9, 10.
26. Добжанский В. Н., Ширин Ю. В. Кузнецкий острог 1618 и 1620 гг. // Аборигены и русские старожилы Притомья. Кемерово, 2002. С. 221 – 242.
27. Долгих Б. О. Родовой и племенной состав народов Сибири в XVII в. // ТИЭ АН СССР. Нов. сер. М.; Л., 1960. Т. 55. С. 104 – 118.
28. Емельянов Н. Ф. Население Среднего Притомья в Феодальную эпоху: (состав, занятия и повинности). Томск, 1980. 250 с.
29. Кимеев В. М. Национально-государственное строительство у шорцев // Археология Южной Сибири / отв. ред. Л. Ю. Китова. Кемерово: Кузбассвуиздат, 2005. Вып. 23. С. 17 – 25.
30. Кимеев В. М. Шорцы. Кто они?: этнографические очерки. Кемерово, 1989. 189 с.
31. Конзычаков Сары-Сеп. Культурно-исторический очерк об алтайцах: (К вопросу о выделении автономной области «Ойрат») // Сбирские огни. 1922. № 1. С. 109 – 115.
32. Кузнецкие акты XVII – первой половины XVIII вв. // Сборник документов. Вып. I. Кемерово, 2000. 184 с.
33. Миллер Г. Ф. История Сибири / Ин-т этнологии и антропологии им. Н. Н. Миклухо-Маклая. М.: Вост. лит. Т. I. 3-е изд. 2005. 630 с.
34. Огурцов А. Ю. Русская экспансия в Южной Сибири (постановка вопроса) // Кузнецкая старина. Вып. 2. Новокузнецк: Кузнецкая крепость, 1994. С. 3 – 4.

35. Огурцов А. Ю. О трехсотлетнем споре // Кузнецкая старина: ист.-краев. сб. ; отв. ред. Ю. В. Ширин. Новокузнецк, 2005. Вып. 7. С. 77 – 98.
36. Огурцов А. Ю. Материалы военно-инженерной разведки 1745 – 1746 гг. на Алтае и в Саянах как источник по экономике коренных народов Южной Сибири // Кузнецкая старина. Новокузнецк: Кузнецкая крепость, 2008. Вып. 10. С. 159 – 165.
37. Потапов Л. П. Очерки по истории Шории. М.; Л., 1936. 260 с.
38. Потапов Л. П. Очерки по истории алтайцев. Новосибирск: Новосибирское ОГИЗ, 1948. 504 с.
39. Потапов Л. П. Шорцы // Народы Сибири. М.; Л., 1956. С. 492 – 538.
40. Садовой А. Н. Реформы конца XIX - начала XX вв. и их социально-экономические последствия для коренного населения // Шорский национальный природный парк: природа, люди, перспективы. Кемерово, 2003. С. 137 – 144.
41. Томилов Н. А. Этническая история тюрко-язычного населения Западно-Сибирской равнины в конце XVI - начале XX века. Новосибирск, 1992. 271 с.
42. Уманский А. П. Телеуты и русские в XVII - XVIII вв. Новосибирск, 1980. 296 с.
43. Чиспияков Э. Ф. Язык, история, культура тюрков Южной Сибири (собрание научных статей). Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004. 440 с.

**Информация об авторе:**

**Кимеев Валерий Макарович** – доктор исторических наук, профессор кафедры археологии КемГУ, [kimeev@mail.ru](mailto:kimeev@mail.ru).

**Valeriy M. Kimeev** – Doctor of History, Professor at the Department of Archaeology, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 069.12: (571 1/5: 17)

**АКТУАЛИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНОЙ ОБРЯДНОСТИ В МУЗЕЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Т. И. Кимеева, П. В. Глушкова**

**MAINSTREAMING CALENDAR RITES IN MUSEUMS OF KEMEROVO REGION**

**T. I. Kimeeva, P. V. Glushkova**

*Работа выполнена при поддержке проекта РГНФ № 13-11-42006.*

Традиционная календарная обрядность является одним из значимых пластов нематериального культурного наследия. В условиях глобализации и информатизации данное явление в наибольшей степени подвержено разрушению. В современных условиях наблюдается утрата традиций, относящихся к области народного календаря. Актуальным является не фиксация традиций и их консервирование, а включение в актуальную среду. Одна из ведущих ролей в данном направлении принадлежит музею. Несмотря на то, что музеи на сегодняшний день активно презентуют такой объект нематериального наследия, как календарный обряд, методическая основа данного направления музейной деятельности разработана слабо. Отсутствие теоретической базы ведет к нарушению принципов музейной работы, искажению народной традиции. В данной статье предлагаются единые методы, принципы, формы актуализации календарного обряда в рамках музейной деятельности. На основе анализа существующего опыта все это будет способствовать ревитализации значимого пласта нематериального наследия русского и автохтонного населения Кемеровской области.

Traditional calendar rites is one of the most important layers of the intangible cultural heritage. In the context of globalization and informatization, this phenomenon is the most exposed to destruction. In modern conditions, we can observe the loss of traditions relating to the field of the ethnic calendar. It is thus urgent not to record these traditions, but to include them in the current environment. One of the leading roles in this area belongs to the museum. Despite the fact that museums are today actively presenting calendar rites as part of the intangible heritage, the methodological basis of such museum activities is poorly designed. The lack of a theoretical framework leads to the violation of the principles of museum work and distortion of folk tradition. In this paper, we propose some uniform methods, principles, forms of mainstreaming the calendar rite within the museum's activities. Based on the analysis of existing experience, this will contribute to the revitalization of a significant reservoir of intangible heritage of the Russian and the indigenous population of Kemerovo region.

**Ключевые слова:** культурное наследие, музей, традиции, русские, шорцы, актуализация.

**Keywords:** cultural heritage, museum, tradition, Russians, Shors, mainstreaming.

Музеефикация нематериального наследия базируется на выявлении объекта музейного значения в ес-

тественной среде, фиксации его посредством материальных носителей, включении данного объекта в

фонды музея и его актуализации. Актуализация – важнейший этап музеефикации нематериального наследия, посредством которой осуществляется трансляция традиции, что способствует предохранению ее от уничтожения. Исследования показали, что актуализация нематериального наследия в музее происходит с применением методов интерпретации фиксации, реконструкции, ревитализации в рамках различных форм культурно-образовательной деятельности, как традиционных, так инновационных и комплексных. Однако, объекты нематериального наследия не одинаковы по своим характеристикам, соответственно деятельность по их актуализации также различна. В ходе изучения проблем актуализации, выявляются характеристики народного календаря, на которых она должна базироваться, акты, элементарные действия календарного обряда, принципы отбора элементов и презентации календарных традиций, методы, формы, этапы актуализации календарного обряда в музее.

В данной статье рассматриваются проблемы актуализации в музеях календарной обрядности на примере проживающих на территории Кемеровской области русских старожилов и шорцев как одного из ярких представителей автохтонного населения. Выбор именно этих народов обусловлен прикладными и теоретическими исследованиями авторов данной статьи в области календарной обрядности, результаты которых апробировались в деятельности музея «Археология, этнография и экология Сибири» Кемеровского государственного университета и экомuzeя-заповедника «Тюльберский городок».

Анализ традиционного народного календаря русских Сибири позволил выявить его характеристики, без которых невозможна актуализация в музее: цикличность, связь с солярным культом, связь с православным календарем, аграрный характер, неоднородность праздников. На основе данных характеристик можно обозначить праздники, наиболее ярко иллюстрирующие особенности календарных традиций и, следовательно, обладающие наибольшим потенциалом для актуализации. Таковыми являются Святки, Масленица, Пасха и Троица. Целесообразно также презентовать традиции празднования Сорок (Сорока Святых), Егория Вешнего, Николы Вешнего, Ивана Купалы, а также праздники, связанные с уборкой урожая. Могут найти отражение в музейной деятельности традиции, связанные с Покровом.

Что касается шорских обрядов, то они не были зафиксированы исследователями как календарные. Хотя имеется возможность на основе имеющихся в научной литературе данных и полевых этнографических материалов актуализировать весенний праздник «Шачыг» (Река-гора), проводимый шорцами сразу после окончания ледохода, осенний обряд «Кочо-Кан», устраиваемый после возвращения мужчин с промысла кедрового ореха, и др.

Календарный обряд неоднороден по своей структуре: он состоит из актов, элементарных действий. Посредством компаративного анализа научной литературы, посвященной исследованию традиционного русского сибирского календаря, можно выделить составляющие его акты, которые характерны для региона в целом.

К таким элементам на Святки относятся гадания, хождения ряженных, колядовщиков, славельщиков, посевальщиков, молодежные посиделки, катание на лошадях, разжигание костров, умывание с серебра, установка

снопа в красный угол. Красочной и повсеместно распространенной традицией на Святки являлось ряженье, широко бытовавшее и в Сибири, и в европейских регионах России. Нужно отметить, что региональной особенностью в Сибири является ряженье в представителей автохтонных народов. Наименования ряженных различно в зависимости от региона. Чаще всего их называли «ряжеными», «машкарадниками», «машкированными», «шуликанами». В основном ряженье приходилось на Новый год [2].

Способы ряженья отличались в различных селах, но все же можно выделить общие и наиболее употребительные. В. А. Липинская выделяет такие способы, как травести, медведь в вывороченной шубе, коза с рогами, старуха и горбатый старик, цыгане, нищий [8, с. 174]. Е. Ф. Фурсова в качестве основных приемов ряженных отмечает выворачивание шубы наизнанку, использование старой одежды, травести, распускание волос и приделывание искусственных, облачение в белые одежды [12, с. 96]. Т. Н. Золотова выделяет следующие типы ряженных: зооморфные, антропоморфные, нечистая сила и покойники. Зооморфные ряженья представляют собой выворачивание шубы. К зооморфным можно отнести ряженье гусем, когда в рукав шубы продевали клюку, сверху надевали красную шапочку, ряженые коровой, когда привязывали рога и даже вымя. Широко распространен был способ рядиться конем: несколько человек накидывали на себя конскую шкуру, холст или белую простыню, делали из тряпок голову, бороду из льна, прикрепляли хвост, надевали хомут, рисовали морду, подвешивали колокольчики [6, с. 61 – 65]. Е. Ф. Фурсова упоминает ряженье русалками – распускали волосы и/или ходили в одежде, расшитой полосками ткани. Бытовал и костюм черта с рогами и хвостом [12, с. 100]. Могли закрывать лицо платком [3, с. 25]. Такой способ чаще всего использовался при ряженье покойником. Неотъемлемым атрибутом данного костюма являлась также белая ткань. Для покойников мастерили специальные холщевые маски [12, с. 104]. Среди антропоморфных костюмов бытовали наряды старика и старухи, цыган, региональной особенностью было ряженье татарками [6, с. 61 – 65]. Г. В. Любимова также отмечает, что довольно часто рядились теми народами, в непосредственной близости с которыми проживали, популярным нарядом также был костюм шамана [9, с. 117]. В XX веке появляется традиция рядиться цыганами, приделывая горб и используя бадожок, облачаться в костюмы других национальностей: паньей, украинкой [12, с. 103]. Атрибутикой ряженных являлись музыкальные инструменты, а также доски, чугунки и т. д. [12, с. 109]. На лица надевали маски или мазались сажей [8, с. 174]. Маски делали из бересты, картона, бумаги или тыквы, чулок, кожи. Отмечалось хождение ряженных на ходулях. На костюмы подвешивали колокольчики, ботала [12, с. 96].

В праздновании Масленицы можно выделить штурм снежной крепости, покорение столба, строительство снежных городков, сооружение снежных баб, катание на лошадях и конные бега, организацию масленичного поезда, ряженье, различные состязания, прощание с Масленкой посредством ее сжигания или разрывания. Городок складывали из кусков снега, делали ворота, ставили на них флаг или метлу, расписывали стены углем [6, с. 85]. Для прочности городок обливали во-

дой. Другим вариантом было сооружение деревянного городка. Для Сибири характерны городки из глыб снега, которые сооружались следующим способом: складывали 2 – 3 столба из снега, соединяли их сводом и делали крышу, все это обливали водой. На свод могли насаживать падаль, облитую водой [8, с. 180]. Штурм городков производился на конях, при помощи нагаек. Защищавшие город изображали казаков, осаждающие – аборигенов. После взятия городка устраивались братания и всеобщее гуляние. Не успевшего вскочить за стену города зарывали или натирали снегом [6, с. 85]. Штурм городка мог проходить в форме покорения столба, который обливали водой. На столб подвешивались вино, сапоги, отрезки ткани [8, с. 185]. Е. Ф. Фурсова отмечает традицию строительства снежных городков – детской забавы. Такой городок воспроизводил устройство настоящего. И в ряде сел бытовала традиция такой город ломать [12, с. 171]. Также принято было соорудить снежных баб, которые стояли до тепла [6, с. 89]. Другой повсеместной традицией являлось строительство гор и катание с них. Бытовали горки трех видов: настил из досок под наклоном, берег реки, залитый водой, уложенная на жерди солома, сверху которой насыпали снег и заливали водой. Горки принято было украшать елочками [6, с. 80]. Конструкция горок с настилом представляла собой четыре столба, врытых в землю, на которые наклонно укладывали бревна. Бревна засыпали снегом, замазывали коровьим навозом и поливали водой. Такая горка называлась катушка [8, с. 178]. Катание с гор осуществлялось на дровнях, розвальнях, лотках, на донцах прялок, корзинах, досках с ручками, на замерзших пимах, коровьем навозе, на рогожах, грубых хозяйственных тканях, лукошках [6, с. 81]. При катании повсеместно были распространены поцелуи. Это связано с культом семьи на Масленицу: принято было почитать молодые пары, а также свататься и присматривать себе пару холостякам [8, с. 178]. Неотъемлемой составляющей масленичных обрядов было катание на лошадях по кругу, вокруг селенья [8, с. 178]. Катание сопровождалось песнями, лошадям вплетали в гриву разноцветные ленты, надевали нарядную сбрую, украшали колокольчиками, дугу расписывали и расшивали бляшками. Использовались специальные самотканые вожжи [12, с. 172 – 174]. Особенно активным катание было в субботу. Смысл катания заключался в прогностической магии: катаются, чтобы лен был хорошим [12, с. 88]. Также катание означало показывать дорогу лету [10, с. 97]. Другим вариантом катаний были конные бега, характерные для русского севера. Они бытовали в старожильческой среде [8, с. 179]. Соревновались и верхом, и на беговухах, и в двухместных санях с беседкой. Финишем служили снежные ворота [6, с. 82]. Также на Масленицу бытовала традиция безудержного веселья, которое проявлялось в организации состязаний, игр: в догонялки, третий лишний, разлуку. Устраивали кулачные бои край на край, состязания в борьбе, покоряли столб, перетягивали палку или веревку, поднимали деревянные колоды или гири, соревновались в беге. Организовывали качели в виде столба с колесом, к которому привязывали санки [6, с. 81 – 84]. Объединяет традиции карнавализации и катания на лошадях организация масленичного поезда. Поезд

сооружали из двух-трех саней. Лошадей также запрягали в лодки, сани с плетеными коробками для перевозки угля [8, с. 181]. Сопровождался поезд ряжеными. Ряженные пели хозяевам величание, за что те были обязаны были угостить их водкой [10, с. 97]. Во время таких хождений разыгрывались представления, например, привоз «царя». На голове царя делали колпак из разноцветной бумаги, лицо мазали сажей, одет он был в рваные тряпки, шаровары [8, с. 180]. Участники могли изображать рыбную ловлю – стучать в бочку, ловить встречных неводом [10, с. 98]. Среди костюмов ряженных популярно было маскирование в цыган, стариков и старух, козлов, лошадей, ведьм, чертей, травести [6, с. 86]. Рядились конем, костюм мастерили из холста с хвостом из мочала [8, с. 181]. Морду такого коня делали из обернутых холстом валенок. А сами кони накрывались самотканым пологом [12, с. 184]. Отличие масленичного ряженья от святочного было в том, что масленичное исключало использование масок, предусматривало только мазанье сажей. Для ряженья использовалась старая, ветхая одежда [12, с. 179]. Суть передвижения поезда сводится к тому же колядованию, то есть испрашиванию даров у хозяина [8, с. 183]. Что касается изготовления соломенного чучела, то в данном случае традиция является вариативной. Чучело могло изготавливаться как с женскими, так и с мужскими атрибутами. Главным в данном случае было использование ветхой одежды. Чучело-женщину одевали в сарафан, волосы изготавливали из кудели [6, с. 88]. Глаза и рот рисовали углем, одевали в женскую одежду. Чучело либо водружали на масленичный поезд, либо ставили на масленичной горке [10, с. 97; 23, с. 80]. Тесно связан с обрядом изготовления чучела обычай прощания с Масленкой. Прощание могло быть выражено в форме сжигания чучела или его разрывания и разбрасывания [6, с. 88]. В ряде регионов обряд прощания с Масленкой проходил в форме сжигания соломы, что означало жечь Масленицу. Во дворах домов и на берегу реки разжигали костры, куда бросали старые вещи. После устраивали прыжки через костры [12, с. 180]. Могли устанавливать шест, на который наматывалась солома. Такой шест втыкали всугроб, пели и плясали вокруг него. А после катались через костер на санях [8, с. 186]. Также у костров валялись в снегу, мяли друг друга. В завершении костры тушили снегом, горки сжигали или разбивали, посыпая солью [6, с. 89].

На Сороки принято было выпекать жаворонков, поднимать их как можно выше и гадать по ним. Обрядовые действия с жаворонками были вариативны: их укладывали на столбы, привязывали веревочки и бросали с крыш, валялись в соломе, подбрасывая жаворонков вверх [6, с. 90]. Жаворонков также могли укладывать за божницы или сусеки с хлебом [9, с. 149]. Бытовал обычай «кормить жаворонков»: девушки и юноши на гумне крошили испеченных жаворонков по сторонам и закликали весну [10, с. 50]. На жаворонках можно было гадать: внутрь запекался предмет, предсказывающий дальнейшее будущее [6, с. 91]. Еще одной традицией было прибивание к карнизам домов еловых веток [6, с. 89]. Для зазывания весны использовались специальные заклички.

На пасхальной неделе совершали очистительные процедуры, продуцирующие действия, заготавливали

четверговую соль, красили яйца луковой шелухой, совершали обряды с яйцом, символом нарождающейся жизни, устраивали игры с яйцами, палили из ружей, освящали пищу, устраивали качели, водили хороводы, звонили в церковные колокола. Главным символом Пасхи является яйцо. Наряду с христианским значением, которое, кстати, далеко не всегда известно в сибирских селах, яйцо издревле связывается с нарождающейся жизнью и плодородием. Существовало множество обрядов, связанных с яйцом. Яйца катали по земле. На пасху бытовали различного рода игры с яйцами: катание яиц с лотка, яйцами стукались друг с другом, проверяя, чье окажется крепче. Существовала традиция обмена яйцом с первым встречным, считалось, что такое яйцо, положенное в красный угол не стухнет целый год и сможет помочь в болезнях [10, с. 105]. В сам праздник Светлой Пасхи принято было христосоваться и обмениваться яйцами. После разговлялись яйцом, разделенным на всех. Яйца крошили в семена, давали скотине, катали по пашне. До Троицы яйца хранили у божницы [23, с. 95]. Еще одним неотъемлемым атрибутом пасхальных действий было «водить круга», то есть водить хороводы [13]. Хоровод семантически увязан спочитанием культа солнца. Поэтому хороводы являются обязательным элементом всех праздников весенне-летнего цикла, а также праздников, приуроченных к солнцеворотам. На пасху устанавливались качели, обычно на окраине села. В Сибири бытовали три типа качелей: «качюли» в виде доски поперек бревна, «круговые» в виде столба с привязанными веревками, на распорках-«козлах» с прикрепленной доской – «седелкой» [12, с. 216]. На качелях принято было не просто качаться, а подпрыгивать как можно выше [9, с. 161]. Качание на качелях также имеет магическое значение, так как подпрыгивания связывались в народном сознании с плодородием, то есть мы имеем дело с продуцирующей магией. Обязательны для пасхальной недели игры и забавы: молодежные парные игры и мужские состязания, а также игры вбабки и городки. На Пасху совершались обходы, напоминающие колядование, которые впоследствии были заменены крестными ходами. Однако суть их осталась прежней: приходящие желали благ хозяевам, за что были одарены [8, с. 190].

На троицкой неделе принято было украшать избы растительностью, завивать березки, кумиться, водить хороводы, рядиться, совершать обряды с березкой-гостейкой, гадать на венках, угощаться яйцами, прыгать через костер, вызывать дождь. Березы завивали в Семик - четверг троицкой недели. Существовали такие способы завивания берез, как пригибание веток к земле, сплетение верхушек берез в виде воротцев, плетение березке косы [9, с. 177]. По данным «приметкам» впоследствии гадали: развившийся или засохший венок сулил беды и несчастье, распустившиеся воротца и коса, напротив, знаменовали скорое замужество. На Семик также делали березку-«гостейку», носили с песнями по деревне, потом ставили в амбар до Троицы [10, с. 110]. Носили на Семик березку с песнями, украшенную лентами и наряженную в женское платье, которую затем либо оставляли на краю деревни, либо топили, срывая наряд и надевая ей венок [6, с. 104]. На Троицу ходили смотреть «приметки», гадали по венкам, брошенным в воду, кумова-

лись. Кумление представляло собой пожатие руки и поцелуй через венок, после кумления девушки обменивались яйцами [1, с. 12]. В ряде сел бытовала традиция рядиться: надевать старую одежду, использовать прием травести, одеваться цыганками, чертями и т. д. Могли мастерить старуху из старых тряпок и носить ее по деревне. Водили хороводы, играли в игры: «горелки», «столбики», «сосед соседку любит», «круга», «разлуку», «удавцом», «мечик», «заинька», «пеньки», «один лишний», «попа гоняла». Под конец дня объединялись в возрастные группы. Мужчины состязались в борьбе, играли в мяч, «бить-бежать». Устраивались соревнования в беге, борьбе. Для детей делали качели и балаганы [13]. Характерны были прыжки через костер, катание на лодках по реке [6, с. 104]. К Троице были приурочены обряды вызывания дождя: боронили землю и посыпали ее солью, копали лопатой землю в форме креста, мыли иконы [6, с. 106].

Купальскими обрядовыми действиями является сбор трав, заготовка веников, обливание водой, купание, прыжки через костры и бросание через них веников, гадания, катание горящего колеса. На Ивана Купалу, связанного с солнцеворотом, принято было водить хороводы. Также в этот день вода и травы наделялись особыми свойствами. Утром принято было собирать росу, промывать ей глаза [10, с. 64]. В течение дня обливались, насильно бросали в реку. Бытовала традиция, по которой нужно было собирать 40 трав [13]. Травы укладывали в огороде на Иванову росу. С Ивана Купалы начинали заготавливать веники [6, с. 108]. Также к представлениям о чудодейственных свойствах трав восходят легенды о цветущем папоротнике. На поиски папоротника отправлялись в ночь накануне Ивана Купалы. Считалось, что тот, кому удастся его отыскать, будет понимать язык зверей, находить клады и не знать неудач в любви. Также бытовал обычай накосить копну травы, сохранить до страшных вечеров, обойти ее, очертив огарком от зажженной осенью первой лучины. Черти, сидящие в копне, взмолятся и исполнят любое желание [10, с. 65]. Девушки на Купалу плели венки и гадали по ним на свою судьбу [8, с. 195]. Гадали по колоскам, сорванным в поле, сбудется ли желание [6, с. 109]. В сибирских селах также фиксируется традиция устраивать «расташшиху», представляющую собой хулиганские выходки, такие как разбрасывание поленницы, снятие дверей с петель и т. д. Отмечается также традиция ряженья. Принято было рядиться покойником, надев белые холщевые одежды. В таком виде ходили пугать людей. Еще одной неотъемлемой традицией является разведение костров и прыжки через них [13]. Через костры могли бросать березовые веники и смотреть, далеко ли улетит, это сулило далекое замужество. Катали зажженное колесо, чтобы ведьма вышла, которая этим колесом и являлась. Другим вариантом было носить колесо высоко поднятым на палке. Также для Ивана Купалы были характерны обряды, направленные на вызывание дождя [6, с. 110].

На Покров устраивали вечерки с работой и молодежные посиделки с играми и танцами. На таких вечерах танцевали и играли в игры. Из танцев особенно популярны были барыня, восьмерка, четверка, русская. Мужчины танцевали казачка, голубца, трепака, кама-

ринскую. Также с этого времени начинались девичьи посиделки с работой. Перед тем, как организовать вечерку, необходимо было осветить избу тремя сальными свечами [8, с. 196].

Среди актов шорского обряда весеннего жертвоприношения «Шачыг» (река-гора), являющегося началом хозяйственно-календарного года и проводимого на берегу близлежащей реки после окончания ледохода, можно выделить: наполнение шаманом общей ритуальной чаши из туесов каждого представителя рода, кропление духам горы и воды; разбрасывание по земле кусочков дерева и бересты – «кастак»; сбор молодым шорцем с представителями рода определенных жертвенных предметов: мужчин перьев глухаря, а с женщин – лент «чалама»; связывание из них гирлянды и закрепление ее на березе; хождение участников по ходу солнца по кругу с выкрикиванием при перечислении почитаемых объектов природы: «Шок!»; гадание с подбрасыванием деревянной чаши вверх (если она падала на землю вверх дном предстоил неудачный год, если дном вниз – всех присутствующих ожидал успех в промыслах); подбирание с земли «кастак» как гарантии удачи на весь год [4, с. 139 – 140]. Актами осеннего обряда «Кочо-Кан» являются: обжаривание для «талкана» зерен ячменя в специальном котле; их измельчение в ступе, а затем на зернотерке; проведение шаманом очищающего камлания «алас»; сооружение временного «одага»; перевоплощение шамана в Кочо-Кана с помощью маски, посоха и деревянного фаллоса; хождение Кочо-Кана по домам с песнями для получения угощений; «благословление» встречных мужчин деревянным фаллосом; проведение ритуальной игры «тамыр» [11, с. 130 – 141].

Анализ календарной обрядности показывает, что не каждый акт может быть актуализирован в рамках музейной деятельности, соответственно необходимо выявлять степень адаптивности того или иного акта. Отбор элементов календаря с целью их актуализации должен базироваться, на наш взгляд, на следующих принципах:

- информативности с ориентированием на отбор таких элементов, которые содержат наиболее полную информацию о традиционной культуре и народном календаре, что позволяет воссоздать особенности того или иного календарного праздника;

- репрезентативности, заключающейся в выявлении элементов, содержащих наиболее полную информацию о конкретной традиции, характеризующей весь ряд схожих объектов нематериального наследия;

- темпоральной соотнесенности, предполагающей при отборе элементов для мероприятия ориентацию на принадлежность к определенному циклу;

- адаптивности, нацеленной на отбор элементов, которые могут быть воспроизведены в современной действительности, так как некоторые элементы невозможно включить в деятельность музеев, а некоторые нежелательны для восприятия современного человека;

- аттрактивности, ориентированной на интересы музейного посетителя и предполагающей отбор потенциально привлекательных для него элементов.

Собственно актуализация календарного обряда также должна строиться на определенных принципах:

- научности, подразумевающей обращение к научной литературе и музейным архивам, использование тщательно выверенной информации;

- ориентации на подлинность, исключаяющей использование инородных современных элементов;

- комплексности, требующей воспроизведения не только структуры обряда, но и словесных форм, обрядовой атрибутики и т. д.;

- интерактивности, предполагающей активное участие посетителей;

- аттрактивности, предусматривающей подачу календарного обряда в увлекательной для посетителей форме.

Актуализация народного календаря базируется на музейной коммуникации, которая реализуется посредством форм культурно-образовательной деятельности. Формами, в рамках которых может быть осуществлена презентация календарных традиций, являются тематические экскурсии, конкурсы, концерты, театрализованные постановки, музейные объединения. Наибольшим потенциалом обладают такие формы, как музейный праздник и интерактивное занятие. Музейный праздник может включать экскурсии, мастер-классы, конкурсы, театрализованные постановки.

Методы актуализации календарной обрядности в музее можно разделить на вербальные и акциональные. Основным вербальным методом является интерпретация посредством материальных носителей. Интерпретация основана на раскрытии внутренних смыслов, содержащихся в музейных предметах. К акциональным методам относятся:

- театрализация, основанная на использовании приемов, характерных для других видов искусств, посредством которых происходит художественное осмысление действительности. Метод театрализации способствует преподнесению культурного наследия в увлекательной форме, но эффективен данный метод будет только при условии сочетания с методом научно-обоснованной реконструкции;

- реконструкция, которая строится на создании имитационной модели, воссоздающей утраченный объект нематериального наследия. Можно выделить два типа реконструкции: комплексную, предполагающую воспроизведения обряда или обрядового действия во всей его полноте и фрагментарную, воспроизводящую отдельные стороны обряда. Реконструкция предполагает анализ научной литературы и источников, выделение обрядовых актов, подготовку соответствующей атрибутики, воспроизведение акциональной и вербальной сторон обряда. Реконструкция является наиболее продуктивным методом по презентации народного календаря. Метод комплексной реконструкции позволяет полностью раскрыть особенности традиционной обрядности, способствует наилучшему воспроизведению традиционной обрядности, но сложен в исполнении;

- стилизация, представляющая собой трансформацию традиционных обрядовых элементов с ориентацией на современность или придание объектам современной действительности формального сходства с традиционными элементами с целью увеличения их аттрактивности. Метод стилизации также обеспечивает аттрактивность, но обратной его стороной является смещение акцента с научно-образовательной функции музея на рекреационную;

- адаптация, основанная на преобразовании традиционных элементов с целью приспособления их к условиям современной действительности.

Специфическими приемами актуализации календарного обряда становятся:

- прием эклектики, который основан на соединении разнородных, никак не связанных элементов в рамках праздника;
- прием локальной обобщенности, выстраиваемый с включением в структуру праздника разнородных региональных и локальных обрядовых традиций;
- прием темпоральной обобщенности, подразумевающий воспроизведение традиций в несвойственное им время;
- прием дискретности, который предполагает отсутствие связи между элементами, включенными в структуру мероприятий;
- прием стереотипности, применяемый при включении в структуру мероприятий по актуализации народного календаря элементов, являющихся стереотипными представлениями о традиционной культуре в современной действительности;
- прием включенности, который подразумевает участие зрителя в процессе презентации обряда.

В актуализации календарного обряда в музее можно выделить несколько этапов. Предварительный этап связан с музеефикацией объекта нематериального наследия, включающей выявление его в естественной среде, фиксацию, включение в фонды музея посредством материальных носителей. Собственно актуализация делится на такие этапы как выделение обрядовых актов, выявление наиболее адаптивных обрядовых актов в соответствии с выделенными принципами, выбор формы, методов и приемов актуализации обряда, определение и подготовка необходимых средств, презентация обряда.

На сегодняшний день музеи Кемеровской области, в которых имеются отделы этнографии, активно осваивают новый вид деятельности по сохранению и актуализации календарной обрядности, являющейся одним из интереснейших пластов нематериального культурного наследия. В связи со спецификой исследования рассматривалась деятельность музеев историко-этнографического, историко-бытового профилей, этнографических музеев и музеев-заповедников, краеведческих музеев. Наиболее иллюстративными для анализа актуализации календарной обрядности являются музеи этнографического профиля, презентующие традиционную культуру народов Кемеровской области. Анализ показал, что основными презентуемыми праздниками русских являются Масленица и Святки. Воспроизводятся также обрядовые традиции Пасхи, Троицы, Ивана Купалы. Единично актуализируются такие праздники как Сороки, Никола и Егорий Вешний, Покров. Спектр обрядовых актов, презентуемых в музеях Кемеровской области, достаточно ограничен. Не актуализируются традиции новогодних ритуальных костров, масленичного ряженья, конных состязаний на Масленицу, пасхального обычая смотреть домового и др. Многие обрядовые акты презентуются в усеченном или трансформированном виде.

В музеях Кемеровской области обряды и праздники, соответствующие календарю, практически не проводятся. Как правило, носителями шорской культуры делаются попытки реконструкции обрядов камлания шамана с повязыванием лент на ветви березы. Популярным в деятельности музеев является проведение музеями в марте новогоднего праздника Чыл Пажы, который, по мнению

этнографов, можно отнести к образу праздников неотрадиционной культуры, так как он никогда до современности не существовал у шорцев [7, с. 75–78]. При этом не актуализируется ряд весенних обрядов, имевших место у шорцев и описанных исследователями первой четверти XX в.

Наиболее популярными формами актуализации календарных обрядов является музейный праздник и музейная программа. Музейная программа применяется в музеях традиционного типа, музейный праздник более характерен для музеев под открытым небом. Музейный праздник включает концерт, мастер-класс, конкурсы. Другими формами становятся экскурсия и музейное объединение.

Основным методом актуализации календарных обрядов является стилизация. В краеведческих музеях активно применяется вербальный метод, причем как основанный на интерпретации посредством материальных носителей, так и в отрыве от них. Также применяются методы театрализации, фрагментарной реконструкции. В музеях под открытым небом доминируют методы театрализации и стилизации с применением фрагментарной реконструкции. Комплексная реконструкция применяется только на базе экомuzeя-заповедника «Тюльберский городок», музея «Археология, этнография, экология Сибири». В рамках актуализации часто применяется метод эклектики, темпоральной и региональной обобщенности и дискретности, что ведет к нарушениям принципов музейной деятельности.

При отборе элементов для актуализации музеями чаще всего нарушается принцип информативности и репрезентативности, а также региональной и темпоральной соотнесенности. Ориентация делается, в основном, на принцип аттрактивности. В рамках презентации обрядовых элементов нарушаются принципы научности, ориентации на подлинность, комплексности. Таким образом, принципы аттрактивности и интерактивности занимают доминирующую позицию. Такой подход ведет к смещению акцента с научно-образовательной функции музея к исключительно рекреационной.

Деятельность музеев Кемеровской области по актуализации народного календаря не вписывается в выделенные этапы, в частности все музеи опускают предварительный этап, связанный с музеефикацией. Таким образом, возникает вопрос о правомерности отношения актуализируемых традиций к объектам нематериального наследия. В экомuzeе-заповеднике «Тюльберский городок» и музее «Археология, этнография и экология Сибири» применяется метод опосредованной фиксации, то есть актуализация основана на традициях, зафиксированных другими институтами. В ряде музеев актуализация происходит с опорой на научно-популярные энциклопедии и интернет-источники, воспроизводимые обряды едва ли могут быть отнесены к объектам нематериального культурного наследия. Музеефицированными объектами нематериального наследия они не являются однозначно.

Научный подход к актуализации календарных обрядов в последние годы с использованием обоснованных выше методов и приемов реализуется в рамках деятельности экомuzeя «Тюльберский городок» и музея «Археология, этнография и экология Сибири» на материалах русских Сибири. В перспективе – подготовка проектов по шорским обрядам и праздникам. В экомuzeе-

заповеднике «Тюльберский городок» основной формой актуализации является музейный праздник, основанный на методе научно-обоснованной реконструкции. Также используются методы театрализации, адаптации. В ряде случаев присутствует метод эклектики. Несмотря на то, что музей не располагает собственными архивными материалами по календарной обрядности, при подготовке мероприятий используется научная литература, базирующаяся на полевых исследованиях календарной обрядности русских Сибири. Принцип ориентации на подлинность оказывается по ряду причин соблюденным не везде. Также зачастую происходит нарушение принципа комплексности. Реконструкция соответствующей атрибутики, пищи, костюмов происходит в усеченном виде. Во многом это обусловлено материальной базой музея. Многие проекты находятся в стадии разработки. Так, в планах музея – организация игрового комплекса и устройство русских сибирских качелей, изготовление костюмов ряженных шеликунов. Но важным моментом является то, что современные элементы практически исключаются из обрядовых действий. Практикуется использование подлинных предметов в рамках реконструкции, так как экомузей задумывался по принципу живого музея, то многие экспонаты и экспозиции анимируются.

Святочные традиции актуализируются посредством проведения музейного праздника. Мероприятие строится на принципе интерактивности: под руководством ведущего гости сами принимают участие в реконструкции. Воспроизводятся традиции колядования, ряженья, славения, гадания, вечерочных посиделок, вождения коня, а также презентуется ритуальная кухня, сырчики. Из многочисленных и разнообразных способов гадания представлены бросание пима, гадание с зеркалом, литье воска, подслушивание на перекрестке, определение характера будущего мужа по чурочке, подблюдные пенсии, гадание с кольцом и др. По этнографическим описаниям реконструируются костюм коня, а также маски – «хари» из бересты. На вечерочных посиделках проводятся молодежные игры, направленные на выбор пары, среди которых представлены игры в «кобылы», «покойника», различного рода игры с поцелуями. Реконструкция игр проводится на базе этнографических описаний. Также с опорой на метод реконструкции готовится ритуальное блюдо, «сырчики», которым угощают колядующих.

Не актуализируются такие типы гаданий, как завязывание глаз девушке, гадания с соревновательным элементом. Гадание с жердью, с лепешкой. Ряженье также актуализировано не полностью: ограничиваются традицией рядиться в нечистую силу. При славлении не изготавливается характерная звезда, при посевании не используются интерьерные экспозиции. По объективным причинам не воспроизводятся конные бега. Не воспроизводится традиция изготовления снежных фигур. Опускается традиция возжигания костров и укладывания снопа в красный угол.

В экомузее «Тюльберский городок» также проводится праздник Сретенье. Включение сретенских традиций в структуру мероприятий по актуализации народной обрядности не соотносится с характеристиками народного календаря, так как в сибирских селах сретенье не почиталось за «большой» праздник, также он не отражает особенностей весеннего цикла, так как весну в сибир-

ском регионе принято было закликать на Сороки. Мероприятие строится на воспроизведении языческих традиций, связанных с праздником Громница и закличках весны. В данном случае мы имеем дело с нарушением принципа региональной и темпоральной соотнесенности, так как в литературе, посвященной исследованию Сибири, о традициях, связанных с Громницей, не упоминается.

Масленичные традиции воспроизводятся в форме музейного праздника, включающего штурм снежного городка, покорение столба, бой подушками и перетягивание каната, угощение блинами, хороводы, обряды, направленные на почитание молодоженов, катание с гор, очистительные обряды, прощение и целовальник, костры и прыжки через них, проводы Масленки.

Праздник строится на методе комплексной реконструкции, которая производится при активном участии посетителей музея. Метод реконструкции используется и при изготовлении сопутствующей атрибутики: на основе этнографических описаний сооружается снежная крепость, горки. С опорой на этнографическое описание, но с применением метода стилизации изготавливается чучело Масленки. Традиция масленичного поезда воспроизведена в усеченном виде с использованием метода адаптации: чучело катают на снегоходе за неимением коня. Не актуализируются ряженье, кулачные бои, городки для детской забавы, строительство снежных баб, конные бега, масленичный поезд, катание на телегах опосредованно: на снегоходе, борьба на опоясках [5, с. 55].

Сороки проводятся в экомузее в форме праздника, в рамках которого реконструируются традиции гадать на жаворонках, закликать весну. Метод эклектики применяется посредством включения в структуру праздника рыцарского турнира с участием клубов исторической реконструкции.

Празднование Егория Вешнего также основано на методе реконструкции с применением методов театрализации и стилизации. Праздник включает как воссоздание обрядовых действий, таких как прокладывание первой борозды, принесение жертвы волку, прыжки по траве, так и театрализованное представление, воссоздающее народные представления о Георгии Победоносце. Прием эклектики проявляется во включении в структуру праздника военного парада и выступления военно-патриотического клуба. В данном случае данный прием используется с целью обеспечить преемственность времен и поколений. Так как Георгий Победоносец считался в народе защитником Земли Русской, считается целесообразным приурочить данное мероприятие к празднованию Дня Победы и продемонстрировать современные традиции защищать Родину.

Троицкая обрядность воспроизводится в экомузее-заповеднике «Тюльберский городок» в форме музейного праздника с использованием метода комплексной реконструкции. Презентуются такие обрядовые действия, как украшение избы березовыми ветками и цветами, устилание пола травой, завивание березок, плетение венков, кумление, ряженье, обряды с березкой «гостейкой», гадание на венках. Обрядовая кухня презентуется посредством проведения мастер-класса по троичским способам окраски яиц. В структуру мероприятия также включаются народные игры, характерные для весенне-летнего периода.

Иван Купала проводится в форме праздника с применением метода комплексной реконструкции. Мероприятие включает обряды сбора росы, плетение венков и гадание на них, сбора трав, прыжки через костер и купание. Также в структуру мероприятия включаются обряды принесения жертвы водяному, сжигания чучела Морены, не зафиксированные в литературе, посвященной сибирскому календарю. Следовательно, в данном случае мы имеем дело с нарушением принципа региональной соотнесенности [5, с. 56].

Празднование Спаса, по свидетельствам научной литературы, не характерно для сибирского региона. Однако данный праздник включен в спектр мероприятий «Тюльберского городка», посвященных народному календарю. В экомузее проводится медовый Спас, на который производится освящение меда, совершается молебен и водосвятие. Праздник проводится при участии представителей Русской Православной Церкви [5, с. 56].

Также в экомузее проводится праздник Спиридон-солнцеворот, не нашедший отражения в публикациях, посвященных календарным обрядам русских Сибири. Реконструкция производится на основе литературы, описывающей традиции европейской части России, что ведет к нарушению принципа региональной соотнесенности.

Финалом практически всех музейных мероприятий, приуроченных к весенне-летнему циклу, становится концерт с участием фольклорных коллективов, организуемый на сцене. Во время концерта функционирует площадка, где реконструируются народные игры. Такая форма, как концерт, на наш взгляд, является спорной, так как противоречит принципу интерактивности. Организация тематических площадок с выступлением народных коллективов, ориентированных на включение зрителей в процесс, могло бы решить данную проблему. Включение конкурсов посредством метода адаптации в программу мероприятий способствует реализации принципа аттрактивности и интерактивности. Подобные конкурсы проводятся на Масленицу, Троицу, Ивана Купалу. Так, на Троицу устраиваются соревнования на лучший костюм ряженого, на Ивана Купалу гости соревнуются в прыжках через костер.

Таким образом, ведущей формой актуализации народного календаря в экомузее-заповеднике «Тюльберский городок» является праздник, основанный на методе комплексной научно-обоснованной реконструкции. Праздник включает такие формы, как концерт, мастер-класс, конкурсы. Помимо метода реконструкции в музее применяются методы интерпретации, театрализации, стилизации и адаптации.

Музей «Археология, этнография и экология Сибири» деятельность по актуализации календарной обрядности русских начал только в текущем году. Ранее акцент делался на культуре коренных жителей Сибири. С соблюдением принципов научности, ориентации на подлинность, информативности и аттрактивности в рамках интерактивных экскурсий воссоздавались отдельные моменты культовых обрядов шорцев: жертвоприношения духам перед отправлением на охотничий промысел, шаманское камлание. При этом происходило нарушение принципов темпоральной соотнесенности, как происходит в других музеях Кемеровской области. Обряды не были ориентированы на определенный период календарного цикла. Не соблюдался принцип комплексности

по причине невозможности воспроизведения словесных форм, слабо был задействован принцип интерактивности – посетители не являлись активными участниками проводимого обряда.

Традиционно при проведении музейных мероприятий подобного рода применяется вербальный метод интерпретации, основанный на раскрытии внутренних смыслов, содержащихся в музейных предметах. Так, обряд почитания духов охоты проводится с задействованием подлинных культовых предметов с раскрытием их семантики. Почитаемые целыми группами родов и покровительствующие охоте духи имели различные воплощения, отраженные в деревянных фигурках. Обряды жертвоприношения им были бескровными – в виде алкогольного напитка или кашицы из талкана (муки из поджаренного ячменя). Из акционных методов в деятельности музея использовалась театрализация в сочетании с фрагментарной реконструкцией при проведении обряда камлания шамана.

Первым музейным мероприятием по актуализации русского календарного обряда в музее «Археология, этнография и экология Сибири» стала организация Чистого четверга Пасхальной недели. В качестве ведущего метода был выбран метод реконструкции, также использовались методы театрализации и адаптации. Были воспроизведены такие обрядовые действия, как очистительные обряды, имитация хозяйственных работ, заготовка четверговой соли, традиционные пасхальные игры. Также в рамках мероприятия был проведен мастер-класс по окраске яиц традиционным сибирским способом, луковой шелухой. Ритуальная кухня также была актуализирована посредством воспроизведения традиционных рецептов. Так как музей не имеет собственных архивных материалов, подготовка мероприятия шла с опорой на научную литературу по сибирской обрядности. Принцип ориентации на подлинность удалось соблюсти посредством использования предметов из коллекций музея. Дополнительная атрибутика была изготовлена по этнографическим описаниям и фотоматериалам, а также на основе исследования экспонатов из музейных коллекций. Принцип комплексности соблюден за счет воспроизведения основных элементов обрядового действия, увязанных друг с другом. Принципы интерактивности и аттрактивности соблюдались посредством включения зрителей в процесс. Посредством метода адаптации удалось включить всех участников мероприятия в обрядовые действия. Усилению такой характеристики мероприятия, как аттрактивность, помогло бы привлечение к участию в нем фольклорных коллективов, приготовлении традиционных угощений. Стоит также отметить, что при подготовке данного мероприятия музей ориентировался именно на региональную специфику, т. е. был соблюден принцип региональной соотнесенности.

Троицкие обряды воссоздаются в музее в форме праздника, приуроченного к Троицкому Семику, основанного на методе научно-обоснованной реконструкции. Актуализируются такие обрядовые действия, как украшение березками, устилание пола травой, обряды завивания березок и кумления, ряженья, плетения венков, обряды с березкой-«гостейкой», ритуальная кухня, традиционные игры весенне-летнего периода. Структура праздника представляет собой последовательное соединение обрядовых действий, органично связанных между

собой. Изготовление костюмов базируется как на методе научной реконструкции, так и на методе адаптации.

При отборе обрядовых элементов соблюден принцип информативности и репрезентативности за счет включения основных элементов, иллюстрирующих тропическую обрядность. Также соблюден принцип темпоральной и, что особенно важно, региональной соотнесенности. Актуализация обрядовых действий соответствует принципу научности за счет обращения к литературе, в основу которой положены полевые материалы. Принцип ориентации на подлинность реализован благодаря использованию предметов из коллекции музея. Принцип комплексности нашел отражение в воспроизведении фольклорных форм, ритуальной атрибутики, презентации традиционной кухни, кроме того, в структуру праздника включены основные обрядовые действия, характерные для сибирского региона. Соблюсти принцип интерактивности позволяет включение народных игр в структуру праздника, а также способ презент-

тации обряда: вслед за ведущим действия выполняют все участники мероприятия. В перспективе – разработка и проведение музейных мероприятий, отражающих другие элементы традиционного календаря, а также сбор полевого материала по календарной обрядности русских Кузбасского Притомья.

Таким образом, необходимо совершенствовать деятельность музеев в данном направлении. Идеальная модель актуализации календарного обряда в музее предполагает прохождение таких этапов, как выявление объекта нематериального культурного наследия в естественной среде, фиксация данной традиции и включение ее в музейное собрание, выявление адаптивных обрядовых актов, определение средств актуализации, написание сценарного плана, собственно презентация. Актуализацию стоит строить на сочетании методов научно-обоснованной комплексной реконструкции, интерпретации, театрализации и адаптации с использованием приема включенности.

### Литература

1. Громыко М. М. Традиционные нормы поведения и формы общения русских крестьян XIX в. М.: Наука, 1986. 278 с.
2. Громыко М. М. Мир русской деревни. М.: Молодая гвардия, 1991. 446 с. URL: [http://www.-chzr.ru/uploadedfiles/site/file/biblioteka/books/2012/mir\\_russ\\_derevni.pdf](http://www.-chzr.ru/uploadedfiles/site/file/biblioteka/books/2012/mir_russ_derevni.pdf). – Загл. с экрана.
3. Дмитриева С. И. Фольклор и народное искусство русских Европейского Севера. М.: Наука, 1988. 240 с.
4. Дьяконова В. П. О значении реки и воды в культуре народов Саяно-Алтая // Реки и народы Сибири. СПб: Наука, 2007. С. 139 – 140.
5. Глушкова П. В., Кимеева Т. И. Русские народные праздники в деятельности экомuzeя-заповедника «Тюльберский городок» // Христианство и славянское культурное наследие: сб. научных статей Международного научно-практического форума. Изд-во КемГУКИ, 2013. Т. 1.
6. Золотова Т. Н. Русские календарные праздники в Западной Сибири (конец XIX – XX вв.). Омск: Издатель-Полиграфист, 2002. 234 с.
7. Кимеев В. М., Терентьев В. И. Этнокультурный неотрадиционализм шорцев в социокультурном пространстве Саяно-Алтая // Социальные процессы в современной Западной Сибири: сб. научных трудов. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2013. Вып. 14.
8. Липинская В. А. Старожилы и переселенцы. Русские на Алтае XVIII – начало XX века. М.: Наука, 1996. 269 с.
9. Любимова Г. В. Возрастной символизм в культуре календарного праздника русского населения Сибири. XIX – начало XX века. Новосибирск: Изд-во ИА и Э СО РАН, 2004. 240 с.
10. Макаренко А. А. Сибирский народный календарь. Новосибирск: Наука, 1993. 167 с.
11. Сатлаев Ф. А. Старинный обряд испрашивания плодородия у кумандинцев // Религиозные представления и обряды народов Сибири в XIX – начале XX века: сб. МАЭ. Л.: Наука, 1971. С. 130 – 141.
12. Фурсова Е. Ф. Календарные обычаи и обряды восточнославянских народов Новосибирской области как результат межэтнического взаимодействия (к. XIX – XX в.). Обычаи и обряды зимне-весеннего периода. Новосибирск: АГРО, 2002. Ч. 1. 285 с.
13. Фурсова Е. Ф. Календарные обряды. URL: <http://www.sati.archaeology.nsc.ru/library/fursova/-calendar.html>. – Загл. с экрана.

### Информация об авторах:

**Кимеева Татьяна Ивановна** – руководитель отдела музея «Археология, этнография и экология Сибири», кандидат культурологии, доцент КемГУ, [tat-kimeeva@mail.ru](mailto:tat-kimeeva@mail.ru).

**Tatiana I. Kimeeva** – Candidate of Culture Studies, Head of the Department at the museum of «Archaeology, Ethnography and Ecology of Siberia», Assistant Professor at Kemerovo State University.

**Глушкова Полина Валерьевна** – научный сотрудник МБУ «Экомuzeй-заповедник Тюльберский городок», аспирант по научной специальности 24.00.03 «Музееведение, консервация и реставрация историко-культурных объектов» Кемеровского государственного университета культуры и искусств, 8-923-607-68-07.

**Polina V. Glushkova** – Research Associate at Tyulbersky Gorodok Eco-museum Reserve, post-graduate student at Kemerovo State University of Culture and Arts.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

УДК 902.21

## ДРЕВНИЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ЧЕЧУЛИХИНСКОГО САЛАЙРСКОГО ПРИИСКА

А. С. Савельева, П. В. Герман

## ANCIENT MINES OF CHECHULIHA SALAIR ORE MINING SITE

A. S. Savelyeva, P. V. German

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-11-42002, а также в рамках Соглашения № 8 от 1.04.2014 г. с Департаментом образования и науки Кемеровской области о поддержке гуманитарных научных исследований.*

В статье приводятся историографические сведения из письменных и картографических источников о ходе освоения Чечулихинского медь- и серебросодержащего прииска. Прииск действовал в 1786 – 1789 гг. и был открыт рудоискателем Дмитрием Поповым. Подобно многим археологически изученным рудопоявлениям Алтая, Казахстана, Хакаско-Минусинской котловины описываемый в пределах Салайрского кряжа прииск был обнаружен по «чудским» копиям. Идентификация на местности, первые археологические обследования, сборы подъемного материала, произведенные авторами, выявили наличие древних рудных выработок двух типов – разведочных ям-закопушек и карьеров, приуроченных к выходам горных пород на поверхность. Результаты исследований позволили отнести местонахождение к числу археологических памятников типа «горные выработки». К совокупности обнаруженных объектов применимо употребляемое в современных историко-металлургических исследованиях понятие об историко-культурных комплексах, в которых сгруппированы следы древнего горнорудного дела и объекты рудной добычи XVIII в.

The paper provides the historiographical information from written and cartographic sources about Chechuliha copper and silver mine development. The mine exploitation took place in the 1786 – 1789 and it was discovered by ores finder Dmitry Popov. As a many archaeologically studied deposits of Altai, Kazakhstan, Khakass-Minusinsk hollow, the described ore mining site of Salair mountain-ridge was discovered due to ancient mines. The identification on the ground, first archaeological studies and collections of lifting materials, that were carried out by the authors, revealed the presence of two types of ancient mines – prospective pits and quarries, located at the rock outcrops on the surface. The results of investigations let attribute the site to archaeological mines. All the identified objects may be named a historical and cultural complex, uniting traces of ancient mining and ore mining objects of the 18<sup>th</sup> century.

**Ключевые слова:** древние горнорудные объекты, история горного дела, освоение Салайрского края, Чечулихинский прииск, Салайрский кряж.

**Keywords:** ancient ore mining objects, history of mining, development of Salair land, Chechuliha mine, Salair mountain-ridge.

В 2013 г. в ходе археологической разведки в Гурьевском районе Кемеровской области были обнаружены древние горные выработки. Территориально они приурочены к функционировавшему в конце XVIII в. медному и серебряному прииску, известному как Чечулихинский. По расположенной поблизости речушке местонахождение получило археологическое наименование Чучулиха-1.

Впервые упоминание о Чечулихинском прииске в русскоязычном письменном источнике встречается в книге статского советника, академика Императорской Академии наук, члена Государственной Берг-коллегии Ивана (Бенедикта Иоганна Франца) Германа. В «Сочинениях о сибирских рудниках и заводах» им приводятся сведения о географическом расположении рудника и его эксплуатации. Чечулихинский прииск, по И. Герману, располагается в 11,5 верстах к северу от Салайрского рудника и в пяти верстах от деревни Салайрской. Добываемая в 1780-е гг. руда залегала «между крепких пород составляющих лежащий бок из багроватой яшмы, а навислой из крепкого слоистого глинистого сланца». Всего по его сведениям в 1786 и 1787 гг. разобрано 2400 пудов руды, с содержанием меди от 3 до 10 фунтов, а в 1788 г. – 4060 пудов, с содержанием меди от 2 до 7 фунтов [2, с. 43 – 44, 51, 53].

В июле 1844 г. в ходе экспедиции на Алтай, на Чечулихинском прииске побывал геолог профессор Московского университета Григорий Ефимович Щуровский. Прииск ученому довелось наблюдать лично в 12 верстах от Салайрских рудников и в 7,5 верстах к востоку от Пестеревского прииска. По словам Г. Е. Щуровского, производимые на руднике открытые работы разведывательного свойства позволили подробно зафиксировать геологическую обстановку на этом месторождении серебра: «висячий бок тяжелошпатовой жилы «состоит из серого глинистого сланца, а лежащий из твердой железистой яшмы, вероятно также образовавшейся из глинистого сланца, в который она непосредственно и переходит. Последний замыкается порфиром и снова глинистым сланцем. Яшмовый пласт имеет до 2 саж. толщины, и, выдаваясь наружу, образует высокие скалы» [17, с. 225 – 227].

В XIX – XX вв., несмотря на полное прекращение рудной добычи, прииск неоднократно упоминается в геологических характеристиках. Так, в 1896 г. горный инженер Николай Яковлевич Нестеровский опубликовал «Геогностический очерк Кузнецкого угленосного бассейна». Прииск Чечулихинский он объединил в одну группу с Пестеревским и Буймовским, расположив их «к юго-востоку от Урского золотого промысла в расстоянии, примерно, около 15 – 20 верст от

него». Здесь же приводятся сведения о том, что прииск разведан на глубине 22 саженей, при содержании серебра от 1/8 до 1 золотника, меди – от 1 до 10 фунтов в пуде руды [11, с. 328 – 329].

В вышедшей в 1905 г. книге горного инженера Вячеслава Степановича Реутовского «Полезные ископаемые Сибири» Чечулихинский прииск отнесен к числу серебряных месторождений и помещен «в 12 верстах от Салаира по дороге из него в д. Ариничеву». В. С. Реутовским впервые приводится дата открытия прииска – 1786 г. [12, с. 218].

В своде месторождений Алтая, составленном горным инженером В. Н. Мамонтовым, медь и серебро содержащий Чечулихинский прииск Кузнецкого уезда описан «от Салаирского рудника в Северную сторону в 11 верстах по правую сторону дороги, ведущей из Салаирского рудника в деревню Пестереву – в вершине речки Чечулихи». В. Н. Мамонтовым впервые называется имя первооткрывателя прииска – рудоискателя Дмитрия Попова – и приводится дата прекращения работ – 1789 г. [9, с. 450 – 451].

В своде полиметаллических месторождений Алтая и Салаира, составленном геологом Борисом Сергеевичем Митропольским и сотрудником Сибирского архива Михаилом Клавдиевичем Паренаго, Чечулихинский-Салаирский прииск на серебро и медь помещен «в вершине рч. Чечулихи, на правой стороне дороги из Салаирского рудника в д. Пестереву». В этой работе прииск получил полное, сводное, с учетом почти всех прежде упомянутых сведений, описание [10, с. 332].

Современная геологическая наука при зонировании Салаирского рудного пояса оперирует понятием о Чечулихинском рудопоявлении Буймовско-Чечулихинского участка с барит-полиметаллическими рудами [4, с. 159]. Участок относится к категории месторождений, требующих доразведки, с хорошими перспективами [5, с. 394]. Чечулихинское медь, цинк, свинец, серебро и золотосодержащее рудопоявление является объектом учета государственного кадастра месторождений [20].

Такова история геологического исследования Чечулихинского прииска, места рудной добычи с 1786 по 1789 гг., открытого Д. Поповым. О степени развитости инфраструктуры проводившихся там горных работ можно судить по некоторым архивным данным. Так, до 1789 г. на приiske Чечулихинском размещалась кузница, конюшня и «конюшенная изба для полагания упряжки и житья конюха» [18, л. 5 об., 6]. По меньшей мере в 1787 и 1789 гг. на Чечулихе функционировала казарма [18, л. 24 об., 25].

По всей видимости, прииск был открыт по древним горным выработкам. Об этом свидетельствуют некоторые из письменных источников.

И. Герман утверждает, что рудник находился на месте «немалых чудских копей», «где древними народами и расплавка медных руд производилась, что доказывают всюду лежащие медные шлаки». Горные работы этими народами производились «по открытым с поверхности рудам большею частью разносом, но как руды по углублении... до 4-х саженей стеснились..., то и опускались по склонению на подобие шахт глубиной до 15 саженей, вырабатывая по всей

толстоте рудных прожилков, проходя также по длине и ортами местами с укреплением» [2, с. 43 – 44].

В книге Л. П. Левитского «О древних рудниках (в помощь первооткрывателю)» Чечулихинский рудник (в 5 км от д. Салаирской, в 12 км к северу от Салаирских рудников) также оказывается заложным по следам древних горных выработок. Здесь «обнаружены древние копи и разбросанные кучи шлаков. Добыча руды производилась древними рудокопами с поверхности, вначале разносом, а затем на глубине 8 – 10 м выработками или шахтообразными ходами глубиной до 30 м. Руда добывалась путем примитивных горных выработок, следовавших по направлению прожилков, местами с креплением» [8, с. 12].

О Чечулихинском приiske сохранились данные в картографических источниках. В Алтайском государственном краеведческом музее хранится карта «Геометрический специальный план Салаирского рудника и Гавриловского и Гурьевского заводов» 1832 г. [19]. Серебряный Чечулихинский прииск изображен на ней между дорогами в деревню Пестереву и в деревню Бедареву, в 5 верстах к северо-востоку от урочища Каменные ворота, в 7 верстах к западу-северо-западу от заводского пруда Гурьевского завода, в 11 верстах к северо-северо-востоку от Салаирского рудника (рис. 1). В книге горного инженера Д. П. Богданова приводится «Геогностическая карта юго-западной части Кузнецкого каменноугольного бассейна и прилежащих возвышенностей», где прииск Чечулихинский помещен между деревней Салаирской и прииском Пестеревским [1].

В настоящее время горные выработки Чечулихи-1 представляют собой комплекс разнохарактерных антропогенных нарушений поверхности, обнаруженных на вершине одного из холмов в гряде увалов, тянущихся цепочкой в северо-западном направлении от г. Гурьевска до с. Печеркино. Памятник расположен в Гурьевском районе Кемеровской области, в 5,3 км к северо-востоку от с. Каменушка, в 5,9 км к западу от с. Малая Салаирка, на левом берегу речки Чечулихи, впадающей восточнее в речку Поповку.

Объекты представлены пятью западинами и двумя траншеями (рис. 2). Не исключено, что их число может увеличиться в ходе дальнейших обследований местонахождения.

Западина № 1 имеет правильные овальные очертания в плане и покатые хорошо задернованные стенки. Размеры 5,1 x 3,4 м, глубина 0,9 м. В 10 м к северу расположен крупный выход на поверхность бурого железняка, поросший мхом, частично задернованный, высотой до 1,8 м (явно напоминающий «высокие скалы, выдающиеся наружу», описанные Г. Е. Щуровским).

Западина № 2 стоит в пяти метрах к западу от первой, отличаясь меньшей глубиной и большей площадью. Ее западная и северо-западная стенки читаются в виде невысоких валов-выкидов, они же ограничивают край мысовидного изгиба вершины холма. Размеры 9,2 x 10,3 м, глубина 0,5 м.

Западина № 3 фиксируется как глубокий, правильных круглых очертаний в плане котлован, расположенный в 12 м к юго-востоку от края второй западины. Размеры котлована 12,8 м x 13,8 м, глубина 6,5 м. Вблизи, на краю вершины холма имеется выход бурого железняка на поверхность.

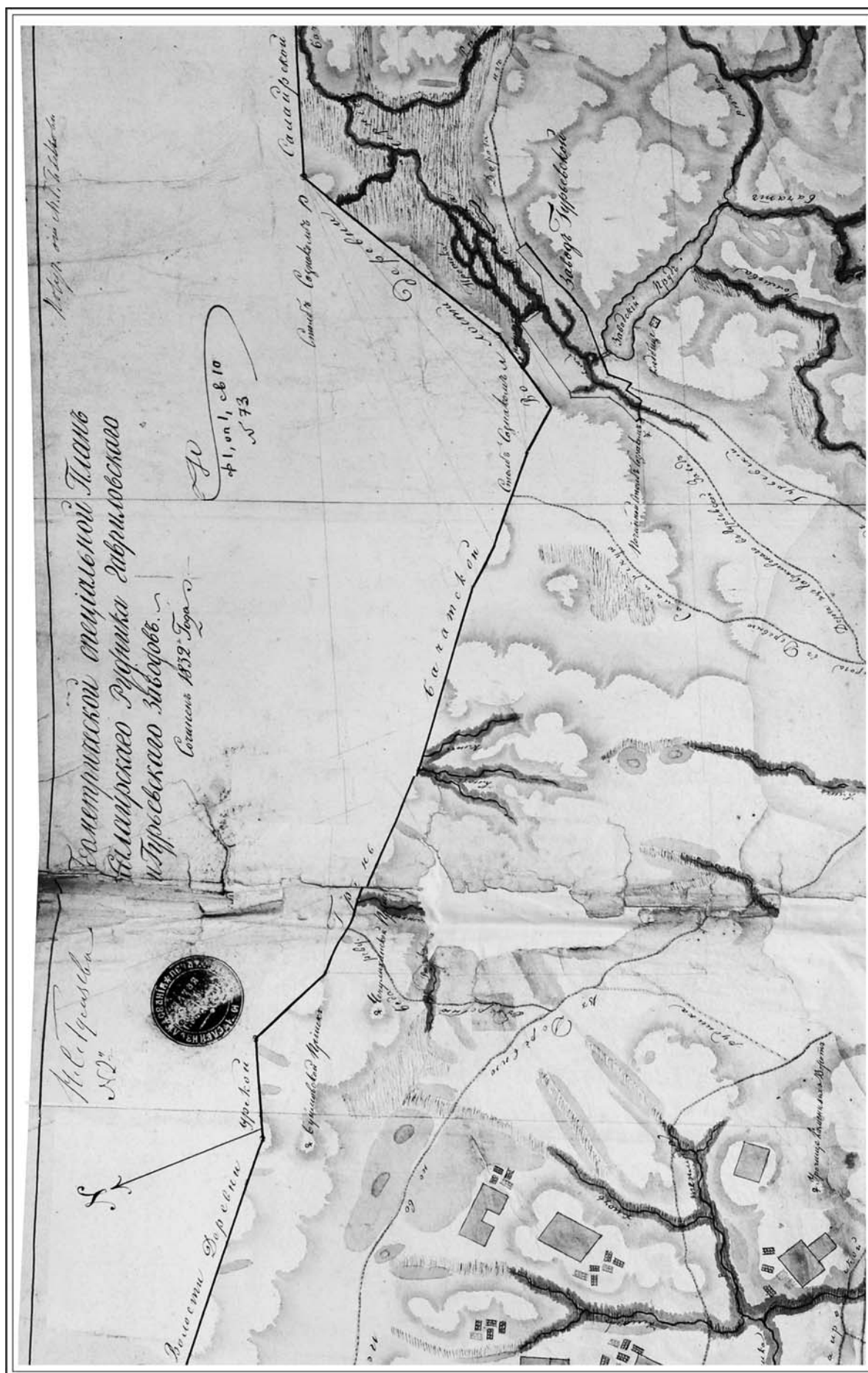
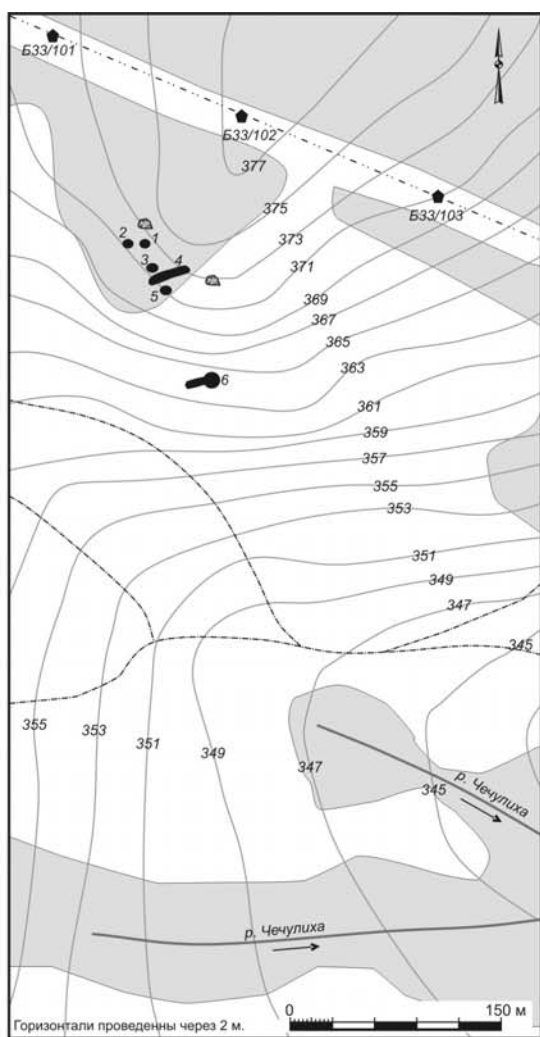
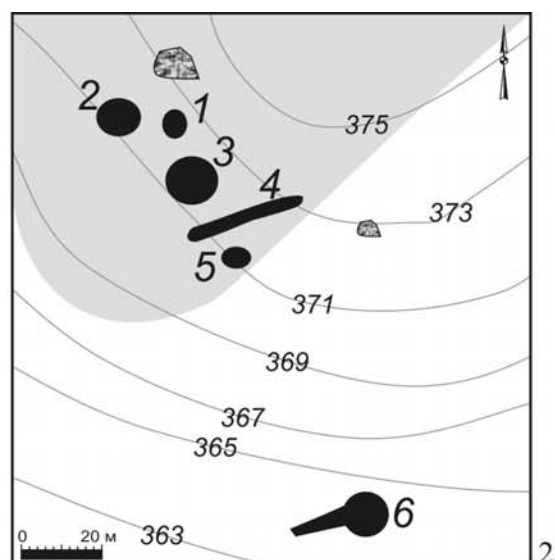


Рис. 1. Фрагмент карты «Геометрический специальный план Салаирского рудника, Гавриловского и Гурьевского заводов», 1832 г.



1



2

- Условные обозначения:
- западины и траншеи антропогенного характера
  - выходы породы
  - опорные столбы и линия ЛЭП
  - проселочные дороги
  - границы лесной и луговой растительности



3

Рис. 2. Горные выработки Чучулиха-1: 1 – топографический план местности; 2 – план расположения объектов; 3 – объект № 3

В непосредственной близости от северо-восточного борта описанного котлована расположена траншея I. Она имеет плохо задернованный, с мелкими сланцеватыми отдельностями выкид на обе стороны. Ширина 2,9 м, глубина 0,55 м, длина 30 м при общей восток – северо-восточной направленности.

Западина № 4 хорошо задернована. Размеры 4,3 м х 7,7 м, глубина 1,3 м. В 25 м восток-северо-восточнее западины – выходы на поверхность бурого железняка, высотой до 1,3 м.

Западина № 5 фиксируется как почти круглый в плане глубокий котлован с примыкающей с северо-западной стороны траншеей II, глубиной от 0,3 до 2,5 м, шириной до 3,8 м и длиной 14 м. Траншея II проложена не от уровня дна котлована, а обрывается в него отвесной ступенью, противоположный ее конец сходит на нет у подножия холма. Стенки, дно котлована и траншеи поросли высокой травой и кустарником, однако по ним все же можно судить об относительной стратиграфии: под слоем материкового суглинка расположена толща коренных сланцевых пород. В северо-восточной стенке котлована (напротив обрывающейся в котлован траншеи), у самого дна, заметно пустотного характера образование, диаметром не более 0,5 м, с нависшими над устьем горизонтальными плитами коренной породы. Размеры котлована 9,9 м х 10,5 м, глубина 8 м.

Объекты занимают площадь 6,5 кв. км, общей северо-северо-западной направленности. Западина № 5 отстоит от основной группы объектов в 65 м, располагаясь в юго-юго-восточной оконечности памятника.

На юго-западном склоне холма хорошо заметен участок незадернованной поверхности, усыпанный камнями. По определению кандидата геолого-минералогических наук Б. Ф. Нифантова, это делювиальные отложения салаирских сланцев. Именно здесь, на вершине холма, у котлована-объекта № 3 был собран немногочисленный подъемный материал, наиболее информативны в числе которого два образца (все определения выполнены Б. Ф. Нифантовым) [13, с. 163]:

1) шлак, обильно покрытый примазками малахита, по всей поверхности зеленый от светлых до темных оттенков. Структура находки характеризуется высокой степенью пористости, кавернозности, с признаками техногенного обжига;

2) обломок кварцевой жилы, содержащий молочно-белый кварц, местами окрашенный пленками лимонита буровато-желтого цвета, черный гетит, возможно, с примесями марганцевых гидрооксидов, малахит и азурит. Имеет признаки техногенного обжига.

Как показывает опыт изучения историографии археологических исследований горных выработок, главным критерием для интерпретации подобных объектов и отделения следов древних, «чуждских» работ от русских выступает фактор задернованности ям. По этому, во многом условному, признаку «чуждскими» могут считаться объекты № 1, 2, 3 и 4 – хорошо задернованные, поросшие кустарниковой или мелкой древесной растительностью. Объект № 5, вместе с прилегающей траншеей, а также траншея I могут трактоваться как следы горной добычи, оставленные в ходе освоения месторождения в 1780-е гг. – плохо задернованные, с читающейся стратиграфией подстилающей породы.

Археологически исследованные памятники рудной добычи известны на Алтае и в Хакасско-Минусинской котловине. Часть выявленных нами объектов имеют сходство с алтайскими ямками-закопашками и выемками у основания крупных каменных глыб [16, с. 24 – 25; 6, с. 164; 7, с. 85 – 86; 3, с. 155 – 156]. Такие археологически фиксируемые объекты горнорудного дела всегда сильно задернованы, с оплывшими стенками, с небольшим числом артефактов и чаще всего трактуются как «разведочные ямы». К их числу могут быть отнесены западины № 1 и 4. Котлован большой глубины – объект № 3 – может выступать примером открытых горных выработок типа «карьер», которые по материалам Хакасско-Минусинской котловины достигают пяти метров в глубину и более – «Этот способ добычи руды, зародившийся в эпоху бронзы, существовал и в раннем железном веке. Им пользовались не только на Среднем Енисее, но и во всех известных ныне древних медных рудниках Азии и Европы» [14, с. 60]. Группа объектов на местонахождении Чучулиха-1 имеет сходство с археологическим памятником, расположенным в Змеиногорском районе Алтайского края – прииском Матвеевским на серебро и медь. «Прииск расположен в 2 км от северо-восточной окраины с. Карамышево на склоне гривы, высотой около 10 – 14 м, на правой стороне р. Корболихи и на правой стороне Матвеевского ключа» [7, с. 85]. Матвеевский прииск, связанный с Карамышевским Вторым рудником, разрабатывался в демидовское время до 1744 г., в 1783 г. работы были возобновлены вплоть до 1820 г. В пределах прииска как древние горнорудные объекты квалифицируются западины диаметром от 1 до 5 м и глубиной до 1,5 м с плотной задернованностью выемки и отвала [7, с. 86].

Местонахождение Чучулиха-1, судя по характеру объектов, подъемному материалу, геолого-минералогическому контексту и аналогиям являлось местом добычи руды. Исходя из выходов на поверхность бурого железняка и примазкам малахита и азурита в образцах, объектом рудной добычи здесь могли выступать как железные, так и медные руды. Наличие шлака указывает на антропогенное термическое воздействие на руду, по всей видимости, с целью выплавки меди, осуществлявшейся на месте добычи. Практика располагать медеплавильни в районе рудников или недалеко от них сближает памятник Чучулиха-1 с горными выработками Тувы и Хакасии эпохи бронзы и раннего железа [14, с. 13], тогда как, например, в Восточном Казахстане «ни на одном древнем медном руднике нигде не обнаружено следов плавки металла» [15, с. 127]. В целом памятник может быть датирован в широком хронологическом диапазоне от бронзового века до нового времени. Нижняя граница обусловлена обнаружением медного шлака, а также письменными свидетельствами о наличии «чуждских» копеек, которые с равной долей вероятности могут обозначать горные выработки разной степени древности – от бронзового века до средневековья. Верхняя граница обусловлена освоением Чучулихинского месторождения в 80-е гг. XVIII в. Дальнейшие полевые исследования на местонахождении Чучулиха-1 позволят скорректировать выделенный хронологический диапазон и связать древние выработки с носителями определенной археологической культуры.

### Литература

1. Богданов Д. П. Геологический очерк юго-западной части Кузнецкого каменноугольного бассейна и прилежащих возвышенностей // Записки Санкт-Петербургского Минералогического общества. 2 сер. 1883. Ч. XVIII.
2. Герман И. Сочинения о сибирских рудниках и заводах. СПб., 1801. Ч. III. 349 с.
3. Грушин С. П. Историко-культурные комплексы на горе Пихтовая в контексте проблемы изучения объектов древнего горнорудного дела // Теория и практика археологических исследований. Барнаул, 2005. Вып. 1.
4. Кондаков А. Н., Возная А. А. Минеральные ресурсы недр Кемеровской области. Книга 1: Металлические полезные ископаемые. Кемерово: КузГТУ; ИНТ, 2013. 290 с.
5. Кондаков А. Н., Возная А. А., Чугайнов В. Л. Ресурсы металлов недр Кузнецкого края // Материалы Всероссийского форума «Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В. А., Усова М. А., Урванцева Н. Н. до наших дней». Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2013. С. 393 – 397.
6. Кунгуров А. Л. Древние антропогенные нарушения рельефа в северных и юго-западных предгорьях Алтая // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий. Барнаул, 2005.
7. Кунгуров А. Л. Древние горные выработки в окрестностях с. Карамышево // Западная и Южная Сибирь в древности. Барнаул, 2005а.
8. Левитский Л. П. О древних рудниках (в помощь первооткрывателю). М.; Л.: Госгеолиздат, 1941. 56 с.
9. Мамонтов В. Н. Список рудных месторождений Алтайского округа (золото, серебро, медь, свинец и цинк). Барнаул, 1908. 298 с.
10. Митропольский Б. С., Паренаго М. К. Полиметаллические месторождения Алтая и Салаира. Новосибирск: Запсиботделение, 1931. 461 с.
11. Нестеровский Н. Геогностический очерк Кузнецкого угленосного бассейна // Горный журнал. 1896. Т. 3.
12. Реутовский В. С. Полезные ископаемые Сибири. Основания для поисков и разведок рудных месторождений. Ч. 1: Рудные месторождения. СПб., 1905. 482 с.
13. Савельева А. С., Герман П. В. К вопросу о бронзолитейном производстве северо-восточного Присалаирья в эпоху палеометалла: историография и проблема рудных источников // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2013. № 6(100).
14. Сунчугашев Я. И. Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакасско-Минусинской котловине. М., 1975. 173 с.
15. Черников С. С. Восточный Казахстан в эпоху бронзы // Материалы и исследования по археологии. М.; Л., 1960. № 88. 272 с.
16. Шульга П. И. Разведочные раскопки горных выработок на горе Сурич // 300 лет горно-геологической службе России: история горнорудного дела, геологическое строение и полезные ископаемые Алтая. Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2000.
17. Щуровский Г. Е. Геологическое путешествие по Алтаю с историческими и статистическими сведениями о Колывано-Воскресенских заводах. М., 1846. 444 с.

### Источники

18. Государственный архив Кемеровской области. Ф. Д-6. Оп. 1. Ед. хр. 2. Л. 5 об., 6, 24 об., 25.
19. Алтайский государственный краеведческий музей. Основной фонд. Единица хранения 15758.
20. Федеральное Агенство по недропользованию «Роснедра». Российский федеральный геологический фонд «Росгеолфонд. Информация об объекте учета государственного кадастра месторождений). URL: <http://www.rfgf.ru/gkm/itemview.php?id=19019>

### Информация об авторах:

**Савельева Анна Сергеевна** – ведущий инженер лаборатории археологии Института экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук, [antverpen@mail.ru](mailto:antverpen@mail.ru).

**Anna S. Savelieva** – Lead Engineer at the Laboratory for Archaeology, Institute for Human Ecology of the Siberian Branch of the RAS.

**Герман Павел Викторович** – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник лаборатории археологии Института экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук, [lithos@mail.ru](mailto:lithos@mail.ru).

**Pavel V. German** – Candidate of History, Senior Research Associate at the Laboratory for Archaeology, Institute for Human Ecology of the Siberian Branch of the RAS.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПЛИТАХ ОГРАД ТАГАРСКИХ КУРГАНОВ

(Тепсейский археологический комплекс)

О. С. Советова, О. О. Шишкина

## IMAGES ON THE PLATES OF TAGAR KURGANS FENCES

(Tepsey archaeological complex)

O. S. Sovetova, O. O. Shishkina

*Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 33.1175.2014/К.*

Статья посвящена анализу рисунков на камнях тагарских курганов под горой Тепсей на Енисее, представляющих отдельную группу изобразительных источников по истории Южной Сибири. Самые ранние рисунки относятся к подгорновскому этапу тагарской культуры, самые поздние – к этнографическому времени. Наиболее представительны и разнообразны петроглифы тагарской культуры, которые имеют непосредственное отношение к захоронению, что позволяет углубить наши знания о мировоззрении тагарского населения. Более поздние рисунки не имеют прямого отношения к захоронению, но предоставляют новые данные о ряде действий, соответствовавших определенным нормам обрядового поведения. Сюжеты рисунков на курганных камнях разнообразны: это антропоморфные, зооморфные и абстрактные фигуры, тамгообразные знаки и др. Петроглифы выполнены различными техническими приемами (выбивка, гравировка, выбивка с элементами шлифовки). В целом рисунки позволяют углубить знания о культово-обрядовой практике населения Южной Сибири на протяжении ряда эпох.

The paper analyzes the petroglyphs on the rocks of Tagar mounds (kurgans) under the mountain Tepsey on the Yenisei, which represent a separate group of pictorial sources on the history of Southern Siberia. The earliest petroglyphs belong to the Podgornovo stage of the Tagar culture, the latest – to the ethnographic time. The most representative and varied petroglyphs belong to the Tagar culture. Petroglyphic images are quite different: anthropomorphic and zoomorphic images, abstract figures, tamgas etc. The petroglyphs show various techniques. Analysis of these images discovers the new sides of world outlook of their creators and gives the whole picture about the particular time.

**Ключевые слова:** Тепсейский археологический комплекс, рисунки на курганных камнях, хронологические группы изображений.

**Keywords:** Tepsey archaeological complex, petroglyphs on rocks mounds (kurgans), chronological groups of petroglyphs.

Сегодня становится очевидным, что рисунки на курганных камнях являются важным изобразительным источником по истории Южной Сибири. Их особая ценность обусловлена тем, что в отличие от рисунков на скалах, они связаны с археологическими комплексами, из которых происходят. Иногда рисунки наносились специально для конкретного погребения или курганной конструкции, являясь частью культово-обрядовой практики. Также могли быть переиспользованными – в этих случаях плиты с рисунками ранних эпох включались в конструкции более позднего времени. Те камни, которые находились в наземной части курганов, оставались доступными художникам последующих эпох. Одну из разновидностей памятников наскального искусства представляют камни с рисунками из могильников тагарской эпохи.

Интерес к рисункам, нанесенным на грани камней тагарских курганов, являющихся «визитной карточкой» древностей Минусинской котловины, на отдельные стелы и плиты, лежащие в степи, проявился уже в период академических экспедиций в начале XVIII в. (особенно следует отметить деятельность Д. Г. Мессершмидта). Позднее они продолжали привлекать исследователей и путешественников (среди них были Д. А. Клеменц, И. П. Кузнецов-Красноярский, А. В. Адрианов), попадали в публикации (И. Т. Савенков, Я. Аппельгрэн-Кивало, С. В. Киселев, Э. Р. Рыгдылон и др.) [23, с. 57]. Ввиду разных обстоятельств этот вид

древнего искусства до настоящего времени остается слабо освещенным в литературе, хотя можно констатировать некоторое оживление исследовательского интереса в последние годы. К сожалению, далеко не весь материал публикуется и остается разрозненным. Пока в научный оборот монографически введены только рисунки Шарыповского района Красноярского края [29].

Одним из уникальных в археологическом отношении, особенно в плане насыщенности изобразительными памятниками (к которым относятся рисунки на открытых скалах, на курганных камнях, отдельных плитах и т. д.), представляется один из регионов Южной Сибири, названный Д. Г. Савиновым «Тепсейским петроглифическим микрорайоном», включающий несколько комплексов наскальных изображений: Оглахты, Куня, Суханиха, Моисеиха, Тепсей, Усть-Туба, Туран и др., объединенных могучей рекой Енисей. Современное административное деление весьма условно (по правому берегу реки – Красноярский край, по левому – Хакасия), поскольку как в древности, так и в современном мире, людей объединяет и разъединяет река, а не искусственно проведенные границы. Эта территория играла в древности роль одного из центров культуругенеза. Археологические материалы свидетельствуют о многочисленных связях древнего населения в разные исторические эпохи. Наскальные рисунки датируются в широком хронологическом диапазоне от эпохи камня до этнографиче-

ского времени. При всей уникальности каждого памятника их объединяют общие образы и темы, изобразительные традиции, а иногда и «рука» одного мастера. О контактах свидетельствуют также и древние могильники, на курганных камнях которых нанесены изображения, имеющие совершенно явную перекличку. Люди перемещались на лодках (их изображения нанесены на скалы), чему способствовали многочисленные острова, пользовались переправами, дорогами (на рисунках изображены разные виды транспортных средств), зимой ходили по льду (в том числе, вероятно, и на лыжах – фигуры лыжников также известны в наскальном искусстве).

Цельное представление о той или иной исторической эпохе можно получить, лишь изучив всю совокупность источников, в том числе и изобразительных, хотя в силу разных причин выявить последние, а затем сопоставить их с вещественными, удастся далеко не всегда. В данном контексте уникальным является хорошо известный в науке Тепсейский археологический комплекс (Краснотуранский район Красноярского края) [11]. Проведенные здесь в разные годы раскопки, начиная с аварийных работ при подготовке ложа будущего Красноярского водохранилища на надпойменной террасе Енисея у горы Тепсей в 1960 – 70 гг., и более поздние предоставили значительный свод источников в хронологическом диапазоне от эпохи камня до средневековья. Но сегодня совершенно очевидно, что картина была бы далеко не полной, если бы не имеющиеся здесь массовые изобразительные материалы – знаменитые таштыкские обугленные плакетки, обнаруженные при раскопках в таштыкском склепе № 1 в пункте Тепсей III [11, с. 105], рисунки на скалах [35, с. 148 – 149; 31 и др.], а также на камнях и плитах тагарских курганов [34].

К сожалению, устойчивого исследовательского интереса к рисункам на камнях могильных сооружений долгое время не проявлялось, исследовались они эпизодически и никогда не были основным объектом изучения. Разведки последних лет свидетельствуют о том, что значительный изобразительный компонент скорее всего навсегда утрачен (в ходе этих разведок обнаружены рисунки на отдельно лежащих в местах бывших раскопок плитах, на гранях курганных камней и т. д.), поскольку публикаций рисунков, нанесенных на камни внутренних и внешних конструкций курганов практически нет. Этот факт, вероятно, связан с аварийным характером проводимых здесь работ, не позволившим исследователям должным образом задокументировать этот вид источников. О том, что рисунки все-таки встречались на камнях могильных конструкций, свидетельствуют упоминания разных авторов. Так, М. П. Грязнов писал, что в «склепе 2 на одной из стенок детского ящика-гробика была изображена большая фигура воина, выполненная в стиле знаменитых тепсейских планок» [11, с. 145 – 146]. Н. А. Боковенко сообщал о плите с выбитым изображением всадника, обнаруженной в процессе раскопок таштыкского склепа № 2 в пункте Тепсей III [1, рис. 2 – 3]. Если второе из упомянутых изображений было опубликовано, то первое было введено в научный оборот лишь десятилетия спустя после раскопок. Опубликовавшая его Э. Б. Вадецкая писала так: «Здесь изображен человек высотой в 16,5 см, одетый

в длинную рубаху-платье и шаровары. На груди на длинных ремешках подвешен мешочек, орнаментированный 6-ю поперечными полосами. Левая рука согнута в локте, кисть не видна, словно человек что-то прячет за спиной. Правая рука резко поднята вверх, кисть разрушена» [5, с. 16]. В отличие от М. П. Грязнова, эту фигуру она атрибутировала как «служителя культа», а не воина [5, с. 16]. С. В. Панкова в одной из работ отмечала наличие многочисленных гравировок в склепах, расположенных в непосредственной близости от Волчьего лога (пункт Тепсей II) [21, с. 52].

Первым обратил внимание на рисунки с курганных камней под горами Тепсей и Туран Д. Г. Савинов. В 1960 – 70-х гг. он обследовал могильники в нескольких пунктах: у горы Туран, в Малиновом логу и непосредственно под горой Тепсей, материалы которых позднее были им частично опубликованы [23]. Изучением рисунков на могильных плитах тагарских курганов Минусинской котловины в 1983 – 1984 гг. занимались Т. В. Николаева (Кемерово) [18], Н. А. Боковенко (Санкт-Петербург) и Н. В. Леонтьев (Минусинск) [2, с. 192]. В поле зрения Т. В. Николаевой оказались некоторые рисунки на курганных камнях под горой Тепсей и в Малиновом логу, в частности, изображения с пунктов Тепсей XVI и Тепсей VIII. У других исследователей в некоторых публикациях также встречаются упоминания о рисунках на плитах оград тагарских курганов из данного микрорайона. Например, Н. А. Боковенко нашел изображение птицы, выгравированной на плите тесинского кургана Тепсей XVI, которое автор характеризует как «образ отлетающей души» [12, с. 78]. Недавно Е. А. Миклашевич была опубликована выразительная композиция с торцевой грани одного из курганных камней пункта Тепсей VIII [17, рис. 2.2]. В 2013 – 14 гг. документированием рисунков на курганных камнях под горой Тепсей и в Малиновом логу занимался Тепсейский отряд КемГУ (под руководством О. С. Советовой). Всего обнаружено 50 камней с рисунками. В ходе работ было выявлено, что некоторые изображения заросли лишайниками, сильно выветрены или скрыты землей. Изображения выполнены разными техническими приемами (выбивкой, гравировкой, выбивкой в сочетании с шлифовкой), стилистически разнообразны. Основные образы: антропоморфные фигуры (их подавляющее большинство), изображения животных, абстрактные фигуры, знаки, тамги; нередко встречаются многофигурные композиции. Большинство рисунков было создано, вероятно, одновременно с сооружением курганов, т. е. в тагарскую эпоху. Но на камнях имеются и рисунки более поздних эпох (они отличаются стилистически, технически, набором образов и др.). Помимо этого, обнаружены плиты с рисунками вне курганных конструкций. Скорее всего, они были извлечены непосредственно из могильного сооружения при раскопках, затем их могли с разными целями перемещать. Такой случай зафиксирован нами в 2014 г., когда при обследовании в весенний период одна из плит с рисунками была зафиксирована в одном положении, а летом оказалась уже в другом, очевидно, благодаря проявленному к рисункам «интересу» туристов. Поэтому в настоящее время очень трудно связывать их даже с конкретным могильником, так как картина коренным образом изменилась со време-

ни проведения здесь раскопочных работ. Исследователи уже отмечали тот факт, что, например, в юго-западной части могильника Тепсей VII, на мыске, где располагалась обособленная группа богатых тесинских могил, поверхность террасы была сплошь покрыта беспорядочно разбросанными камнями – это были развалы разрушенных грабителями надмогильных сооружений [11, с. 77]. И сегодня здесь бывают так называемые «черные археологи».

Изображения на курганных камнях, несомненно, связаны с погребальным обрядом и являются неотъемлемой частью Тепсейского археологического комплекса. В целом здесь были обнаружены захоронения от афанасьевской культуры до кыргызского времени. По нашему мнению, самые ранние рисунки относятся к подгорновскому этапу тагарской культуры. Наблюдения показывают, что изредка создателями курганов могли использоваться камни, на которых в более раннее время уже были нанесены изображения. Такие случаи известны и в других местах Минусинской котловины [27]. С большими оговорками к переиспользованному можно отнести камень из конструкции тесинского склепа Тепсей XVI, на одной из граней которого нанесено животное ногами вверх, расположенное в нижней части камня. Насколько этот рисунок моложе времени создания курганной конструкции, сказать сложно (возможно, перевернутое животное могло означать, что оно мертво). Но стилистически этот персонаж отличается от других изображений этой плоскости, выполненных в иной манере и другими техническими приемами. Можно лишь отметить, что здесь находился большой карасукский могильник (Тепсей XIV – XVI), к которому был пристроен тесинский склеп [11, с. 29 – 33].

Разумеется, что наиболее внушителен пласт рисунков тагарской эпохи. Основная масса рисунков этого хронологического периода была обнаружена в пункте Тепсей VIII, где раскопки не производились. Основные тагарские материалы получены при раскопках в пунктах Тепсей III, IV, VII, IX, XVI и др. По большей части курганы относились к подгорновскому этапу. Среди раскопанных материалов обнаружены керамика, чеканы, стрелы, бронзовые бляшки, пронизки, бусины, бронзовые и костяные ножи, шила, зеркала, пряжки, втоки и проч. [11, с. 40 – 54]. Изобразительные материалы представлены в большей степени так называемыми «тагарскими человечками» в наиболее популярных сценах охоты и баталлий, изредка встречаются зооморфные изображения. Среди последних много ординарных фигур, но имеются и исключения. Так, на массивной лежащей плите, расчищенной нами из-под слоя земли в пункте Тепсей XVI, вероятно, переиспользованной в тесинское время – взятой из близлежащего кургана подгорновского этапа тагарской культуры и разрушенного при сооружении склепа [11, с. 274 – 275] – обнаружены фигуры двух удивительных «клетчатых» коней (рис. 1).

Поверхность лицевой стороны этой плиты в настоящее время неровная, с большой площадью отслоений корки, в связи с чем часть наиболее древних изображений утрачена или испорчена. На разные грани плиты различной техникой (грубой и более изящной выбивкой, гравировкой) нанесены изображения антропоморфных фигур, животных, знаков. Большое количество рисунков прочерчено тонкими, еле замет-

ными гравированными линиями. Изображения коней выполнены в технике выбивки головами вправо и расположены один под другим. К сожалению, частично эти изображения разрушены. Нет сомнений, что выполнены они в той же манере, что и кони на скалах соседнего местонахождения Оглахты [32, рис. 12 – 15; табл. 8], не исключено, что и рукой одного мастера. Случаев, когда рисунки, выполненные как по шаблону, нанесены на скалы разных берегов Енисея или на камни соседних памятников, далеко не единичны (к ним относится сюжет «Господин коней» на Оглахтах и на Куне [33], серия однотипных всадников на Оглахтах, Тепсее, Потрошиловской, Лынищенской писаницах [16] и др.).



Рис. 1. Изображения тагарской эпохи. Тепсей VI

Особого внимания заслуживают рисунки тесинского времени (рис. 2). На Тепсее было выявлено более 20 разновременных могильников, поселений и других объектов, среди них – традиционные большие курганы-склепы, грунтовые могильники, содержавшие от 8 до 100 и более захоронений, и значительные группы небрежно сделанных могил рядом со склепами или на более древних кладбищах («впускные захоронения»), а также остатки тризн – «поминальники» (Тепсей I, III, VII, XVI, XVII) [11, с. 70]. Инвентарь представлен глиняными сосудами на коническом поддоне, роговыми, железными и бронзовыми ножами, шильями, булавами, пряжками, кольцами, пуговицами, пронизками, ажурными бляхами, стрелами, а также шкатулками, берестяными коробами, зеркалами, бусинами, обрывками золота и др. В том числе обнаружен железный кинжал в ножнах, покрытых лаком, китайская монета (Тепсей VII). У некоторых скелетов черепа были моделированы глиной (Тепсей XVI) [11, с. 83]. Рисунки на курганных камнях значительно дополняют картину, поскольку именно тесинский пласт изображений представляется разнообразным и ярким.

Особенно это относится к материалам большого тесинского склепа Тепсей XVI, который уже в древности был разграблен, изобразительные материалы могут дать представление о его истории на протяжении многих веков. М. Н. Пшеницына, производившая здесь раскопки, отмечала, что диаметр земляной насыпи достигал 24 м, а высота – 1,5 м. В основании насыпи имелись массивные столбообразные плиты [11, с. 83]. Вероятно, некоторые из них упали и в настоящее время находятся в наклонном или горизонтальном положении. По подсчетам Э. Б. Вадецкой, здесь было захоронено 25 целых мумий и 15 голов мумий [6, с. 86]. К тесинскому времени, очевидно, относятся изображения, нанесенные на большую плиту черного цвета, которая в настоящее время находится вне конструкции, в наклонном положении в южной части склепа. Возможно, в свое время она была использована в качестве разделительного камня. Ее размеры – 2 м 38 см x 94 см. Корка плиты сильно шелушится, многие изображения повреждены. Рисунки выветрены и патинизированы, видны только при удачном освещении. На ней поверхностной выбивкой нанесено несколько антропоморфных фигур весьма значительных размеров, с какими-то предметами в руках, на головах у них уборы (?) со своеобразными султанами. Поскольку в склепе были захоронены мумии, выполненные по особым правилам, нельзя исключать того, что «султаны» означали имевшиеся у мумий косы [6, рис. 85]. Достаточно хорошо сохранилось небольшое изображение животного с характерно подогнутыми под живот ногами (лошадь?), на крупе которого сидит (или стоит) всадник в своеобразной позе. Техником гравировки в его руках показан лук со стрелой. Весь камень испещрен гравированными линиями, в которых угадываются фрагменты неопределенных фигур.



Рис. 2. Изображения тесинского времени.  
Тепсей VIII

Еще один своеобразный антропоморфный персонаж нанесен на другой разделительный камень склепа Тепсей XVI, расположенный в северной части склепа. У него длинные растопыренные пальцы рук, округлая голова и повернутые вправо ступни. Рядом с этой крупной фигурой изображены еще две более мелкие антропоморфные фигурки. Одна из них с неопределенным предметом в руке. Отметим, что персонажи с растопыренными пальцами рук довольно часто встречаются как на скалах, так и на курганных камнях (Барсучий лог, Большой Салбыкский курган, Есино III и др.), что предполагает, очевидно, какую-то важную семантическую нагрузку. Д. Г. Савинов, анализируя изображения на плите Салбыкского кургана, где также имеется подобный персонаж, высказал предположение, что в сцене отражен обряд так называемого «перехода» в иной мир, и не исключает, что таким образом изображались сами умершие [28, с. 115].

К настоящему времени известно несколько стилистических групп изображений тесинского времени: одна из них представлена спиральями, «лабиринтами», абстрактными фигурами и иными мотивами, выявленная Д. Г. Савиновым [24, с. 6 – 10]. Другая стилистическая группа изображений охарактеризована Я. А. Шером как «вырождение» скифо-сибирского звериного стиля [35, с. 63 – 64]. Выделена также отдельная группа рисунков, имеющих аналогии среди петроглифов Минусинской котловины, характеризующихся исследователями как «уже не тагарские, но еще не таштыкские» [15; 19; 32]. Кроме того, еще одна изобразительная традиция, характерная для тесинского времени, особенно ярко демонстрируется изображениями, нанесенными на несколько граней одного из камней пункта Тепсей VIII [17, рис. 2.2]. Изображения людей и животных, изображенные на этом камне, не крупные, выполнены изящной точечной выбивкой, очень реалистично.

Уникальной находкой 2013 г. является отдельно лежащая плита (1,14 x 86 см) из пункта Тепсей VII, на которой лишь при удачном освещении проявляются выполненные очень слабой поверхностной выбивкой и затем частично шлифованные многочисленные антропоморфные фигуры с «султанами» на головах, в сочетании с другими плохо выявляемыми абстрактными изображениями. Рисунки этой плиты также могут быть отнесены к тесинскому времени. В отличие от уже известных плит Минусинской котловины, на которых нанесено множество антропоморфных персонажей, часто выполненных небрежно, перекрывая друг друга [13, рис. 2; 17, 2013, рис. 2–1; и др.], тепсейские тщательно проработаны и расположены в определенном порядке. Напрашивается аналогия с манерой располагать таким же образом покойников, описанная Э. Б. Вадецкой по материалам тесинского могильника Оглахты [6, с. 82 – 83].

Открытые для художников последующих эпох курганные камни использовались весьма активно вплоть до этнографического времени. Долгое время существовало предположение, что, например, таштыкских рисунков на камнях тагарских курганов нет. Но тщательный осмотр плоскостей позволил выявить множественные гравированные рисунки (к сожалению, порой чрезвычайно выветренные), в том числе и с таштыкскими изображениями. В целом археологи-

ческие материалы таштыкской культуры на Тепсее достаточно многочисленны. Основные находки были обнаружены в пунктах Тепсей III, IV, XIX, XX. Причем среди них есть поистине уникальные вещи. К ним относятся прежде всего погребальные маски, найденные в таштыкском склепе Тепсей III и дающие представление о погребальном обряде того времени [7]. После находок поминальников в пунктах Тепсей III, IV стала возможна интерпретация подобных памятников в целом. Удивительными находками таштыкского времени являются деревянные плакетки из склепа с выгравированными многофигурными композициями (всадниками, воинами, животными). Манера исполнения и стилистические особенности рисунков на тепсейских миниатюрах позволили впоследствии датировать таштыкским временем целую серию аналогичных рисунков на скалах. Пока выявленные изображения таштыкской эпохи среди рисунков на курганных камнях Тепсея немногочисленны, еще предстоит большая работа по их атрибуции. Но уже сегодня известно несколько изображений, стилистически схожих с изображениями на плакетках.

Кроме того, выявлены рисунки иной стилистической манеры, характерной уже для последующего периода эпохи средневековья, исполненные в технике гравировки. Некоторые фигуры, выполненные в технике выбивки, также могут быть отнесены к средневековым. Как и рисунки на скалах Тепсея, они пока немногочисленны. Раскопки позволили получить керамику, железные пряжки, удила и т. д.; выявлено захоронение с конем [11, с. 146 – 157]. Довольно многочисленны этнографические рисунки, большинство из которых представлено тамгами, а также антропоморфными и зооморфными фигурами, выполненными относительно небрежно (рис. 3).

Зафиксированные на камнях тамги разнообразны: среди них «очкообразные» знаки; простые окружности; окружности, разделенные вертикальной линией пополам; восьмеркообразные и др. Подобные изображения часто встречаются среди петроглифов Минусинской котловины [28, с. 114; 14, рис. 31, табл. 13; 29,

рис. 73 и др.] и скорее всего могли быть нанесены как самими создателями курганов (в таком случае их более справедливо называть «тамгообразными знаками»), так и в этнографическое время. На отдельных плитах зафиксированы также чашечные углубления, связываемые с жертвоприношениями для мертвых [29, с. 71, 72].

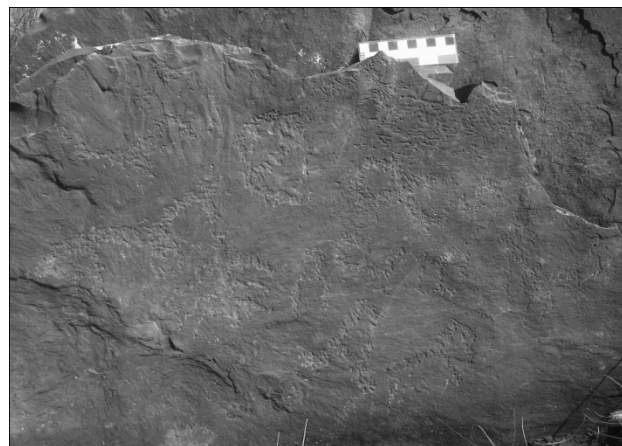


Рис. 3. Этнографические изображения. Тепсей VIII

Таким образом, в Тепсейском археологическом микрорайоне изучен новый изобразительный источник, расширяющий наши представления о культово-обрядовой практике населения Южной Сибири, существовавшей на протяжении многих веков. Выявленные рисунки на камнях тагарских курганов хронологически неоднородны: часть из них имеет непосредственное отношение к захоронению (тагарские изображения), что позволяет углубить наши знания о мировоззрении тагарского населения, другие такового отношения не имеют (рисунки иных эпох), но предоставляют новые данные о ряде действий, соответствовавших определенным нормам знакового поведения, а также художественным вкусам создателей рисунков в более поздние эпохи.

### Литература

1. Боковенко Н. А. К вопросу о датировке некоторых енисейских изображений всадников // Скифо-сибирский мир: искусство и идеология. Новосибирск: Наука, 1987. С. 75 – 80.
2. Боковенко Н. А., Леонтьев Н. В. Обследование петроглифов на юге Красноярского края // Археологические открытия 1983 г. М.: Наука, 1985. С. 192.
3. Вадецкая Э. Б. Археологические памятники в степях Енисея. Л.: Наука, 1986. 180 с.
4. Вадецкая Э. Б. Таштыкская эпоха в истории Южной Сибири: монография. СПб.: Петербургское востоковедение, 1999. 440 с.
5. Вадецкая Э. Б. Антропоморфное изображение на стенке ящика-гробика (по материалам раскопок таштыкского склепа 2 под горой Тепсей) // Пятые исторические чтения памяти Михаила Петровича Грязнова; Всеросс. науч. конф. Омск, 2000. С. 15 – 17.
6. Вадецкая Э. Б. Древние маски Енисея: монография. СПб.; Красноярск: Версо, 2009. 248 с.
7. Грязнов М. П. Комплекс таштыкских погребальных памятников у горы Тепсей // Археологические открытия 1970 года. М.: Наука, 1971. С. 202 – 204.
8. Грязнов М. П., Комарова М. Н. Раскопки у горы Тепсей на Енисее // Археологические открытия 1968 года. М.: Наука, 1969. С. 176 – 179.
9. Грязнов М. П., Максименков Г. А. Обследование берегов Красноярского моря // Археологические открытия 1971 года. М.: Наука, 1972. С. 248 – 249.
10. Грязнов М. П., Худяков Ю. С., Боковенко Н. А. Раскопки у горы Тепсей // Археологические открытия 1976 года. М.: Наука, 1977. С. 198 – 200.
11. Грязнов М. П., Комарова М. П., Завитухина М. П., Пшеницына Ю. С., Худяков С. С., Миняев М. Н. Комплекс археологических памятников у горы Тепсей на Енисее. Новосибирск: Наука, 1979. 167 с.

12. Ким Чжонг Бэ, Чжан Со Хо, Боковенко Н. А., Килуновская М. Е. Наскальные изображения Центральной Азии. Сеул, 2007. 355 с.
13. Кузьмин Н. Ю. Изображения на плитах оград тагарских курганов у села Верхний Аскиз в Хакасии // Древнее искусство Азии. Петроглифы. Кемерово, 1995. С. 55 – 57.
14. Кызласов Л. Р., Леонтьев Н. В. Народные рисунки хакасов: монография. М.: Наука, 1980. 176 с.
15. Миклашевич Е. А. «Племя единорога» на Енисее (сяньбэйские мотивы в наскальном искусстве Минусинской котловины) // Изобразительные памятники: стиль, эпоха, композиции: материалы тематической научной конференции. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. С. 320 – 325.
16. Миклашевич Е. А. Лынищенская писаница // Памятники наскального искусства Минусинской котловины: Георгиевская, Лынищенская, Улазы III. Сосниха. Труды Сибирской Ассоциации исследователей первобытного искусства Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. Вып. X. С. 28 – 57.
17. Миклашевич Е. А. Исследование памятников наскального искусства Минусинской котловины в 2012 – 2013 годах // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: материалы итоговой сессии института археологии и этнографии СО РАН 2013 год. Новосибирск: Изд-во ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2013. Т. XIX. С. 255 – 259.
18. Николаева Т. В. Изображения на плитах оград тагарской культуры (методика и хронология): автореф. дис. ... канд. ист. наук. Кемерово, 1983. 20 с.
19. Панкова С. В. К проблеме истоков таштыкского стиля // Изобразительные памятники: стиль, эпоха, композиции: материалы тематической научной конференции. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. С. 325 – 329.
20. Панкова С. В. Таштыкские гравировки на Тепее // Археология и этнография Алтая. Горно-Алтайск, 2004. Вып. 2. С. 52 – 60.
21. Панкова С. В. Изображения посттагарского и таштыкского времени на скалах Минусинского края // Археологические экспедиции за 2004 год: сб. докладов. СПб.: Изд-во Гос. Эрмитажа, 2005. С. 74 – 84.
22. Пшеницына М. Н. Культура племен Среднего Енисея во II – I вв. до н. э. (тесинский этап): автореф. дис. ... канд. ист. наук. Л., 1975. 27 с.
23. Савинов Д. Г. К вопросу о хронологии и семантике изображений на плитах оград тагарских курганов (по материалам могильников у горы Туран) // Южная Сибирь в скифо-сарматскую эпоху. Известия кафедры археологии. Кемерово, 1976. Вып. 8. С. 57 – 73.
24. Савинов Д. Г. Тесинские лабиринты (по материалам могильника Есино III) // Древнее искусство Азии. Петроглифы. Кемерово, 1995. С. 6 – 10.
25. Савинов Д. Г. О происхождении таштыкского стиля // Древнее искусство Азии. Петроглифы. Кемерово, 1995. С. 6 – 10.
26. Савинов Д. Г. Минусинская провинция Хунну (по материалам археологических исследований 1984 – 1989 гг.): монография. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2009. 226 с.
27. Савинов Д. Г. Памятники тагарской культуры Могильной степи (по результатам археологических исследований 1986 – 1989 гг.): монография. СПб.: ЭликСис, 2012. 180 с.
28. Савинов Д. Г. «Обряды перехода» на курганных плитах Среднего Енисея // Научное обозрение Саяно-Алтая. Абакан, 2013. Вып. 1. С. 112 – 120.
29. Семенов В. А., Килуновская М. Е., Красниенко С. В., Субботин А. В. Изображения на плитах тагарских курганов (Шарыповский район Красноярского края): монография. СПб.: ЭликСис, 2003. 122 с.
30. Советова О. С. Сюжет с великанами на скалах Тепея // Скифо-сибирский мир. Искусство и идеология. Новосибирск: Наука, 1987. С. 173 – 176.
31. Советова О. С. Петроглифы горы Тепсей // Древнее искусство Азии. Петроглифы. Кемерово: Кузбассвузиздат, 1995. С. 33 – 54.
32. Советова О. С. Петроглифы тагарской эпохи на Енисее (сюжеты и образы): монография. Новосибирск: изд-во ИАиЭ СО РАН, 2005. 140 с.
33. Советова О. С. «Господин коней» на Кунинских скалах // Археология Южной Сибири: сб. научных трудов, посвященных 30-летию кафедры археологии КемГУ. Кемерово: Летопись, 2006. С. 128 – 130.
34. Советова О. С., Аболонкова И. В. Изобразительные традиции наскального искусства в контексте археологического материала Тепсейского микрорайона // Вестник Кемеровского государственного университета. 2013. Вып. 3(55). Т. 4. С. 68 – 76.
35. Шер Я. А. Петроглифы Средней и Центральной Азии: монография. М.: Наука, 1980. 328 с.

#### Информация об авторах:

**Советова Ольга Сергеевна** – доктор исторических наук, профессор кафедры археологии КемГУ, [olgasetova@yandex.ru](mailto:olgasetova@yandex.ru).

**Olga S. Sovetova** – Doctor of History, Professor at the Department of Archaeology, Kemerovo State University.

**Шишкина Ольга Олеговна** – студентка 3 курса факультета истории и международных отношений КемГУ, [haruki.yoko@yandex.ru](mailto:haruki.yoko@yandex.ru).

**Olga O. Shishkina** – student at the Faculty of History and International Relations, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## МАТЕМАТИКА

УДК 519.872

## ИССЛЕДОВАНИЕ RQ-СИСТЕМ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В ПОЛУМАРКОВСКОЙ СРЕДЕ

В. А. Вавилов

RESEARCH OF THE RETRIAL QUEUEING SYSTEMS OPERATING  
IN SEMI-MARKOV ENVIRONMENT

V. A. Vavilov

*Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований. Проект № 11-01-90720-моб\_ст.*

В работе предлагаются математические модели систем с повторными вызовами (RQ-систем, Retrial Queueing Systems), функционирующих в полумарковской среде. Исследуются асимптотические средние характеристики, величины отклонения количества заявок в источнике повторных вызовов от их асимптотического среднего значения. Проводится глобальная аппроксимация процесса изменения числа заявок в системе и исследуется плотность распределения вероятностей значений этого процесса.

The paper is devoted to the mathematical models of retrial queueing systems concerning semi-Markov environment influence on the repeated calls source and services. The asymptotical average characteristics of the considered systems and deviation numbers of applications in the repeated calls source depending on their asymptotical average are investigated. The author provides the global approximation of the process of changing applications number in the repeated calls source, and investigates the density of distribution of the probabilities of the process values.

**Ключевые слова:** системы с повторными вызовами, RQ-системы, случайная среда, источник повторных вызовов, вероятностные характеристики систем массового обслуживания, метод асимптотического анализа.

**Keywords:** retrial queueing systems, random environment, source of repeated calls, probability characteristics of mass service system, method of asymptotic analysis.

**Введение**

В настоящее время исследованию систем с повторными вызовами [7] (RQ-систем, Retrial Queueing Systems) посвящается достаточно много трудов [1 – 2; 6 – 9]. Причинами являются необходимость оценки производительности и разработки новых, более эффективных локальных компьютерных сетей, радиосетей, сетей сотовой связи. Общим моментом является наличие единого передающего ресурса со случайным доступом к нему со стороны абонентских станций и, как следствие, необходимость повторной передачи в случае возникновения коллизий.

Проектирование и построение наиболее эффективно функционирующих сетей связи невозможно без учёта случайной среды, то есть неконтролируемых внешних воздействий в процессе передачи данных по каналу [1].

В данной работе проводится построение и исследование математических моделей систем с повторными вызовами, в которых изменение параметров функционирования происходит под влиянием внешнего фактора – случайной среды. Инструментом моделирования такого рода систем является аппарат теории массового обслуживания [5], позволяющий изучить вероятностно-временные характеристики функционирования систем.

**Постановка задачи и построение математической модели**

Рассмотрим однолинейную RQ-систему, на вход которой поступает простейший с параметром  $\lambda$  поток заявок. Прибор этой системы может находиться в одном из двух состояний:  $k = 0$ , если он свободен;  $k = 1$ , если он занят обслуживанием заявки. Заявка, заставшая в момент поступления прибор свободным, начинает немедленно обслуживаться. Если в течение обслуживания этой заявки другие требования на прибор не поступают, то исходная заявка по завершении обслуживания покидает систему. Если во время обслуживания одной заявки поступает новая заявка, то она переходит в источник повторных вызовов. Число заявок в источнике повторных вызовов обозначим  $i$ .

RQ-система функционирует в случайной среде. В качестве математической модели случайной среды рассмотрим полумарковский процесс  $s(t)$  с непрерывным временем  $t$ , то есть такой дискретный случайный процесс, который принимает значения из конечного множества состояний  $s = 1, 2, \dots, S$  и для которого вложенная по моментам времени  $t_n$  изменения состояний цепь  $s(t_n)$  является марковской. Времена пребывания этого процесса в различных состояниях являются условно независимыми случайными величинами, распределение вероятностей значений

которых зависит лишь от номера состояния полумарковского процесса.

Для определения полумарковского процесса [4]  $s(t)$  зададим стохастическую матрицу одношаговых вероятностей  $p_{s_1 s_2}$  переходов вложенной цепи Маркова:

$$p_{s_1 s_2} = P(s(t_{n+1}) = s_2 | s(t_n) = s_1),$$

при этом будем полагать, что  $p_{ss} = 0$ .

Заметим, что

$$\sum_{s_2=1}^S p_{s_1 s_2} = 1, \quad s = 1, 2, \dots, S. \quad (1)$$

Также зададим набор функций распределения  $G_s(x)$  значений времени пребывания полумарковского процесса в  $s$ -м состоянии.

Будем полагать, что влияние случайной среды на функционирование сети определяется зависимостью интенсивности  $\gamma$  обслуживания заявок в источнике повторных вызовов от состояний  $s$  случайной среды, то есть  $\gamma = \gamma(s)$ . Вероятность обращения заявок на прибор из источника повторных вызовов за бесконечно малый промежуток времени  $\Delta t$  равна  $\gamma(s)\Delta t + o(t)$ , при условии, что среда находится в состоянии  $s$ . Также влияние среды сказывается на интенсивности  $\mu$  обслуживания заявок на приборе, то есть  $\mu = \mu(s)$ , где  $s$  – текущее состояние случайной среды. Вероятность окончания обслуживания заявки на приборе за бесконечно малый промежуток времени  $\Delta t$  равна  $\mu(s)\Delta t + o(\Delta t)$ .

В силу свойств приведенной математической модели трехмерный случайный вектор  $\{k(t), i(t), s(t)\}$  изменения во времени состояний  $\{k(t), i(t)\}$  математической модели системы и состояний  $\{s(t)\}$  математической модели случайной среды является полумарковским процессом [4].

Для исследования описанной математической модели марковизируем процесс  $\{k(t), i(t), s(t)\}$  методом дополнительной переменной [5]. Введём переменную  $\zeta(t)$ , имеющую смысл длины интервала времени от момента  $t$  до момента смены текущего состояния случайной среды, тогда процесс изменения значений вектора  $\{k(t), i(t), s(t), \zeta(t)\}$  является марковским процессом.

Обозначим

$$P(k(t) = k, i(t) = i, s(t) = s, \zeta(t) < \zeta) = P(k, i, s, \zeta, t).$$

В любой момент времени должно выполняться

$$\text{условие нормировки: } \sum_{k=0}^1 \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{s=1}^S P(k, i, s, \infty, t) = 1.$$

Представим интенсивность  $\gamma(s)$  обращения заявок на прибор из источника повторных вызовов в виде  $\gamma(s) = \gamma\sigma(s)$ . Для распределения вероятностей  $P(k, i, s, \zeta, t)$  можно составить следующую систему дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial P(0, i, s, \zeta, t)}{\partial t} + (\lambda + i\gamma\sigma(s))P(0, i, s, \zeta, t) = \\ & = \frac{\partial P(0, i, s, \zeta, t)}{\partial \zeta} - \frac{\partial P(0, i, s, 0, t)}{\partial \zeta} + \\ & + \mu(s)P(1, i, s, \zeta, t) + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial P(0, i, s_1, 0, t)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \\ & \frac{\partial P(1, i, s, \zeta, t)}{\partial t} + (\lambda + \mu(s))P(1, i, s, \zeta, t) = \\ & = \frac{\partial P(1, i, s, \zeta, t)}{\partial \zeta} - \frac{\partial P(1, i, s, 0, t)}{\partial \zeta} + \\ & + \lambda P(0, i, s, \zeta, t) + \\ & + (i+1)\gamma\sigma(s)P(0, i+1, s, \zeta, t) + \\ & + \lambda P(1, i-1, s, \zeta, t) + \\ & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial P(1, i, s_1, 0, t)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}. \end{aligned} \quad (2)$$

Решение  $P(k, i, s, \zeta, t)$  системы (1) будем искать методом асимптотического анализа [3] в условиях большой задержки  $\gamma \rightarrow 0$ .

Обозначим

$$\gamma = \varepsilon^2, \quad \varepsilon^2 t = \tau \quad (3)$$

и рассмотрим предельный процесс

$$x(\tau) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} (\varepsilon^2 i(\tau/\varepsilon^2)), \quad \text{характеризующий асим-}$$

птотическое среднее нормированного числа заявок в источнике повторных вызовов.

Рассмотрим также процесс

$$y(\tau) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} ((\varepsilon^2 i(\tau/\varepsilon^2) - x(\tau))/\varepsilon),$$

который характеризует изменение величин отклонения нормированного числа заявок в источнике повторных вызовов от их асимптотического среднего и покажем, что он является диффузионным процессом авторегрессии. Процесс изменения состояний канала  $k(\tau/\varepsilon^2)$  при  $\varepsilon \rightarrow 0$  является дискретным марковским процессом, независимым от процесса  $y(\tau)$ .

Используя предельные процессы  $x(\tau)$  и  $y(\tau)$  для достаточно малых значений параметра  $\varepsilon$ , рассмотрим процесс  $z(\tau) = x(\tau) + \varepsilon y$ , который аппроксимирует процесс изменения числа заявок в системе  $\varepsilon^2 i(\tau/\varepsilon^2)$ , и покажем, что он является однородным диффузионным процессом.

В системе (2) выполним замены

$$\varepsilon^2 i = x + \varepsilon y, \quad \frac{1}{\varepsilon} P(k, i, s, \zeta, t) = H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon), \quad (4)$$

будем иметь:

$$\begin{aligned} & \varepsilon^2 \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \tau} - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial y} + \\ & + (\lambda + \sigma(s)(x + \varepsilon y))H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = \\ & = \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} - \frac{\partial H(0, y, s, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} + \\ & + \mu(s)H_1(y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(0, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \\
 & \varepsilon^2 \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \tau} - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial y} + \\
 & + (\lambda + \sigma(s)(x + \varepsilon y) + \mu(s)) H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = \\
 & = \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} - \frac{\partial H(1, y, s, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} + \\
 & + \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
 & + \sigma(s)(x + \varepsilon(y + \varepsilon)) H(0, y + \varepsilon, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
 & + \lambda H(1, y - \varepsilon, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(1, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}. \quad (5)
 \end{aligned}$$

Дальнейшие исследования будем проводить, основываясь на этой системе.

### Исследование асимптотических средних характеристик RQ-систем

Под асимптотическими средними характеристиками будем понимать распределение вероятностей  $R_k(x)$  состояний канала сети связи и функцию  $x(\tau)$ .

**Теорема 1.** Асимптотическое при  $\gamma \rightarrow 0$  среднее значение нормированного числа заявок в источнике повторных вызовов  $x(\tau)$  есть детерминированная функция, определяемая обыкновенным дифференциальным уравнением вида

$$x'(\tau) = -x\psi_0 R_0(x) + \lambda R_1(x), \quad (6)$$

здесь  $R_k(x)$  определяются равенством

$$R_k(x) = \lim_{\zeta \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^S Q_k(x, s, \zeta), \quad (7)$$

в котором функции  $Q_k(x, s, \zeta)$  определяются системой (11) и условием нормировки (12).

**Доказательство.** В системе (5) перейдем к пределу при  $\varepsilon \rightarrow 0$  и, полагая, что существуют конечные пределы:

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = H(k, y, s, \zeta, \tau), \quad (8)$$

получим систему:

$$\begin{aligned}
 & (\lambda + \sigma(s)x) H(0, y, s, \zeta, \tau) = \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau)}{\partial \zeta} - \\
 & - \frac{\partial H(0, y, s, 0, \tau)}{\partial \zeta} + \mu(s) H(1, y, s, \zeta, \tau) + \\
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(0, y, s_1, 0, \tau)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \\
 & \mu(s) H(1, y, s, \zeta, \tau) = \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau)}{\partial \zeta} - \\
 & - \frac{\partial H(1, y, s, 0, \tau)}{\partial \zeta} + (\lambda + \sigma(s)x) H(0, y, s, \zeta, \tau) + \\
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(1, y, s_1, 0, \tau)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}. \quad (9)
 \end{aligned}$$

Решение  $H(k, y, s, \zeta, \tau)$  системы (9) будем искать в виде:

$$H(k, y, s, \zeta, \tau) = Q_k(x, s, \zeta) H(y, \tau). \quad (10)$$

С учётом (10) функция  $Q_k(x, s, \zeta)$ , имеющая смысл условного совместного распределения вероятностей состояний  $k$  канала и  $s$  среды при условии  $x(\tau) = x$ , как следует из (9), определяется системой вида:

$$\begin{aligned}
 & (\lambda + \sigma(s)x) Q_0(x, s, \zeta) = \frac{\partial Q_0(x, s, \zeta)}{\partial \zeta} - \\
 & - \frac{\partial Q_0(x, s, 0)}{\partial \zeta} + \mu(s) Q_1(x, s, \zeta) + \\
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial Q_0(x, s, 0)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \\
 & \mu(s) Q_1(x, s, \zeta) = \frac{\partial Q_1(x, s, \zeta)}{\partial \zeta} - \\
 & - \frac{\partial Q_1(x, s, 0)}{\partial \zeta} + (\lambda + \sigma(s)x) Q_0(x, s, \zeta) + \\
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial Q_1(x, s, 0)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \quad (11)
 \end{aligned}$$

и условием нормировки:

$$\sum_{k=0}^1 \sum_{s=1}^S Q_k(x, s, \infty) = 1. \quad (12)$$

Будем полагать, что  $Q_k(x, s, \zeta)$  известны, если удастся решить систему (11).

Далее покажем, что  $x = x(\tau)$  является детерминированной функцией.

В системе (5) функции  $H_k(y \pm \varepsilon, s, \tau, \varepsilon)$  разложим в ряд по приращениям аргумента  $y$  с точностью до  $O(\varepsilon)$ , получим:

$$\begin{aligned}
 & - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial y} + \\
 & + (\lambda + \sigma(s)(x + \varepsilon y)) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = \\
 & = \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} - \frac{\partial H(0, y, s, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} + \\
 & + \mu(s) H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
 & + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(0, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \\
 & - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial y} + \mu(s) H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = \\
 & = \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} - \frac{\partial H(1, y, s, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} + \\
 & + (\lambda + \sigma(s)(x + \varepsilon y)) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
 & + \varepsilon \frac{\partial}{\partial y} \{ x \sigma(s) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) - \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \} +
 \end{aligned}$$

$$+ G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(1, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} + o(\varepsilon). \quad (13)$$

Все уравнения системы (13) просуммируем по  $k$  и по  $s$ , учтем (1) и при  $\zeta \rightarrow \infty$  получим:

$$\begin{aligned} -\varepsilon x'(\tau) \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \sum_{k=0}^1 \sum_{s=1}^S H(k, y, s, \infty, \tau, \varepsilon) \right\} = \\ = \varepsilon \frac{\partial}{\partial y} \left\{ x \sum_{s=1}^S \sigma(s) H(0, y, s, \infty, \tau, \varepsilon) - \right. \\ \left. - \lambda \sum_{s=1}^S H(1, y, s, \infty, \tau, \varepsilon) \right\} + o(\varepsilon). \end{aligned}$$

Поделим на  $\varepsilon$  обе части полученного уравнения, выполним предельный переход (8), учтем (10), получим:

$$\begin{aligned} -x'(\tau) \sum_{k=0}^1 \sum_{s=1}^S Q_k(x, s, \infty) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} = \\ = \left\{ x \sum_{s=1}^S \sigma(s) Q_0(x, s, \infty) - \right. \\ \left. - \lambda \sum_{s=1}^S Q_1(x, s, \infty) \right\} \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y}. \end{aligned}$$

Учтем условие нормировки (12), обозначим:

$$\begin{aligned} R_k(x) = \lim_{\zeta \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^S Q_k(x, s, \zeta), \quad k = 0, 1, \\ \psi R_0(x) = \lim_{\zeta \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^S \sigma(s) Q_0(x, s, \zeta), \quad (14) \end{aligned}$$

заметим, что  $R_k(x)$  имеет смысл распределения вероятностей состояний канала, получим:

$$\{x'(\tau) + \psi x R_0(x) - \lambda R_1(x)\} \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} = 0.$$

Поскольку производная плотности распределения  $H(y, \tau)$  не может тождественно равняться нулю, следовательно, функция  $x = x(\tau)$  является решением обыкновенного дифференциального уравнения

$$x'(\tau) = -\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x), \quad (15)$$

здесь  $R_k(x)$  есть распределение вероятностей состояний канала, определяемое равенством (14), в котором  $Q_k(x, s, \zeta)$  есть двумерное распределение вероятностей состояний  $k$  канала и состояний  $s$  случайной среды, которое определяется системой (11) и условием нормировки (12). Таким образом, (15) совпадает с (6). **Теорема доказана.**

**Исследование величин отклонения числа заявок в источнике повторных вызовов от их асимптотического среднего**

Докажем следующую теорему.

**Теорема 2.** Асимптотически при  $\gamma \rightarrow 0$  случайный процесс  $y(\tau)$  определяется стохастическим дифференциальным уравнением вида:

$$dy(\tau) = A'_x(x)y(\tau)d\tau + B(x)d\omega(\tau), \quad (16)$$

где  $\omega(\tau)$  есть стандартный винеровский процесс,  $A'(x)$  определяется производной по  $x$  от правой части дифференциального уравнения (6), а функция  $B(x)$  определяется равенством:

$$\begin{aligned} B^2(x) = \psi x R_0(x) + \lambda R_1(x) + 2 \left( \eta x h_0^{(1)}(x) - \right. \\ \left. - \lambda h_1^{(1)}(x) + x'(\tau)(h_0^{(1)}(x) + h_1^{(1)}(x)) \right), \quad (17) \end{aligned}$$

если выражение в правой части больше нуля, здесь параметры  $a$  и  $\lambda$  заданы,  $R_k(x)$  определяются равенствами (7),  $x$  определяется дифференциальным уравнением (6),  $h_k^{(1)}(x)$  определяются равенством:

$$\lim_{\zeta \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^S h_k^{(1)}(x, s, \zeta) = h_k^{(1)}(x),$$

в котором  $h_k^{(1)}(x, s, \zeta)$  есть решение системы (21).

**Доказательство.** Будем искать решение  $H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)$  системы (13) в виде следующего разложения:

$$\begin{aligned} H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = Q_k(x, s, \zeta) H(y, \tau) + \\ + \varepsilon h_k(y, s, \zeta, \tau) + o(\varepsilon). \quad (18) \end{aligned}$$

Подставим в систему (13) разложение (18), учтем (11) и запишем полученную систему, сократив на  $\varepsilon$  все уравнения в следующем виде:

$$\begin{aligned} -(\lambda + \sigma(s)x)h_0(y, s, \zeta, \tau) + \mu(s)h_1(y, s, \zeta, \tau) + \\ + \frac{\partial h_0(y, s, \zeta, \tau)}{\partial \zeta} - \frac{\partial h_0(y, s, 0, \tau)}{\partial \zeta} + \\ + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial h_0(y, s_1, 0, \tau)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} = \\ = \sigma(s)Q_0(x, s, \zeta)yH(y, \tau) - \\ - x'(\tau)Q_0(x, s, \zeta) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y}, \\ -\mu(s)h_1(y, s, \zeta, \tau) + (\lambda + \sigma(s)x)h_0(y, s, \zeta, \tau) + \\ + \frac{\partial h_1(y, s, \zeta, \tau)}{\partial \zeta} - \frac{\partial h_1(y, s, 0, \tau)}{\partial \zeta} + \\ + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial h_1(y, s_1, 0, \tau)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} = \\ = -\sigma(s)Q_0(x, s, \zeta)yH(y, \tau) - \\ - (x'(\tau)Q_1(x, s, \zeta) + \sigma(s)xQ_0(x, s, \zeta) - \\ - \lambda Q_1(x, s, \zeta)) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y}. \quad (19) \end{aligned}$$

Будем искать решение системы (19) в следующем виде:

$$\begin{aligned} h_k(y, s, \zeta, \tau) = h_k^{(1)}(x, s, \zeta) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} + \\ + h_k^{(2)}(x, s, \zeta)yH(y, \tau). \quad (20) \end{aligned}$$

Подставим (20) в (19) и представим систему в виде двух систем:

$$-(\lambda + \sigma(s)x)h_0^{(1)}(x, s, \zeta) + \mu(s)h_1^{(1)}(x, s, \zeta) +$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{\partial h_0^{(1)}(x, s, \zeta)}{\partial \zeta} - \frac{\partial h_0^{(1)}(x, s, 0)}{\partial \zeta} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial h_0^{(1)}(x, s_1, 0)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} = -x'(\tau) Q_0(x, s), \\
& - \mu(s) h_1^{(1)}(x, s, \zeta) + (\lambda + \sigma(s)x) h_0^{(1)}(x, s, \zeta) + \\
& + \frac{\partial h_1^{(1)}(x, s, \zeta)}{\partial \zeta} - \frac{\partial h_1^{(1)}(x, s, 0)}{\partial \zeta} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial h_1^{(1)}(x, s_1, 0)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} = \\
& = -x'(\tau) Q_1(x, s, \zeta) - \sigma(s)x Q_0(x, s, \zeta) \quad (21)
\end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}
& - (\lambda + \sigma(s)x) h_0^{(2)}(x, s, \zeta) + \mu(s) h_1^{(2)}(x, s, \zeta) + \\
& + \frac{\partial h_0^{(2)}(x, s, \zeta)}{\partial \zeta} - \frac{\partial h_0^{(2)}(x, s, 0)}{\partial \zeta} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial h_0^{(2)}(x, s_1, 0)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} = \sigma(s) Q_0(x, s, \zeta), \\
& - \mu(s) h_1^{(2)}(x, s, \zeta) + (\lambda + \sigma(s)x) h_0^{(2)}(x, s, \zeta) + \\
& + \frac{\partial h_1^{(2)}(x, s, \zeta)}{\partial \zeta} - \frac{\partial h_1^{(2)}(x, s, 0)}{\partial \zeta} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial h_1^{(2)}(x, s_1, 0)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} = \\
& = -\sigma(s) Q_0(x, s, \zeta). \quad (22)
\end{aligned}$$

Продифференцируем систему (11) по  $x$ , получим:

$$\begin{aligned}
& - (\lambda + \sigma(s)x) \frac{\partial Q_0(x, s, \zeta)}{\partial x} + \mu(s) \frac{\partial Q_1(x, s, \zeta)}{\partial x} + \\
& + \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \frac{\partial Q_0(x, s, \zeta)}{\partial x} \right\} - \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \frac{\partial Q_0(x, s, 0)}{\partial x} \right\} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \frac{\partial Q_0(x, s, 0)}{\partial x} \right\} p_{s_1 s} = \sigma(s) Q_0(x, s, \zeta), \\
& - \mu(s) \frac{\partial Q_1(x, s, \zeta)}{\partial x} + (\lambda + \sigma(s)x) \frac{\partial Q_0(x, s, \zeta)}{\partial x} + \\
& + \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \frac{\partial Q_1(x, s, \zeta)}{\partial x} \right\} - \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \frac{\partial Q_1(x, s, 0)}{\partial x} \right\} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \frac{\partial Q_0(x, s, 0)}{\partial x} \right\} p_{s_1 s} = \\
& = -\sigma(s) Q_0(x, s, \zeta). \quad (23)
\end{aligned}$$

Из (22) и (23) следует, что решение  $h_k^{(2)}(x, s, \zeta)$  системы (22) имеет вид:

$$h_k^{(2)}(x, s, \zeta) = \frac{\partial Q_k(x, s, \zeta)}{\partial x}. \quad (24)$$

С учетом (24) и (10) разложение (18) примет вид:

$$\begin{aligned}
H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) &= Q_k(x, s, \zeta) H(y, \tau) + \\
&+ \varepsilon h_k^{(1)}(x, s, \zeta) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} +
\end{aligned}$$

$$+ \varepsilon y H(y, \tau) \frac{\partial Q_k(x, s, \zeta)}{\partial x} + o(\varepsilon). \quad (25)$$

Теперь найдем вид функции  $H(y, \tau)$ . Для этого функции в правой части системы (5) разложим в ряд по приращениям аргумента  $y$  с точностью до  $o(\varepsilon^2)$ , получим:

$$\begin{aligned}
& \varepsilon^2 \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \tau} - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial y} + \\
& + (\lambda + \sigma(s)(x + \varepsilon y)) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = \\
& = \frac{\partial H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} - \frac{\partial H(0, y, s, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} + \\
& + \mu(s) H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(0, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s}, \\
& \varepsilon^2 \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \tau} - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial y} + \\
& + (\lambda + \mu(s)) H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) = \\
& = \frac{\partial H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} - \frac{\partial H(1, y, s, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} + \\
& + (\lambda + \sigma(s)(x + \varepsilon y)) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
& + \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
& + \varepsilon \frac{\partial}{\partial y} \{ \sigma(s)(x + \varepsilon y) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) - \\
& - \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \} + \\
& + \frac{\varepsilon^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial y^2} \{ \sigma(s)x H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
& + \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \} + \\
& + G_s(\zeta) \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(1, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} + o(\varepsilon^2). \quad (26)
\end{aligned}$$

Сложим все уравнения системы (26) по  $k$ , получим:

$$\begin{aligned}
& \varepsilon^2 \frac{\partial}{\partial \tau} \left\{ \sum_{k=0}^1 H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \right\} - \\
& - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \sum_{k=0}^1 H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \right\} = \\
& = \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \sum_{k=0}^1 H(k, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \right\} - \\
& - \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \sum_{k=0}^1 H(k, y, s, 0, \tau, \varepsilon) \right\} - \\
& - \varepsilon \frac{\partial}{\partial y} \{ -\sigma(s)(x + \varepsilon y) H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
& + \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \} + \\
& + \frac{\varepsilon^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial y^2} \{ \sigma(s)x H(0, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) + \\
& + \lambda H(1, y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) +
\end{aligned}$$

$$+ G_s(\zeta) \sum_{k=0}^1 \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(k, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} + o(\varepsilon^2).$$

Подставим в полученную систему разложение функций  $H(k, y, s, \tau, \varepsilon)$  в виде (25), получим:

$$\begin{aligned} & \varepsilon^2 \left( \sum_{k=0}^1 Q_k(x, s, \zeta) \right) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial \tau} - \\ & - \varepsilon x'(\tau) \left( \sum_{k=0}^1 Q_k(x, s, \zeta) \right) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} - \\ & - \varepsilon^2 x'(\tau) \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \sum_{k=0}^1 Q_k(x, s, \zeta) \right\} \frac{\partial \{yH(y, \tau)\}}{\partial y} - \\ & - \varepsilon^2 x'(\tau) \left( \sum_{k=0}^1 h_k^{(1)}(x, s, \zeta) \right) \frac{\partial^2 H(y, \tau)}{\partial y^2} = \\ & = \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \sum_{k=0}^1 H_k(y, s, \zeta, \tau, \varepsilon) \right\} - \\ & - \frac{\partial}{\partial \zeta} \left\{ \sum_{k=0}^1 H_k(y, s, 0, \tau, \varepsilon) \right\} - \\ & - \varepsilon (-\sigma(s)xQ_0(x, s, \zeta) + \\ & + \lambda Q_1(x, s, \zeta)) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} - \varepsilon^2 (-\sigma(s)Q_0(x, s, \zeta) - \\ & - \sigma(s)x \frac{\partial Q_0(x, s, \zeta)}{\partial x} + \\ & + \lambda \frac{\partial Q_1(x, s, \zeta)}{\partial x}) \frac{\partial \{yH(y, \tau)\}}{\partial y} + \\ & + \frac{\varepsilon^2}{2} [\sigma(s)xQ_0(x, s, \zeta) + \lambda Q_1(x, s, \zeta) + \\ & + 2(\sigma(s)xh_0^{(1)}(x, s, \zeta) - \lambda h_1^{(1)}(x, s, \zeta))] \frac{\partial^2 H(y, \tau)}{\partial y^2} + \\ & + G_s(\zeta) \sum_{k=0}^1 \sum_{s_1=1}^S \frac{\partial H(k, y, s_1, 0, \tau, \varepsilon)}{\partial \zeta} p_{s_1 s} + o(\varepsilon^2). \quad (27) \end{aligned}$$

Просуммируем уравнения системы (27) по  $s$ , выполним предельный переход при  $\zeta \rightarrow \infty$ , воспользуемся условием нормировки (12), обозначением (14), также обозначим:

$$\begin{aligned} \lim_{\zeta \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^S h_k^{(1)}(x, s, \zeta) &= h_k^{(1)}(x), \\ \lim_{\zeta \rightarrow \infty} \sum_{s=1}^S h_0^{(1)}(x, s, \zeta) &= \eta h_0^{(1)}(x), \quad (28) \end{aligned}$$

учтем (1), получим

$$\begin{aligned} & \varepsilon^2 \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial \tau} - \varepsilon x'(\tau) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} - \\ & - \varepsilon^2 x'(\tau) \left( \sum_{k=0}^2 h_k^{(1)}(x) \right) \frac{\partial^2 H(y, \tau)}{\partial y^2} = \\ & = -\varepsilon (-\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x)) \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial y} - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \varepsilon^2 \left( -\psi R_0(x) - \psi x \frac{\partial R_0(x)}{\partial x} + \right. \\ & \left. + \lambda \frac{\partial R_1(x)}{\partial x} \right) \frac{\partial \{yH(y, \tau)\}}{\partial y} + \\ & + \frac{\varepsilon^2}{2} [\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x) + \\ & + 2(\eta x h_0^{(1)}(x) - \lambda h_1^{(1)}(x))] \frac{\partial^2 H(y, \tau)}{\partial y^2} + o(\varepsilon^2). \quad (29) \end{aligned}$$

В силу дифференциального уравнения (6) уничтожим в (29) слагаемые порядка  $o(\varepsilon)$ , поделим обе части полученного уравнения на  $\varepsilon^2$ , выполним несложные преобразования, будем иметь:

$$\begin{aligned} \frac{\partial H(y, \tau)}{\partial \tau} &= - \left( -\psi R_0(x) - \psi x \frac{\partial R_0(x)}{\partial x} + \right. \\ & \left. + \lambda \frac{\partial R_1(x)}{\partial x} \right) \frac{\partial \{yH(y, \tau)\}}{\partial y} + \\ & + \frac{1}{2} (\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x) + 2[\eta x h_0^{(1)}(x) - \\ & - \lambda h_1^{(1)}(x) + x'(\tau)(h_0^{(1)}(x) + \\ & + h_1^{(1)}(x))]) \frac{\partial^2 H(y, \tau)}{\partial y^2}. \quad (30) \end{aligned}$$

Получили уравнение Фоккера-Планка для плотности распределения вероятностей  $H(y, \tau)$  значений диффузионного процесса авторегрессии  $y(\tau)$ . Обозначим коэффициент переноса уравнения (30) как  $A'_x(x)$ . Заметим, что  $A'_x(x)$  является производной по  $x$  от правой части дифференциального уравнения (6), то есть:

$$A'_x(x) = \frac{\partial}{\partial x} \{-\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x)\}. \quad (31)$$

Коэффициент диффузии обозначим следующим образом:

$$\begin{aligned} B^2(x) &= \psi x R_0(x) + \lambda R_1(x) + 2(\eta x h_0^{(1)}(x) - \\ & - \lambda h_1^{(1)}(x) + x'(\tau)(h_0^{(1)}(x) + h_1^{(1)}(x))), \quad (32) \end{aligned}$$

если выражение в правой части больше нуля.

Получили, что (32) совпадает с (17). Из (30) следует, что  $H(y, \tau)$  является плотностью распределения вероятностей некоторого диффузионного процесса  $y(\tau)$ , который удовлетворяет стохастическому дифференциальному уравнению

$$dy(\tau) = A'_x(x)y(\tau)d\tau + B(x)dw(\tau), \quad (33)$$

где  $w(\tau)$  является стандартным винеровским процессом,  $A'_x(x)$  определяется равенством (31),  $B(x)$  – равенством (32), совпадающим с (17), следовательно, уравнение (33) совпадает с уравнением (16), а процесс  $y(\tau)$  является процессом авторегрессии.

**Теорема доказана.**

**Следствие 2.1.** Решение  $y(\tau)$  стохастического дифференциального уравнения (33) имеет вид:

$$y(\tau) = e^{\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} \int_0^\tau B(x(u)) e^{-\int_0^u A'_x(x(s))ds} dw(u), \quad (34)$$

где  $A'_x(x)$  определяется равенством (31),  $B(x)$  – равенством (17),  $x(\tau)$  – дифференциальным уравнением (6), а  $w(\tau)$  есть стандартный винеровский процесс.

**Доказательство.** Представим процесс  $y(\tau)$  в следующем виде:

$$y(\tau) = e^{\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} f(\tau), \quad (35)$$

тогда

$$f(\tau) = e^{-\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} y(\tau), \quad (36)$$

здесь  $A'_x(x)$  определяется равенством (31), а функция  $x(\tau)$  – дифференциальным уравнением (6).

Продифференцируем (36), используя формулы Ито, получим:

$$df(\tau) = -A'_x(x(\tau))f(\tau)d\tau + e^{-\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} dy.$$

Учитывая (35), получим:

$$df(\tau) = -A'_x(x(\tau))e^{-\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} y(\tau)d\tau + e^{-\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} [A'_x(x(\tau))y(\tau)d\tau + B(x(\tau))dw(\tau)].$$

Выполним преобразования, будем иметь:

$$df(\tau) = B(x(\tau))e^{-\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} dw(\tau). \quad (37)$$

Проинтегрируем (37), положив  $f(0) = 0$ , тогда исходное представление  $y(\tau)$  в виде (35) примет вид:

$$y(\tau) = e^{\int_0^\tau A'_x(x(s))ds} \int_0^\tau B(x(u)) e^{-\int_0^u A'_x(x(s))ds} dw(u), \quad (38)$$

где  $A'_x(x)$  определяется равенством (31),  $B(x)$  – равенством (17),  $x(\tau)$  – дифференциальным уравнением (6), а  $w(\tau)$  есть стандартный винеровский процесс, то есть (38) совпадает с (34). **Следствие доказано.**

### Глобальная аппроксимация процесса изменения состояний RQ-систем в полумарковской среде

Покажем, что для достаточно малых значений параметра  $\varepsilon$  случайный процесс  $z(\tau) = x(\tau) + \varepsilon y$ , аппроксимирующий процесс изменения числа заявок в ИПВ  $\varepsilon^2 i(\tau / \varepsilon^2)$ , является однородным диффузионным процессом. Докажем следующую теорему.

**Теорема 3.** С точностью до  $o(\varepsilon)$  случайный процесс  $z(\tau)$  является решением стохастического дифференциального уравнения:

$$dz(\tau) = A(z)d\tau + \varepsilon B(z)dw(\tau), \quad (39)$$

где  $w(\tau)$  есть стандартный винеровский процесс, функция  $A(z)$  определяется правой частью диффе-

ренциального уравнения (6), а функция  $B(z)$  – равенством (17), то есть  $z(\tau)$  является однородным диффузионным процессом с коэффициентом переноса  $A(z)$  и коэффициентом диффузии  $\varepsilon^2 B^2(z)$ .

**Доказательство.** Поскольку  $z(\tau) = x(\tau) + \varepsilon y$ , то дифференцируя  $z(\tau)$  по  $\tau$  получаем:

$$dz(\tau) = x'(\tau)d\tau + \varepsilon dy. \quad (40)$$

В силу (6) и (16) имеем:

$$dz(\tau) = [-\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x)]d\tau + \varepsilon y \frac{\partial}{\partial x} \{-\psi x R_0(x) + \lambda R_1(x)\}d\tau + \varepsilon B(x)dw(\tau).$$

Так как правая часть содержит разложение в ряд по приращениям  $\varepsilon y$  аргумента  $x$ , то можно записать:

$$dz(\tau) = [-\psi(x + \varepsilon y)R_0(x + \varepsilon y) + \lambda R_1(x + \varepsilon y)]d\tau + \varepsilon B(z - \varepsilon y)dw(\tau).$$

Заметим, что  $z(\tau) = x(\tau) + \varepsilon y$ , тогда с точностью до  $o(\varepsilon)$  имеем:

$$dz(\tau) = [-\psi z R_0(z) + \lambda R_1(z)]d\tau + \varepsilon B(z)dw(\tau) + o(\varepsilon).$$

С учетом (6) уравнение (40) окончательно примет вид:  $dz(\tau) = A(z)d\tau + \varepsilon B(z)dw(\tau) + o(\varepsilon)$ .

Таким образом,  $z(\tau)$  является однородным диффузионным процессом с коэффициентом переноса  $A(z)$  и коэффициентом диффузии  $\varepsilon^2 B^2(z)$  и определяется с точностью до  $o(\varepsilon)$  стохастическим дифференциальным уравнением вида (39). **Теорема доказана.**

**Следствие 3.1.** Плотность распределения вероятностей значений процесса  $z(\tau)$  имеет вид:

$$F(z) = \frac{1}{B^2(z)} \frac{e^{\frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du}}{\int_0^\infty \frac{1}{B^2(z)} e^{\frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du} dz}, \quad (41)$$

где  $A(z)$  определяется правой частью дифференциального уравнения (6),  $B(z)$  – равенством (17).

**Доказательство.** Обозначим  $F(z, \tau)$  плотность распределения вероятностей значений процесса  $z(\tau)$ , тогда можно записать уравнение Фоккера-Планка для плотности этого процесса:

$$\frac{\partial F(z, \tau)}{\partial \tau} = -\frac{\partial}{\partial z} \{A(z)F(z, \tau)\} + \frac{\varepsilon^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial z^2} \{B^2(z)F(z, \tau)\},$$

где  $A(z)$  определяется правой частью дифференциального уравнения (6),  $B(z)$  – равенством (17). Рассмотрим функционирование процесса  $z(\tau)$  в стационарном режиме, то есть  $F(z, \tau) \equiv F(z)$ , тогда стабильное распределение можно найти из уравнения Фоккера-Планка:

$$0 = -\frac{\partial}{\partial z} \{A(z)F(z)\} + \frac{\varepsilon^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial z^2} \{B^2(z)F(z)\}. \quad (42)$$

Уравнение [42] является однородным дифференциальным уравнением второго порядка. Обозначим

$$B^2(z)F(z) = G(z). \quad (43)$$

Понизим порядок уравнения (43) и, положив константу, возникшую в результате интегрирования, равной нулю, запишем:

$$\frac{\partial G(z)}{\partial z} = \frac{2}{\varepsilon^2} \frac{A(z)}{B^2(z)} G(z).$$

Проинтегрируем последнее уравнение

$$\int_0^z \frac{dG(u)}{G(u)} du = \frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du + C_1,$$

выполним преобразования:

$$\ln|G(z)| = \frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du + \ln|C|,$$

$$G(z) = C \cdot e^{\frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du}.$$

Учтем замену (43) и перепишем последнее уравнение в виде:

$$F(z) = \frac{C}{B^2(z)} e^{\frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du}. \quad (44)$$

Константу  $C$  найдем из условия нормировки

$$\int_0^\infty F(z) dz = 1, \text{ тогда}$$

$$C = 1 / \int_0^\infty \frac{1}{B^2(z)} e^{\frac{2}{\varepsilon^2} \int_0^z \frac{A(u)}{B^2(u)} du} dz. \quad (45)$$

Подставим (45) в (44), получим плотность распределения вероятностей для процесса  $z(\tau)$  в виде (41).

#### Следствие доказано.

Таким образом, в данной работе найдено распределение вероятностей  $R_k(x)$  состояний  $k$  канала в виде (7). Получено дифференциальное уравнение (6), определяющее асимптотическое среднее значение  $x(\tau)$  нормированного числа заявок в источнике повторных вызовов. Исследованы величины отклонения от этого среднего, показано, что процесс их изменения  $y(\tau)$  определяется стохастическим дифференциальным уравнением вида (16). Найдено решение данного уравнения в виде (34). Доказано, что для достаточно малых значений параметра  $\varepsilon$  случайный процесс  $z(\tau) = x(\tau) + \varepsilon y$ , аппроксимирующий процесс изменения числа заявок в системе  $\varepsilon^2 i(\tau/\varepsilon^2)$ , является однородным диффузионным процессом. Найдена важная из вероятностно-временных характеристик этого процесса – плотность распределения вероятностей  $F(z)$  в виде (41).

Полученные результаты могут быть использованы при проведении анализа существующих систем с повторными вызовами, а также при проектировании новых сетей связи, реализующих более производительные протоколы передачи данных.

#### Литература

1. Вавилов В. А. Исследование RQ-систем с конечным числом обслуживающих приборов, функционирующих в случайной среде // Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2011): матер. X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2011. Ч. 1. С. 102 – 107.
2. Гарайшина И. Р., Моисеева С. П., Назаров А. А. Методы исследования коррелированных потоков и специальных систем массового обслуживания. Томск: Изд-во НТЛ, 2010. 204 с.
3. Назаров А. А., Моисеева С. П. Метод асимптотического анализа в теории массового обслуживания. Томск: Изд-во НТЛ, 2006. 112 с.
4. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория вероятностей и случайных процессов. Томск: Изд-во НТЛ, 2006. 204 с.
5. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория массового обслуживания. Томск: Изд-во НТЛ, 2010. 228 с.
6. Судыко Е. А., Назаров А. А. Исследование марковской RQ-системы с конфликтами заявок и простейшим входящим потоком // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 4(12). С. 79 – 90.
7. Artalejo J. R., Gomez-Corral A. Retrial Queueing Systems: a Computational Approach // Springer. 2008. 309 p.
8. Dudin A., Klimenok V. Queueing System BMAP[G]1 with Repeated Calls // Mathematical and Computer Modelling. 1999. № 30. P. 115 – 128.
9. Falin G. I. A diffusion approximation for retrial queueing systems // Theory of Probability and Its Application. 1991. Vol. 36. № 1. P. 149 – 152.

#### Информация об авторе:

**Вавилов Вячеслав Анатольевич** – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информатики и математики филиала КемГУ в г. Анжеро-Судженске, [vavilovv@yandex.ru](mailto:vavilovv@yandex.ru).

**Vyacheslav A. Vavilov** – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Assistant Professor at the Department of Computer Science and Mathematics, Anzhero-Sudzhensk Branch of Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ПОЛЯ ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА В ОРТОТРОПНОМ ЦИЛИНДРЕ

*В. О. Каледин, Я. С. Крюкова, Е. А. Вячкина, Н. Ю. Сидоренко*

## IDENTIFICATION OF THE MODEL OF POINT CURRENT SOURCES FIELD IN THE ORTHOTROPIC CYLINDER

*V. O. Kaledin, Ya. S. Kryukova, E. A. Vyachkina, N. Yu. Sidorenko*

*При поддержке ОАО ЦНИИСМ (договор № 12-05/8-14).*

В статье разработана математическая модель поля точечных источников тока в цилиндре из трансверсально изотропного композиционного материала при расположении источников в центрах оснований. Основной целью работы является определение электрофизических параметров композиционного материала. Получено аналитическое решение, позволяющее найти потенциалы на поверхности цилиндра при известных размерах и удельных сопротивлениях. Для экспериментального определения параметров эффективных удельных сопротивлений материала в радиальном и осевом направлении предложена методика, основанная на идентификации построенной математической модели, и получены экспериментальные данные для идентификации на цилиндрическом образце из материала, армированного углеродной тканью УТ-900. В результате найдены удельные сопротивления ортотропного материала в радиальном и осевом направлениях. Выявлено, что исследуемый армированный материал лучше проводит ток в направлении армирующих волокон, чем по нормали.

In this paper we demonstrated the development of the mathematical models of point current sources field in the cylinder of transversely isotropic composite material with the sources located in the centers of the bases. The main purpose is to determine the electrophysical parameters of the composite material. We obtained an analytical solution (in lines), allowing to find the potentials on the surface of the cylinder with known size and resistivity. To determine the parameters of the effective material resistivity in the radial and axial direction experimentally, the authors propose a method based on the identification of the constructed mathematical model; experimental data were obtained for the identification by testing a cylindrical sample of material reinforced with carbon cloth UT-900. As a result, the specific resistance of orthotropic material in radial and axial directions was found. The study revealed that the reinforced material conducts current in the direction of the reinforcing fibers better than normal.

**Ключевые слова:** задача электропроводности, электропроводный композиционный материал, кажущееся сопротивление, поле точечных источников тока, методика идентификации удельного сопротивления reinforcing fibers than normal.

**Keywords:** problem of electrical conductivity, conductive composite material, apparent resistivity, point current sources field, methods of identification resistivity.

**Поле точечных источников тока в ортотропной слоистой пластине из композиционного материала.** Задачи электропроводности в композиционных материалах актуальны во многих технических приложениях. Их решение основывается на оценках средних удельных сопротивлений, которые применительно к композитам зависят от направления вектора плотности тока по отношению к направлениям армирования. Соответствующие теоретические оценки выполнялись многими авторами; для композитов, армированных частицами и непрерывными волокнами, теоретические оценки ранее получены авторами численными методами [1; 4]. Однако для оценки достоверности теоретических результатов необходима их верификация методами прямого эксперимента.

Использование традиционного метода измерения удельного сопротивления, основанного на создании электрического поля с постоянной по объему плотностью тока, для измерения проводимости по направлению нормали требует образцов значительной толщины [3], а в этом случае структура материала по толщине может отличаться от структуры реального конструкционного материала. Поэтому представляется, что такие измерения целесообразно выполнять на образцах малой толщины с использованием неоднородных электрических полей, создаваемых в материале точечными источниками тока. Для этого в настоящей

работе предлагается метод измерения, основанный на параметрической идентификации с использованием расчетно-теоретической модели распространения тока в ортотропном материале.

Расчетная модель позволяет определить параметры поля точечных источников при известной геометрии образца и известном положении питающих электродов. Удельные сопротивления в направлении нормали и в плоскости армирования могут быть определены из условия минимума рассогласования рассчитанных и измеренных параметров поля (разностей потенциалов в характерных точках образца).

Рассмотрим трансверсально изотропный проводящий цилиндр с удельным сопротивлением  $\rho$  в плоскостях, параллельных основаниям, и  $\rho_z$  – в направлении оси цилиндра. Точечные источники тока расположены в центрах оснований цилиндра. Обозначим:  $D$  – диаметр цилиндра,  $H$  – высота.

Введем цилиндрическую систему координат  $(r, z)$ , в которой ось  $z$  совпадает с осью цилиндра, а начало координат находится на середине отрезка, соединяющего центры оснований. Тогда расчетная область может быть задана неравенствами:

$$\Omega: 0 \leq r \leq \frac{D}{2}, -\frac{H}{2} \leq z \leq \frac{H}{2}.$$

В точках  $r = 0$ ,  $z = \pm H/2$  помещены точечные источники тока (положительный и отрицательный) одинаковой силы  $I$ . В этой системе координат учетом осевой симметрии уравнение электропроводности и граничные условия имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{\rho_z} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} &= 0 \\ \frac{\partial U}{\partial r} \Big|_{r=\frac{D}{2}} &= 0, \quad \frac{\partial U}{\partial z} \Big|_{z=\pm \frac{H}{2}, r>0} = 0, \\ \frac{1}{\rho_z} \frac{\partial U}{\partial z} &= I \cdot \delta(r), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $U$  – электрический потенциал,  $\delta(r)$  – обобщенная функция, удовлетворяющая интегральному тождеству:

$$\int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^r f(r, \varphi) r \cdot dr = f(0, 0),$$

где  $f$  – произвольная непрерывная функция координат,  $\varphi$  – полярный угол.

Приведем сформулированную краевую задачу к безразмерному виду. Для этого вначале введем безразмерные координаты – радиальную  $\xi$  и осевую  $\zeta$ , причем масштаб для осевой координаты выберем так, чтобы основания цилиндра лежали в плоскостях  $\zeta = \pm 1$ , а масштаб радиальной координаты – так, чтобы коэффициенты в уравнении (1) были одинаковы:

$$\zeta = \frac{2z}{H}, \quad \xi = \frac{2r}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}.$$

Дополнительно введем безразмерный потенциал:  $u(\xi, \zeta) = U(r, z) \cdot H / (2 \cdot I \cdot \rho)$ .

Уравнение (1) преобразуется к уравнению Лапласа:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{\partial^2 u}{\partial \zeta^2} &= 0, \\ -1 \leq \zeta \leq 1, \quad 0 \leq \xi \leq \bar{D}, \end{aligned} \quad (2)$$

где обозначено:  $\bar{D} = \frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho_z}{\rho}}$ .

Граничные условия из (1) преобразуются к виду:

$$\frac{\partial u}{\partial \xi} \Big|_{\xi=\bar{D}} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \zeta} \Big|_{\zeta=\pm 1, \xi>0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial \zeta} = \delta(\xi). \quad (4)$$

Краевая задача (2) – (4) имеет единственное решение с точностью до постоянного слагаемого. Для устранения произвола примем, что потенциал в начале координат равен нулю.

Решив краевую задачу (7) – (8), получили, что поправочная функция имеет вид:

$$u^*(\xi, \zeta) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{2B_{2k+1}(\bar{D})}{(2k+1)\pi I_1\left(\frac{2k+1}{2}\pi\bar{D}\right)} I_0\left(\frac{2k+1}{2}\pi\xi\right) \sin \frac{(2k+1)\pi\zeta}{2}, \quad (9)$$

где  $I_0$  и  $I_1$  – модифицированные функции Бесселя,  $B_k(\xi) = \frac{1}{2} \int_{-2}^2 f(\xi, \zeta) \sin \frac{k\pi\zeta}{2} d\zeta$ .

Выполним вначале граничные условия (4) на основаниях цилиндра, т. е. найдем решение задачи для цилиндра бесконечно большого радиуса, применяя метод отражений [5]. Для этого рассмотрим потенциал единичного точечного источника в точке  $\xi = 0$ ,  $\zeta = 1$ , поместив его в бесконечно протяженное проводящее полупространство с границей  $\zeta = 1$ . Как известно, решение такой задачи идентично решению задачи о поле потенциала источника удвоенной интенсивности в бесконечном пространстве:

$$u(\xi, \zeta) = \frac{1}{2\pi\sqrt{\xi^2 + (\zeta - 1)^2}}. \quad (5)$$

При этом выполняются условия (4) на границе  $\zeta = 1$ .

Добавим к решению (5) поле потенциала источника на границе  $\zeta = -1$ . Чтобы не нарушить граничных условий, поместим в среду также фиктивный источник – симметричное отражение второго источника относительно границы  $\zeta = 1$ . В силу симметрии на плоскости  $\zeta = 1$  выполняются условия (4), но на границе  $\zeta = -1$  они нарушены. Последовательно добавляя источники путем симметричного отражения исходных и отраженных источников относительно обеих границ, получим бесконечную систему равноотстоящих источников тока, симметричную относительно обеих границ. В результате получаем поле потенциала, удовлетворяющее граничным условиям (4):

$$\bar{u}(\xi, \zeta) = \frac{1}{2\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \left[ \frac{1}{\sqrt{\xi^2 + (2n+1-\zeta)^2}} - \frac{1}{\sqrt{\xi^2 + (2n+1+\zeta)^2}} \right]. \quad (6)$$

Полученное решение задачи справедливо для цилиндра бесконечно большого радиуса.

Далее выполним условие непротекания на боковой поверхности цилиндра. Для этого добавим к (6) поле потенциалов тока, проходящего через боковую поверхность и имеющего на ней плотность, равную по величине и противоположную по знаку плотности тока в цилиндре бесконечного радиуса. Искомое дополнительное поле потенциалов найдем решением следующей вспомогательной краевой задачи для уравнения:

$$\frac{\partial^2 u^*}{\partial \xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial u^*}{\partial \xi} + \frac{\partial^2 u^*}{\partial \zeta^2} = 0 \quad (7)$$

при граничных условиях:

$$\frac{\partial u^*}{\partial \zeta} \Big|_{\zeta=\pm 1} = 0, \quad \frac{\partial u^*}{\partial \xi} \Big|_{\xi=\bar{D}} = -\frac{\partial \bar{u}}{\partial \xi} \Big|_{\xi=\bar{D}} = f(\bar{D}, \zeta). \quad (8)$$

Каждое слагаемое в (9) отвечает первому из граничных условий (8). Поскольку это условие однородно, то и сумма ряда (9) удовлетворяет данному условию. Таким образом, решение (9) удовлетворяет дифференциальному уравнению (7) и граничным условиям (8).

Окончательно, складывая решения (6) и (9), получили решение краевой задачи для цилиндра конечного радиуса:

$$u(\xi, \zeta) = \bar{u}(\xi, \zeta) + u^*(\xi, \zeta). \quad (10)$$

Возвращаясь к размерным переменным, имеем:

$$U(r, z) = I \cdot \rho \cdot \frac{2}{H} u\left(\frac{2r}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, \frac{2z}{H}\right).$$

На рисунке 1 показаны изолинии полученного решения (10) при  $\bar{D}=1,38$ . При расчете число удерживаемых слагаемых ряда (6) было взято равным 500, а число членов ряда Фурье (9) – равным 50, что обеспечивает изменение решения при удвоении числа удерживаемых членов не более чем на 0,001 %.

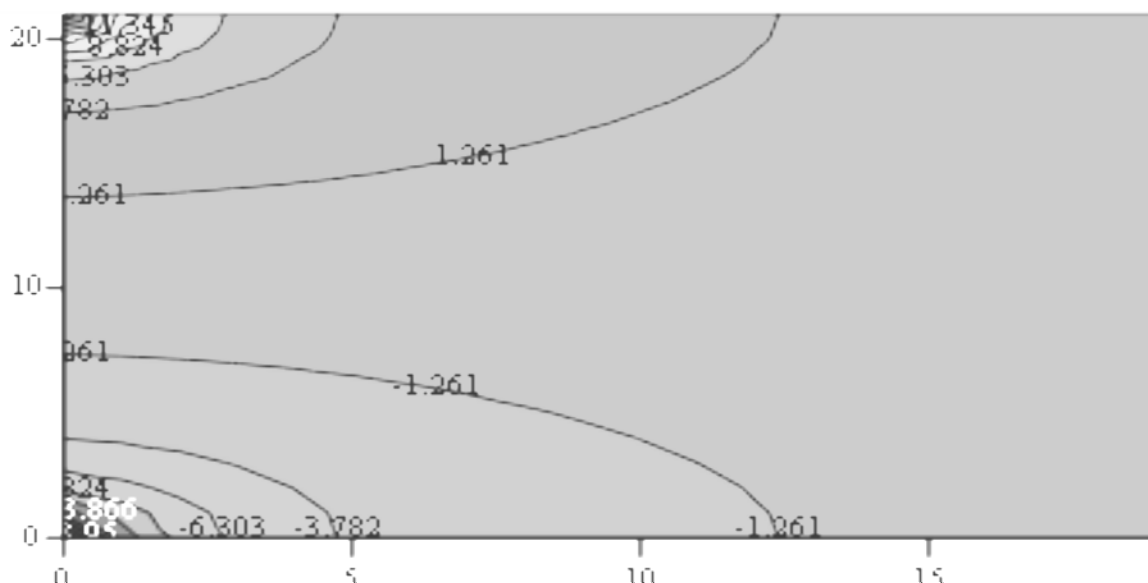


Рис. 1. *Изолинии безразмерного потенциала в осевом сечении цилиндра конечного радиуса*

**Зависимость потенциала поля точечных источников от удельных электрических сопротивлений в осевом и радиальном направлении.** Полученное решение краевой задачи электропроводности ортотропного цилиндра конечного радиуса показывает, что распределение потенциала чувствительно как к средней величине удельного сопротивления, так и к отношению удельных сопротивлений в осевом и радиальном направлении. Увеличение  $\rho_z$  влияет на потенциал поля так же, как и увеличение толщины образца (высоты цилиндра). Уменьшение относительного радиуса приводит к увеличению разности потенциалов на верхней и нижней поверхности. Это дает возможность, исходя из известного соотношения диаметра и высоты цилиндра, определить степень анизотропии.

Выберем для анализа точки на противоположных основаниях цилиндра (рис. 2) точки А и В, расположенные на кромках ( $r=D$ ), и точку С, расположенную на известном расстоянии от оси  $r=\mu \cdot D/2$ .

Разность потенциалов в точках А и В определяется следующим выражением:

$$U_{AB} = \frac{2I\rho}{H} \left[ u\left(\frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1\right) - u\left(\frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, -1\right) \right], \quad (11)$$

а разность потенциалов в точках С и А – выражением:

$$U_{CA} = \frac{2I\rho}{H} \left[ u\left(\frac{\mu D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1\right) - u\left(\frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1\right) \right]. \quad (12)$$

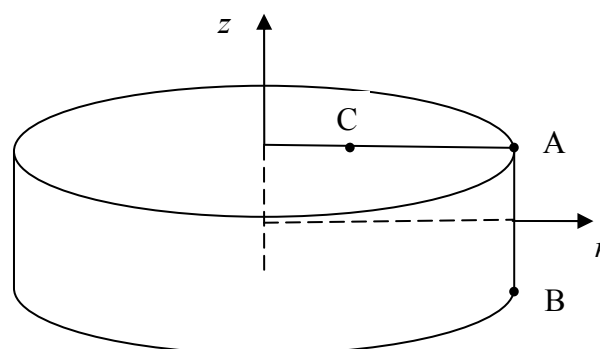


Рис. 2. *Расположение точек на цилиндре*

Отношение этих величин:

$$\frac{U_{CA}}{U_{AB}} = \frac{u\left(\frac{\mu D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1\right) - u\left(\frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1\right)}{u\left(\frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1\right) - u\left(\frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, -1\right)} \quad (13)$$

не зависит от силы тока и удельного сопротивления в радиальном направлении и полностью определяется двумя параметрами: отношением расстояния точки С от оси к радиусу цилиндра и безразмерным диамет-

ром  $\frac{D}{H\sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}}$ . Зависимость отношения (13) от без-

размерного диаметра представлена на рисунке 3 при  $\mu = 0,5$ .

$U_{CA}/U_{AB}$

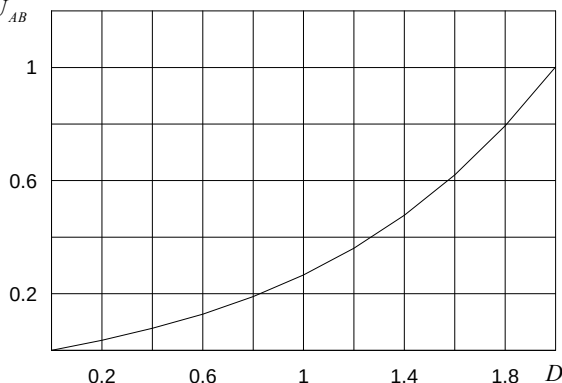


Рис. 3. Зависимость отношения разностей потенциалов от безразмерного диаметра

Исходя из результатов измерений разности потенциалов, по кривой на рисунке 3 можно найти безразмерный диаметр  $\bar{D}$ . Тогда отношение удельных сопротивлений в осевом и радиальном направлении может быть вычислено по следующей формуле:

$$\frac{\rho_z}{\rho} = \left( \frac{D}{H \cdot \bar{D}} \right)^2. \quad (14)$$

Для определения величины  $\rho$  можно использовать любое из уравнений (11) и (12). Так, из (12) найдём:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2I}{U_{CA} \cdot H} \left[ u \left( \frac{\mu D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, 1 \right) - u \left( \frac{D}{H} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_z}}, -1 \right) \right]. \quad (15)$$

По этой зависимости может быть в первом приближении определено удельное сопротивление  $\rho$ , а затем, исходя из ранее найденного отношения  $\rho_z/\rho$ , и величина  $\rho_z$ . Однако для уменьшения погрешности целесообразно определять искомые величины (безразмерный диаметр и удельные сопротивления путем идентификации с использованием большего числа точек).

**Идентификация удельного сопротивления по измеренным потенциалам поля точечных источников.** Опишем методику получения экспериментальных данных для идентификации.

Эксперимент проводился на образце цилиндрической формы толщиной 5 и диаметром 40 мм, выполненном из углерод-углеродного композиционного материала на основе ткани УТ-900, армированного под углами  $0/90^\circ$  (рис. 3).

Ток промышленной частоты (50 Гц) подводился к двум питающим электродам диаметром 4 мм, концы которых имели форму сферического сегмента. Напряжение источника тока составляло 12 В. Последовательно с образцом было включено балластное сопротивление (лампа накаливания) с мощностью рассеяния 100 Вт, что позволило ограничить силу тока величиной порядка 5 А. Ток контролировался по цифровому амперметру типа DT9205A (предел допускаемой основной относительной погрешности 0,8 %). Разность потенциалов в точках образца измерялась стрелочным милливольтметром ВЗ-38 (предел допускаемой основной относительной погрешности 2 %).

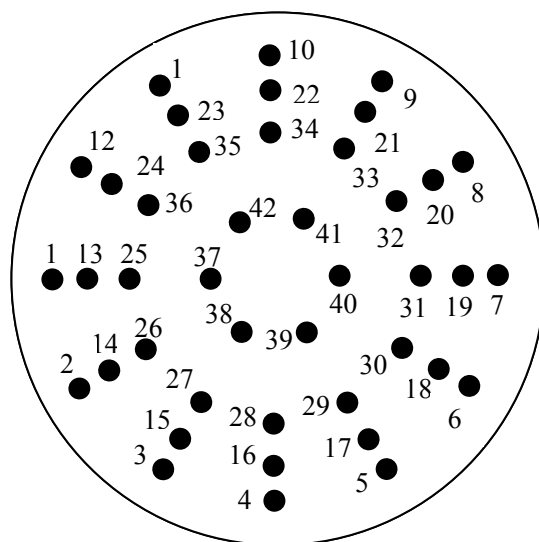
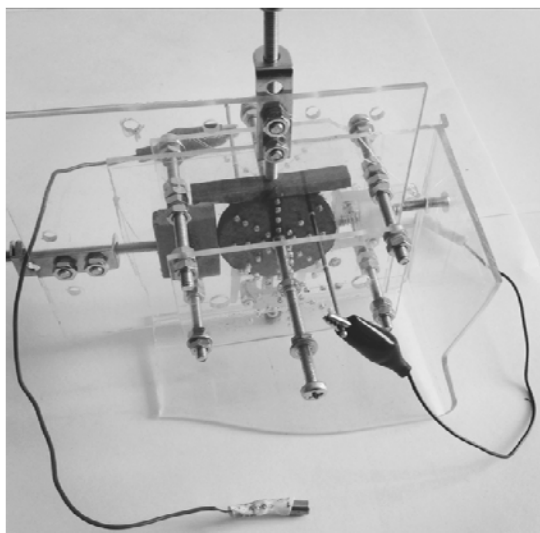


Рис. 4: а – образец, б – приспособление для измерений (1 – питающий электрод, 2 – панель с отверстиями для позиционирования приемных электродов)

Перед измерением образец центрировался между питающими электродами так, чтобы разность потенциалов в двух парах диаметрально противоположных точек лицевого основания не превышала 0,05 мВ. Далее на выбранных отрезках радиуса основания последовательно проводились измерения разности потенциалов между точками на разных основаниях, расположенных на одной нормали. Расстояния от прием-

ных электродов до оси определялись расположением отверстий в панели 2 (рис. 4) и контролировались с помощью штангенциркуля (погрешность измерения 0,1 мм). Суммарный зазор в отверстиях для питающего и приемных электродов не превышал 0,1 мм. С целью уменьшения влияния случайных погрешностей измерений каждое из них выполнялось по 5 раз с рандомизацией опытов. После включения тока образец

выдерживался в течение 5 минут для установления температуры.

Полученные результаты представлены на рис. 5. По оси абсцисс отложен полярный угол центра изме-

рительного отверстия, а по оси ординат – кажущееся сопротивление, т. е. разность потенциалов точек, в которых расположены приемные электроды (мВ), отнесенная к силе тока через питающие электроды (А).

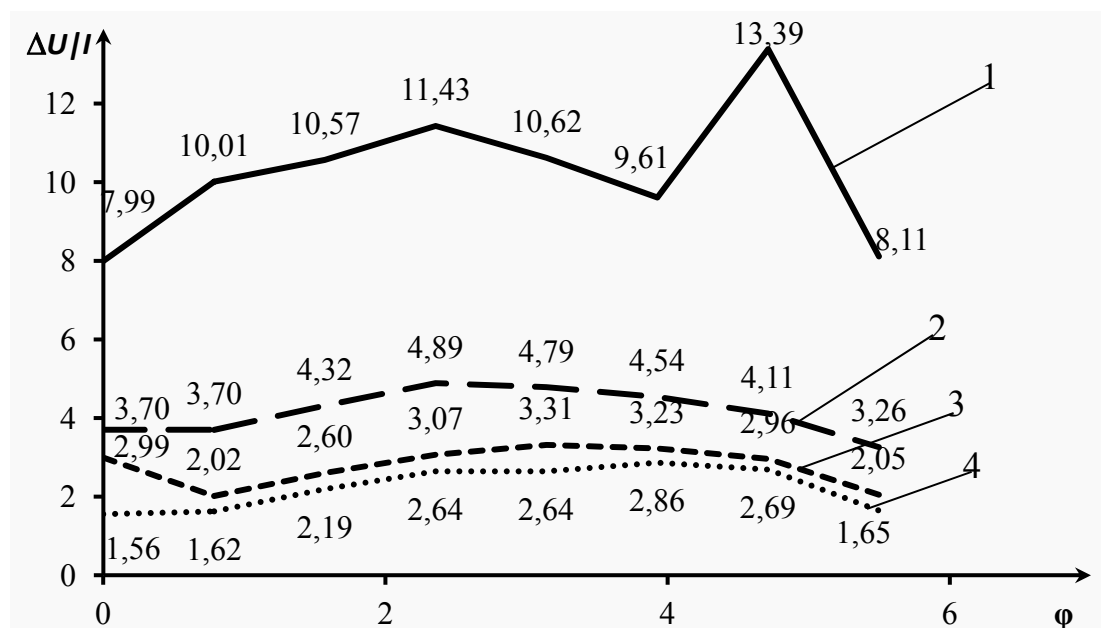


Рис. 5. Кажущееся сопротивление между точками оснований, расположенными на одной нормали: кривая 1 – при  $r = 18$  мм, кривая 2 – при  $r = 15$  мм, кривая 3 – при  $r = 10$  мм и кривая 4 – при  $r = 5$  мм

Идентификация расчетно-теоретической модели производилась по двум различным методикам.

По первой из них вначале из рисунка 3 определялся приведенный диаметр и из (14) – показатель анизотропии, исходя из двух разностей потенциалов:  $U_{CA}$  и  $U_{AB}$ . Затем по формуле (15) определялось удельное сопротивление в плоскости армирования и из равенства (14) – удельное сопротивление в направлении нормали. Окончательный результат получался как среднее арифметическое результатов, полученных на 8 радиальных лучах.

Был проведен анализ погрешности измерения, исходя из первой методики. Для этого примем во внимание, что приборная погрешность измерения разности потенциалов не превышает 0,2 мВ (т. е. при силе тока 5 А погрешность определения разности потенциалов, отнесенной к силе тока, не превышает 0,04 мВ), а погрешность позиционирования приемных электродов может достигать 0,2 мм. Тогда относительная погрешность определения параметра  $\mu$  равна сумме относительных погрешностей позиционирования, т. е. при указанных значениях  $\mu = 0,5 \pm 0,015$ . Погрешность определения (15) по измеренным разностям потенциалов при силе тока 5 А:  $U_{CA} = 4,4 \pm 0,2$  и  $U_{AB} = 9,4 \pm 0,2$  мВ составляет 6,7 %, т. е. 0,028. Тогда погрешность определения безразмерного диаметра из (15) достигает 0,044, т. е. 9,5 %. Соответственно, отношение удельных сопротивлений определяется с такой же погрешностью.

По второй методике оба параметра  $\rho$  и  $\rho_z$  находились путем минимизации суммы квадратов отклонений всех измеренных разностей потенциалов от рассчитанных [2]. В качестве критерия качества идентификации использовалась сумма квадратов отклонений

измеренных разностей потенциалов от вычисленных по математической модели:

$$K(\rho, \rho_z) = \sum_i [U(\rho, \rho_z, r_i, z_i) - U_i^*]^2. \quad (16)$$

Здесь  $U(\rho, \rho_z, r_i, z_i)$  – вычисленная разность потенциалов в  $i$ -й точке и в точке на противоположном основании,  $U_i^*$  – измеренная в тех же точках разность потенциалов.

Был проведен вычислительный эксперимент, в котором для потенциалов было определено пять уровней варьирования путем последовательного добавления к рассчитанным значениям -0,2; -0,1; 0; 0,1; 0,2, а для величины позиционирования потенциальных щупов – 4 уровня варьирования от 0,463 до 0,538. В результате была получена план-матрица на 100 вычислительных экспериментов, после проведения которых определялась разность между точными и рассчитанными в эксперименте значениями  $\rho$  и  $\rho_z$ . Анализ результатов показал, что полученное распределение близко к нормальному распределению, однако стандартные отклонения для обеих рассчитанных величин достаточно велики: 11,64629 и 130,6964 для  $\rho$  и  $\rho_z$  соответственно, что составляет 38 % и 13 %.

Далее была проведена серия вычислительных экспериментов, в которых уменьшались погрешность позиционирования потенциальных щупов до 0,1 мм и величина добавляемой погрешности измерения потенциалов до  $\pm 0,04$  мВ (погрешность прибора в расчете на ток в 1 А).

Наименьшую погрешность показал вычислительный эксперимент при пяти уровнях варьирования погрешности потенциалов (-0,04; -0,02; 0; 0,02; 0,04) и при уменьшении погрешности позиционирования потенциальных щупов до 0,1 мм. По полученным раз-

ностям построены гистограммы погрешностей расчета (рис. 6а, б).

Из рисунков видно, что гистограммы приближаются к нормальному распределению, а точность идентификации увеличивается до 7,2 % и 2,5 % для  $\rho$  и  $\rho_z$  соответственно. Это позволяет определить требования к точности измерений разности потенциалов и силы тока.

В результате проведенных расчетов получены следующие результаты: удельное сопротивление исследованного ортотропного материала в радиальном

направлении составило  $30 \pm 2,2$  мОм·м, а в осевом – порядка  $1000 \pm 25$  мОм·м.

Таким образом, можно сделать вывод, что методика, основанная на идентификации модели с одно-временным использованием результатов измерения потенциалов в достаточно большом числе точек на поверхности образца, позволяет достаточно точно оценивать параметры анизотропии при реальных погрешностях измерения. Следовательно, представляется возможным получение достаточно надежных результатов при измерении удельного сопротивления на образцах малой толщины.

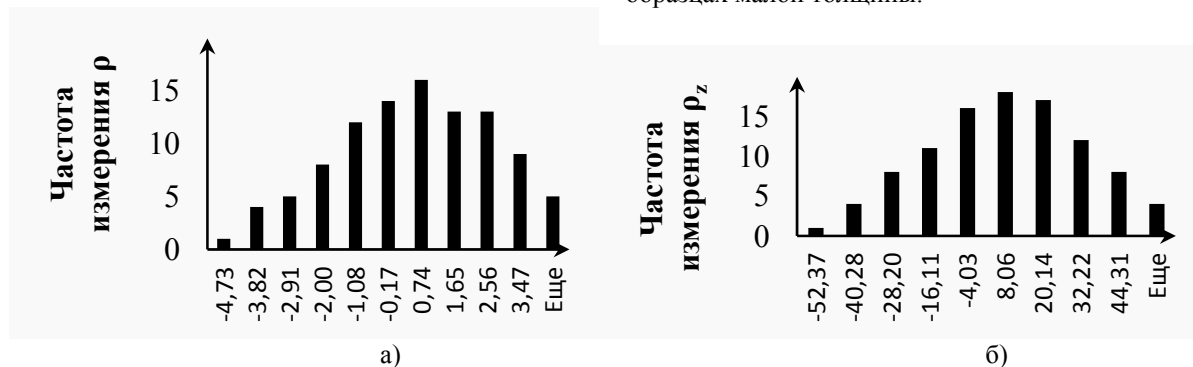


Рис. 6. Гистограммы рассчитанных удельных сопротивлений при погрешности позиционирования потенциальных щупов до 0,1 мм и измерения потенциалов до  $\pm 0,04$  мВ: а – в плоскости армирования, б – по нормали

#### Литература

1. Бурнышева Т. В., Каледин В. О., Крюкова Я. С. Эффективные коэффициенты электропроводности кусочно-однородной среды // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 2. С. 146 – 149.
2. Гартман Т. Н., Калинин В. Н., Шумакова О. П. Решение обратных задач при идентификации эмпирических моделей предсказания давления насыщенных паров индивидуальных веществ детерминированный подход: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. 43 с.
3. ГОСТ 23776-79. Изделия углеродные. Методы измерения удельного электрического сопротивления. М.: Издательство стандартов, 1982. 18 с.
4. Крюкова Я. С., Каледин В. О., Рудаков С. Г. Исследование влияния структурных параметров периодически неоднородной среды на эффективные коэффициенты электропроводности // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2014. № 1(54). С. 88 – 92.
5. Купалян С. Д. Теоретические основы электротехники: в 3-х ч. Ч. 3: Электромагнитное поле: учебник. 3-е изд., испр. и доп.. М.: Энергия, 1970. 248 с.

#### Информация об авторах:

**Каледин Валерий Олегович** – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных технологий Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [vkaled@nkfi.ru](mailto:vkaled@nkfi.ru).

**Valeriy O. Kaledin** – Doctor of Technical Science, Professor, Dean of the Faculty of Information Technology, Novokuznetsk institute (branch) of Kemerovo State University.

**Крюкова Яна Сергеевна** – аспирант, инженер научно-исследовательской лаборатории математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [krjanik@rambler.ru](mailto:krjanik@rambler.ru).

**Yana S. Kryukova** – post-graduate student, engineer at the Laboratory for Mathematical Modeling, Novokuznetsk institute (branch) of Kemerovo State University.

**Вячкина Елена Александровна** – кандидат физико-математических наук, доцент Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [sedovaea@ya.ru](mailto:sedovaea@ya.ru).

**Elena A. Vyachkina** – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Assistant Professor at Novokuznetsk institute (branch) of Kemerovo State University.

**Сидоренко Наталья Юрьевна** – аспирант, инженер научно-исследовательской лаборатории математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [potseluenko\\_nata@mail.ru](mailto:potseluenko_nata@mail.ru).

**Natalia Yu. Sidorenko** – post-graduate student, engineer at the Laboratory for Mathematical Modeling, Novokuznetsk institute (branch) of Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 911.52

### СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА КАК ОСНОВА ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ СРЕДЫ ТРАДИЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ *А. Г. Егоров, О. М. Зуева*

### CONDITION OF FOREST COMPLEX RESOURCES AS THE BASIS FOR ASSESSING VULNERABILITY OF TRADITIONAL WILDLIFE USE ENVIRONMENT *A. G. Egorov, O. M. Zueva*

*Исследование выполнено по проекту № 13-06-98081 Российского фонда фундаментальных исследований.*

Проведен анализ современного состояния лесных ресурсов Кемеровской области. Определено значение лесов для поддержания и развития сфер традиционного природопользования в местах компактного проживания коренных малочисленных народов.

The analysis of the current state of forest resources of Kemerovo region is carried out. The value of the forests is certain for maintenance and development of the spheres of traditional wildlife use in the places of compact residence of small indigeneous peoples.

**Ключевые слова:** лесные ресурсы, запас древесины, охрана леса, лимитирующие факторы.

**Keywords:** forest resources, stocked woods, forests guard, limiting factors.

В ряду факторов определяющих качественные и количественные условия сохранения и развития среды традиционного природопользования и жизнеобеспечения коренных малочисленных этносов ведущую роль продолжают выполнять лесные ресурсы регионов. Эколого-биологическое состояние и функциональный статус лесов рассматриваются в качестве основного лимитирующего агента развития культур природопользования в старопромышленных регионах, к которым относится и Кемеровская область.

Пространственное размещение объектов промышленного производства в Кузбассе сложилось в период стихийного развития (30-е – 40-е годы прошлого столетия) и отличается крайней неравномерностью. Преобладающее число предприятий расположено в южной и западной части области, образуя крупные промышленно-городские агломерации.

Численность населения Кемеровской области по состоянию на 01.01.2008 составляет 2823,5 тыс. чел. Кемеровская область имеет самую высокую плотность населения в Сибирском регионе (29,5 чел./кв. км), а если исключить территорию слабозаселенного горно-таежного окаймления, то плотность населения достигает 120 чел./кв. км [6].

Вследствие такого распределения антропогенных нагрузок на природные ландшафты Кузбасса произошла коренная трансформация почвенно-растительного покрова и исторических структурных связей в биогеоценотических системах [3].

В этих условиях возрастает роль лесных ресурсов области не только как источника древесины, но и усиливается значение средообразующих, защитных и регуляторных функций лесов. Определяющая роль

лесных насаждений в формировании факторов жизнеобеспечения остается в местах локального проживания коренных малочисленных народов Кемеровской области, где сохраняются и поддерживаются элементы традиционного природопользования.

Несмотря на интенсивное развитие отраслей промышленности и высокую степень урбанизации, основным типом растительного покрова Кемеровской области по-прежнему являются леса, которые занимают 66,4 % территории (6308,03 тыс. га), в том числе лесной фонд – 5423,6 тыс. га. Леса Кемеровской области располагаются на землях лесного фонда, особо охраняемых природных территорий (ООПТ), населенных пунктов (городские леса), обороны и безопасности (таблица 1).

Лесистость территории Кемеровской области составляет 60,4 % [5]. Она сильно варьируется в пределах административных районов и зависит от климато-географических и антропогенных факторов. Наибольшие показатели лесистости (более 80 %) отмечены в Междуреченском (97,5 %) и Таштагольском (94,8 %) районах. Самый малолесной район (лесистость менее 10 %) – Ленинск-Кузнецкий (8,8 %).

По целевому назначению леса подразделяются на защитные, эксплуатационные и резервные (рис. 1).

Состав земель лесного фонда

| Земли, на которых<br>расположены леса              | Площадь земель, на которых расположены леса, тыс. га |                          |                  |           |                 |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|-----------|-----------------|
|                                                    | всего                                                | целевое назначение лесов |                  |           | лесные<br>земли |
|                                                    |                                                      | защитные                 | эксплуатационные | резервные |                 |
| Лесного фонда                                      | 5421,8                                               | 944,9                    | 4399,5           | 77,4      | 5250,4          |
| Земли, не входящие в лесной фонд,<br>в том числе:  | 889,9                                                | 889,9                    | 0                | 0         | 684,8           |
| обороны и безопасности                             | 29,1                                                 | 29,1                     | 0,0              | 0,0       | 9,5             |
| населенных пунктов, на которых<br>расположены леса | 38,4                                                 | 38,4                     | 0,0              | 0,0       | 36,6            |
| особо охраняемых природных тер-<br>риторий (ООПТ)  | 822,4                                                | 822,4                    | 0,0              | 0,0       | 638,7           |
| Итого (по всем фондам)                             | 6311,7                                               | 1834,8                   | 4399,5           | 77,4      | 5935,2          |

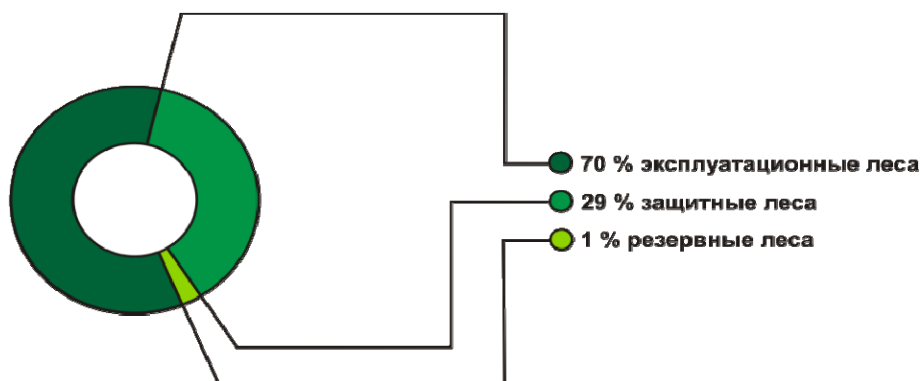


Рис. 1. Распределение лесов Кемеровской области по целевому назначению

По функциональному назначению и наличию древостоев земли лесного фонда делятся на лесные и нелесные. Лесные земли составляют 97 % от общей площади земель лесного фонда. Нелесные земли (171,4 тыс. га) включают луга – 26,9 %, водные угодья – 12,3 %, болота – 11,6 % и прочие безлесные пространства (дороги, просеки, усадьбы и места для проживания) [4].

Согласно данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 31.12.2013 г. в целом по Кемеровской области хвойные насаждения занимают 43,6 % площади земель, покрытых лесной растительностью, мягколиственные – 56,2 %, кустарники – 0,2 %. Основу древостоев формируют пихта, береза и осина (рис. 2).

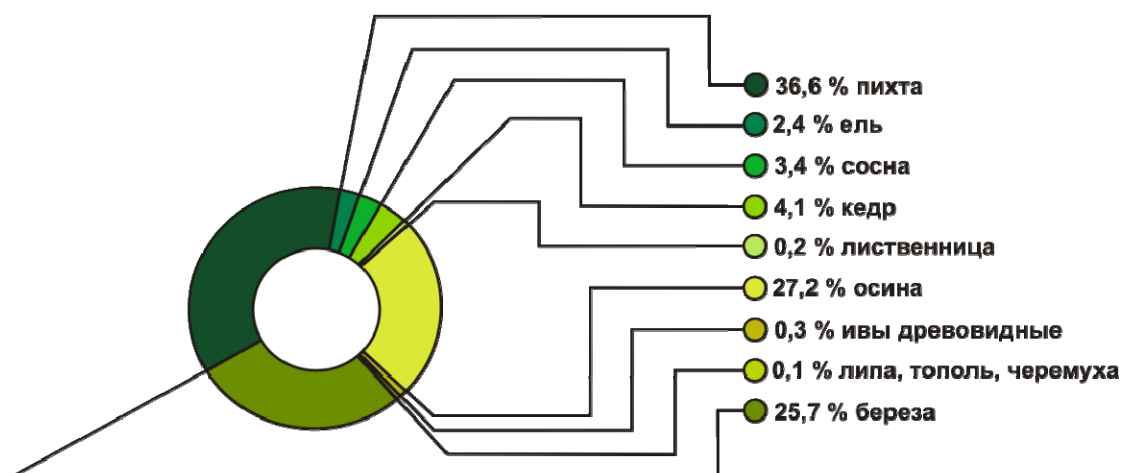


Рис. 2. Распределение древесных пород в лесах Кемеровской области

В возрастной структуре лесов преобладают спелые (34 % от площади земель, покрытых лесной растительностью) и средневозрастные (30 %) насаждения (рис. 3).

Общие запасы древесины составляют 663,43 млн м<sup>3</sup>, в том числе запас спелых и перестойных древостоев – 321,56 млн м<sup>3</sup> или 49 %. В целом по Кемеровской области в спелых и перестойных насаж-

дениях (без кустарников) средний запас древесины на 1 га равен  $160,3 \text{ м}^3$ , из них в лесах, в эксплуатационных, –  $160,0 \text{ м}^3$ . Ежегодный средний прирост запаса древесины на 1 га земель, покрытых лесной растительностью, составил  $2,24 \text{ м}^3$ ; общий средний прирост –  $11,46 \text{ млн м}^3$ .

Запас древостоев в эксплуатационных лесах составляет  $534,29 \text{ млн м}^3$  (80,5 % общего запаса), в том числе в спелых и перестойных насаждениях –

$279,45 \text{ млн м}^3$  (52,3 % общего запаса в лесах, возможных для эксплуатации). Средний возраст эксплуатационных лесов Кемеровской области – 64 года.

На основе анализа пространственного размещения лесных насаждений, экономических показателей и эколого-функционального статуса лесов [5] на территории Кемеровской области выделено 6 лесопромышленных районов (таблица 2).

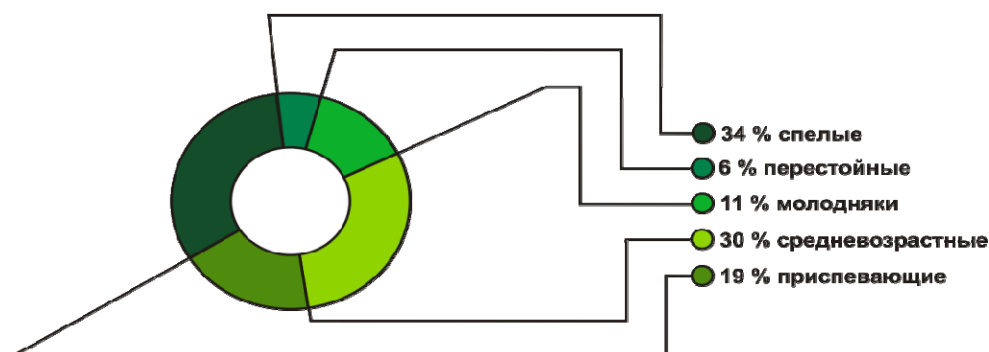


Рис. 3. Распределение лесов Кемеровской области по группам возраста

Таблица 2

**Распределение территории лесничеств и эксплуатационного запаса по лесоэкономическим и лесопромышленным районам**

| Наименование лесничеств                        | Эксплуатационный запас, тыс. куб. м |            |          | В процентах от общего эксплуатационного запаса |            |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|------------|----------|------------------------------------------------|------------|-------|
|                                                | хвойные                             | лиственные | итого    | хвойные                                        | лиственные | итого |
| <i>Северо-Западный лесопромышленный район</i>  |                                     |            |          |                                                |            |       |
| Яйское                                         | 394,0                               | 2670,8     | 3064,8   | 0,2                                            | 1,2        | 1,4   |
| Ижморское                                      | 3613,8                              | 6022,4     | 9636,2   | 1,7                                            | 2,8        | 4,5   |
| Яшкинское                                      | 1369,5                              | 2555,1     | 3924,6   | 0,6                                            | 1,2        | 1,8   |
| Юргинское                                      | 67,3                                | 2541,6     | 2608,9   | -                                              | 1,2        | 1,2   |
| Кемеровское                                    | 1919,0                              | 3618,8     | 5537,8   | 0,9                                            | 1,7        | 2,6   |
| <i>Западный лесопромышленный район</i>         |                                     |            |          |                                                |            |       |
| Промышленновское                               | 192,5                               | 623,5      | 816,0    | 0,1                                            | 0,3        | 0,4   |
| Гурьевское                                     | 210,3                               | 3158,7     | 3369,0   | 0,1                                            | 1,5        | 1,6   |
| Беловское                                      | 533,9                               | 3835,6     | 4369,5   | 0,2                                            | 1,8        | 2,0   |
| Прокопьевское                                  | 3560,9                              | 4487,8     | 8048,7   | 1,7                                            | 2,1        | 3,8   |
| <i>Северо-Восточный лесопромышленный район</i> |                                     |            |          |                                                |            |       |
| Мариинское                                     | 4374,2                              | 22681,0    | 27055,2  | 2,0                                            | 10,7       | 12,7  |
| Тяжинское                                      | 1275,7                              | 2968,7     | 4244,4   | 0,6                                            | 1,4        | 2,0   |
| Чебулинское                                    | 3176,6                              | 7617,2     | 10793,8  | 1,5                                            | 3,5        | 5,0   |
| <i>Восточный лесопромышленный район</i>        |                                     |            |          |                                                |            |       |
| Тисульское                                     | 15868,7                             | 7965,6     | 23834,3  | 7,4                                            | 3,8        | 11,2  |
| Крапивинское                                   | 13200,0                             | 9313,4     | 22513,4  | 6,2                                            | 4,4        | 10,6  |
| <i>Юго-Восточный лесопромышленный район</i>    |                                     |            |          |                                                |            |       |
| Новокузнецкое                                  | 7650,3                              | 5040,6     | 12690,9  | 3,6                                            | 2,3        | 5,9   |
| Мысковское                                     | 2738,2                              | 1407,1     | 4145,3   | 1,3                                            | 0,6        | 1,9   |
| Междуреченское                                 | 21595,3                             | 2230,9     | 23826,2  | 10,1                                           | 1,1        | 11,2  |
| <i>Южный лесопромышленный район</i>            |                                     |            |          |                                                |            |       |
| Кузнецкое                                      | 1453,9                              | 9647,3     | 11101,2  | 0,7                                            | 4,5        | 5,2   |
| Таштагольское                                  | 18341,4                             | 13626,3    | 31967,7  | 8,6                                            | 6,4        | 15,0  |
| Всего по области                               | 101535,5                            | 112012,4   | 213547,9 | 47,5                                           | 52,5       | 100   |

Наряду с воздействием комплекса элиминирующих техногенных факторов в лесных насаждениях происходит возрастное ослабление деревьев и патологический отпад. Ослабление и гибель лесов неравномерны по годам. Они определяются, в первую очередь, периодическими изменениями климатических условий и связанными с ними горимостью лесов и колебаниями численности популяций насекомых-вредителей [2].

За 2013 год удельная площадь насаждений, погибших от негативного воздействия всех учитываемых факторов, составляет 3277,6 га. Они представлены расстроеными и погибшими древостоями в ре-

зультате вредоносной деятельности стволовых насекомых – 1881 га, поврежденными гниевыми болезнями – 543,10 га, пожарами – 372,50 га и ураганым ветром – 481 га (таблица 3). К расстроеным насаждениям отнесены древостои, утратившие устойчивость, в которых оставшаяся жизнеспособная часть не может обеспечить выполнение насаждением целевых функций.

За 2013 год было зарегистрировано 6 случаев возникновения лесных пожаров на общей площади 14 га, средняя площадь одного пожара составила 2,3 гектара. Коэффициент гибели лесов от пожаров, вредителей и болезней составил 0,80 (таблица 4).

Таблица 3

**Сведения о повреждении и гибели лесов**

| <i>Наименование причин повреждения и гибели лесов</i> | <i>Всего повреждено лесов, га</i> | <i>В том числе по степени усыхания лесных насаждений, га</i> |                  |                   | <i>Всего погибло лесов, га</i> |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|
|                                                       |                                   | <i>до 10 %</i>                                               | <i>11 – 40 %</i> | <i>более 40 %</i> |                                |
| Повреждение вредными организмами                      | 27827,40                          | 12830,40                                                     | 12020,90         | 2976,10           | 1881,00                        |
| Повреждение дикими и домашними животными              | 0,00                              | 0,00                                                         | 0,00             | 0,00              | 0,00                           |
| Болезни леса                                          | 50003,20                          | 47378,60                                                     | 1989,40          | 635,20            | 543,10                         |
| Неблагоприятные почвенно-климатические воздействия    | 1833,80                           | 643,90                                                       | 699,30           | 490,60            | 481,00                         |
| Лесные пожары                                         | 829,88                            | 123,20                                                       | 308,00           | 398,68            | 372,50                         |

Таблица 4

**Коэффициент гибели лесов от пожаров, вредителей и болезней**

| <i>Годы</i> | <i>Площадь погибших насаждений, га</i> | <i>Средняя площадь погибших насаждений за три года максимальной гибели лесов, га</i> | <i>Коэффициент гибели лесов от пожаров, вредителей и болезней*</i> |
|-------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 2004        | 21,00                                  | $(2439+2102,9+3277,6)/3 = 2606,5$                                                    | $2606,5/3277,6 = 0,80$                                             |
| 2005        | 362,00                                 |                                                                                      |                                                                    |
| 2006        | 646,70                                 |                                                                                      |                                                                    |
| 2007        | 210,50                                 |                                                                                      |                                                                    |
| 2008        | <b>2439,00</b>                         |                                                                                      |                                                                    |
| 2009        | 789,00                                 |                                                                                      |                                                                    |
| 2010        | 772,20                                 |                                                                                      |                                                                    |
| 2011        | <b>2102,90</b>                         |                                                                                      |                                                                    |
| 2012        | 1386,20                                |                                                                                      |                                                                    |
| 2013        | <b>3277,6</b>                          |                                                                                      |                                                                    |

*Примечание:* \* – определяется отношением средней площади погибших насаждений за 3 года максимальной гибели лесов в течение последних 10 лет к площади погибших насаждений в предшествующем году (приказ МПР РФ от 29.12.2007 № 351).

Отрицательное воздействие на леса неблагоприятных погодных условий, высокий возраст древостоев, незатронутых хозяйственной деятельностью, и связанное с ним широкое распространение патогенных грибов, вызывающих гнили стволов и корней, усугубляют вредоносную деятельность стволовых насекомых [1].

Общая площадь очагов вредных организмов в лесном фонде на территории Кемеровской области в 2011 году составила 87,097 тыс. га, из них площадь очагов вредителей леса – 30,354 тыс. га, болезней леса

– 56,744 тыс.га. Доминирующими видами вредных организмов по-прежнему являются пальцеходный лубоед и дереворазрушающие грибы.

Общая площадь очагов вредных организмов в лесном фонде на территории Кемеровской области в 2013 г. составила 78782 га. Доминирующими видами вредных организмов по-прежнему являются пальцеходный лубоед и дереворазрушающие грибы, а из хвоегрызущих вредителей преобладает рыжий сосновый пилильщик. В лесах, расположенных на землях лесного фонда Кемеровской области, встречаются

следующие виды насекомых, включенных в Перечень карантинных объектов, ограниченно распространенных на территории Российской Федерации: большой еловый лубоед, большой черный еловый усач, малый черный еловый усач, черный сосновый усач, сибирский шелкопряд.

Таким образом, современное состояние лесного фонда Кемеровской области, структурно-функциональный статус лесных насаждений не могут рассматриваться как основной лимитирующий фактор развития традиционных культур природопользования коренных народов Кузбасса.

#### Литература

1. Валендик Э. Н. Экологические аспекты лесных пожаров в Сибири // Сибирский экол. журн. 1996. № 1 (Т. 3). С. 64 – 69.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в 2011 году». Ч. I: Качество природной среды и состояние природных ресурсов. Раздел 6: Состояние и охрана растительного мира. М., 2011. 478 с.
3. Гуляева А. Ф., Эбель А. Л., Ревушкин А. С. Мелколиственные леса Кузнецкой котловины как градиенты экосистемы // Turczaninowia. 2012. № 15(4). С. 90 – 94.
4. Зуева О. М. Современное состояние и перспективы развития лесного комплекса Кемеровской области: дис. ... магистра биологии. Кемерово, 2014. 63 с.
5. Леса, лесные ресурсы и лесопользование в Российской Федерации: Справочный документ. М., 2012. 512 с.
6. Лесной план Кемеровской области / Приложение к Постановлению Губернатора Кемеровской области от 26 сентября 2012 г. № 54-п.

#### Информация об авторах:

**Егоров Андрей Геннадьевич** – кандидат биологических наук, заместитель директора МИП КемГУ «Центр экологического анализа и экспертиз», [rekreo@kemsu.ru](mailto:rekreo@kemsu.ru).

**Andrey G. Egorov** – Candidate of Biology, Deputy Director of the Center for Ecological Analysis and Expertise, Kemerovo State University.

**Зуева Ольга Михайловна** – магистр биологии, инженер МИП КемГУ «Центр экологического анализа и экспертиз».

**Olga M. Zueva** – Master of Biology, engineer at the Center for Ecological Analysis and Expertise, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ПЕДАГОГИКА

УДК 377.4

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СОВРЕМЕННЫХ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС**

*О. М. Осокина, А. Н. Ростовцев, А. М. Лейбов*

**SOME ASPECTS OF THE FORMATION OF READINESS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS  
TEACHING STAFF TO THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES  
IN THE FRAMEWORK OF THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARD**

*O. M. Osokina, A. N. Rostovtcev, A. M. Leybov*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Губернатора Кемеровской области для поддержки молодых ученых – кандидатов наук по научному исследованию «Формирование готовности педагогических кадров образовательных учреждений области к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС».*

В статье рассматриваются некоторые аспекты формирования готовности педагогов к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС. Целью исследования являлась разработка и апробация структурно-функциональной модели формирования готовности к использованию современных информационных технологий. Результаты, представленные в статье, подтверждают эффективность разработанной модели и необходимость формирования готовности к использованию современных информационных технологий у педагогов образовательных организаций.

The paper discusses some aspects of the formation of teachers' readiness to use modern information technologies in the framework of the Federal State Educational Standard. The aim of this study was to develop and test a structural-functional model of the formation of readiness for the use of modern information technologies. The results presented in this paper confirm the effectiveness of the developed model and the need to create readiness to use modern information technologies in teachers at educational institutions.

**Ключевые слова:** формирование готовности, модель формирования готовности, переход на ФГОС, современные информационные технологии, эффективность модели.

**Keywords:** formation of readiness, model of readiness, transition to the Federal State Educational Standard, modern information technologies, efficiency of the model.

В последние годы социальная значимость формирования готовности педагогических кадров к использованию современных информационных технологий и повышения уровня владения ими постоянно возрастает. Это связано с тем, что современное общество характеризуется стремительным развитием науки и техники, появлением новых информационных технологий, коренным образом преобразующих жизнь людей. Также это обусловлено и переходом на Федеральные государственные образовательные стандарты как в учреждениях профессионального образования, так и в общеобразовательных организациях. С 1 сентября 2011 года все российские первоклассники начали учиться по новому Федеральному государственному образовательному стандарту для начальной школы, который предусматривает использование информационных технологий в образовательном процессе уже с первого класса. С 2015 года в силу вступят ФГОС для основной школы, а затем в 2020 году и для старшей школы, которые также ориентированы на использование информационных технологий в образовательном процессе.

С переходом на стандарты нового поколения в образовательных организациях Российской Федерации возросла необходимость моделирования системы повышения квалификации и профессиональной переподготовки педагогов; формирования готовности применять всевозможные ресурсы в своей профессиональной деятельности; эффективного осуществления модернизации образования в образовательных организациях на основе новых ФГОС; организации массового обучения работников образования по всему комплексу вопросов, связанных с введением стандартов нового поколения.

Несмотря на значительную методическую поддержку введения стандартов нового поколения со стороны разработчиков существует ряд проблем. Е. В. Губанова [2] выделяет общие, личностные и системные проблемы. Общие проблемы заключаются в неготовности педагогов к планированию и организации образовательного процесса в соответствии с требованиями ФГОС; синхронизации действий со всеми участниками образовательного процесса; изменениям в профессиональной деятельности в соответствии с требованиями ФГОС; в выявлении социального заказа

с целью формирования комфортной развивающей образовательной среды. Личностные проблемы (связанные с особенностями личности педагога): психологическое напряжение, связанное с традиционным подходом к профессии, а не осознанием себя как учителя «нового типа»; с неприятием идеологии ФГОС, консервативным мышлением в силу возраста или профессиональной усталости, отсутствием мотивации, давлением стереотипов и др.; с недостаточностью дидактического обеспечения, обусловленной пониженным уровнем теоретико-методологической подготовки в части изменений в технологии организации образовательного процесса, типологии уроков, организации проектной и исследовательской деятельности в рамках аудиторной и внеаудиторной деятельности; с неготовностью учителя к реализации в деятельности экспертно-аналитических, прогностических и организационных функций.

Системные проблемы, вытекающие из неготовности руководителей ОУ и педагогов к реализации ФГОС с позиции выполнения его требований:

- недостаточность опыта проектной и исследовательской деятельности;
- слабое развитие индивидуального подхода в образовательной деятельности;
- неготовность к переходу на обновленную систему оценивания результатов образовательных достижений обучающихся;
- недостаточность опыта организации совместной деятельности с институтами социума;
- неумение формировать и реализовывать программу духовно-нравственного развития и воспитания школьников;
- сложности в организации внеурочной деятельности обучающихся в соответствии с требованиями к результатам освоения обучающимися ООП;
- неумение разрабатывать программы внеурочной деятельности школьников;
- недостаточное обеспечение материально-технической базы в соответствии с требованиями ФГОС;
- малоэффективное (неэффективное) использование средств, ресурсов вследствие недостаточной грамотности.

Для успешного внедрения новых образовательных стандартов нужны высококвалифицированные кадры, прошедшие специальную подготовку. В связи с этим возникла необходимость подготовки студентов педвузов к внедрению и эффективному использованию современных информационных технологий в дальнейшей трудовой деятельности [3], повышения квалификации и профессиональной подготовки педагогических кадров в образовательных организациях.

В данной статье мы рассмотрим проблемы неготовности использования современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС.

Для выявления уровня готовности педагогических кадров к использованию современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности в рамках реализации ФГОС нами было проведено диагностическое анкетирование педагогических кадров 97 образовательных организаций городов Кемеровской области. В результате анкетирования были получены результаты, представленные на рис. 1.

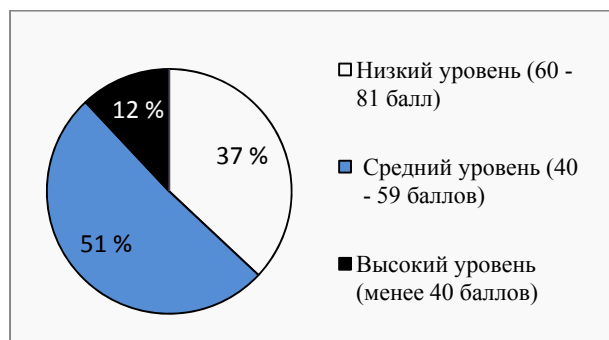


*Рис. 1. Уровень готовности педагогов к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС*

Из рисунка 1 видно, что, несмотря на значительную методическую поддержку введения ФГОС со стороны разработчиков, наблюдается достаточно низкий процент (12 %) педагогов, готовность которых находится на высоком уровне, а 37 % опрошенных педагогов имеют низкий уровень готовности.

Все педагоги, участники мониторинга, высказали положительное отношение к внедрению современных информационных технологий и привели весомые аргументы, но отметили ряд проблем: оснащение материальной базы значительной части образовательных организаций отстает от имеющихся требований; отмечается недостаточная проработанность методического обеспечения образовательного процесса; низкий уровень владения техническими средствами и необходимым программным обеспечением и неготовность использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности из-за низкого уровня владения современными средствами обучения и программным обеспечением.

Для формирования готовности к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС нами была разработана структурно-функциональная модель (рис. 2).

Структурно-функциональная модель формирования готовности педагогических кадров образовательных организаций к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС рассматривается нами как целостная система, структура которой состоит из взаимосвязанных компонентов (целевой, содержательный, деятельностный, оценочный), а характер их взаимодействия между собой и с образовательной средой обеспечивает ее функционирование.

В целевом компоненте модели осуществляется постановка целей и определение задач формирования готовности педагогических кадров образовательных организаций к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС.

Содержательный компонент модели предусматривает определение содержания внедряемых образовательных программ курсов повышения квалификации, образовательных семинаров и мастер-классов, определение принципов, форм и методов обучения, выбор оптимальных средств обучения.

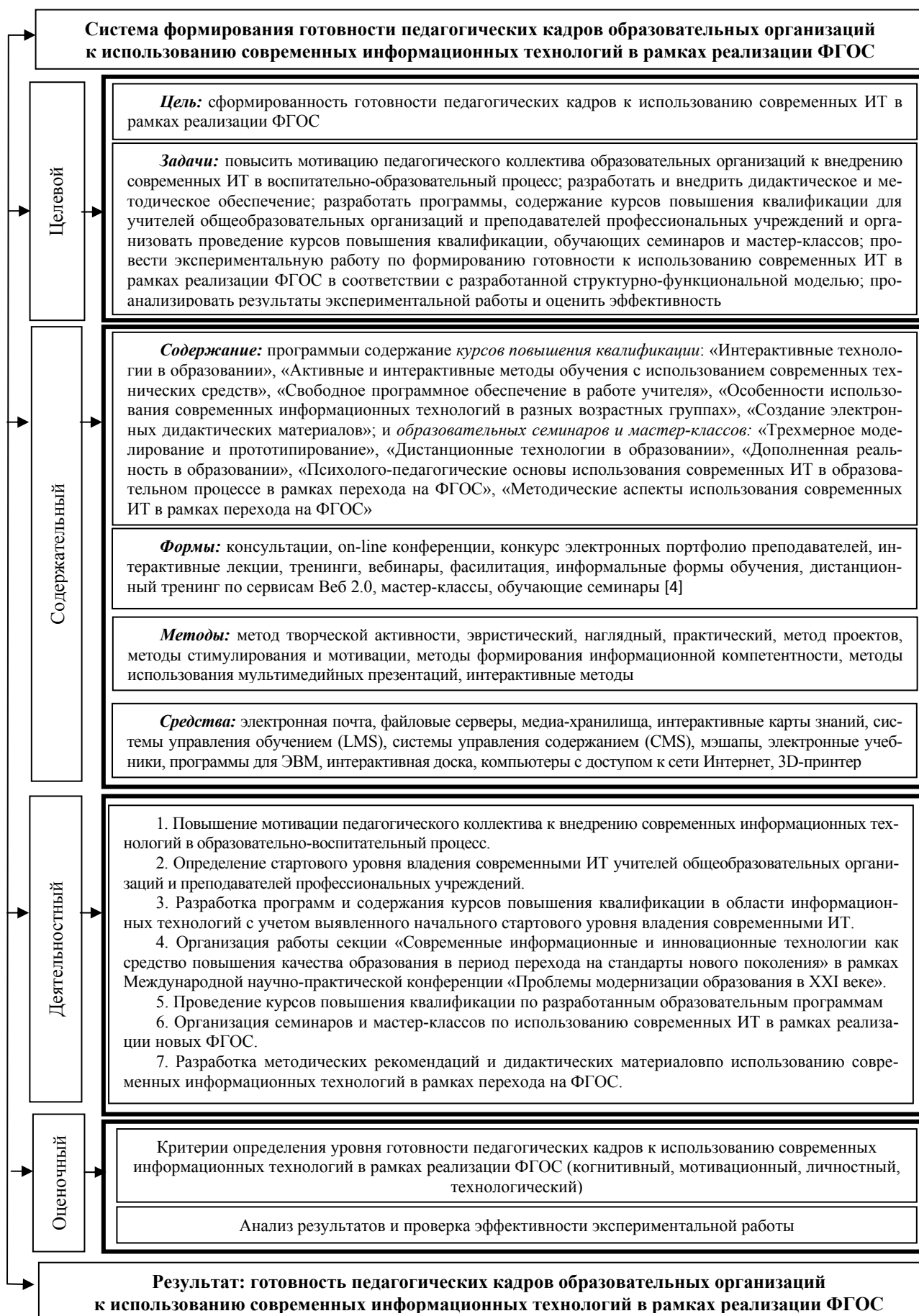


Рис. 2. Структурно-функциональная модель готовности педагогических кадров образовательных организаций к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС

Деятельностный компонент модели отражает основные мероприятия, реализуемые в рамках проводимого исследования.

Контрольно-оценочный компонент предусматривает выявление:

- критериев (когнитивный, мотивационный, личностный, технологический);
- анализ результатов и проверку эффективности экспериментальной работы.

Результатом реализации модели является готовность педагогических кадров образовательных организаций к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС.

Готовность, соглашаясь с А. Б. Боровковым [1], мы рассматриваем как способность личности, пред-

ставляющую собой определенную целостность, являющуюся признаком профессиональной квалификации, а также результатом целенаправленной подготовки.

Предложенная нами система формирования готовности педагогических кадров образовательных организаций к использованию современных информационных технологий в рамках реализации ФГОС позволит улучшить качество подготовки будущих педагогов, учителей и преподавателей в области информационно-коммуникативных технологий и обеспечит образовательные организации высококвалифицированными педагогическими кадрами, готовыми к реализации новых ФГОС.

### Литература

1. Боровков А. Б. Готовность учителя к использованию информационных технологий в педагогической деятельности как основа ИКТ-компетентности. URL: <http://ito.edu.ru/2003/1/3/I-3-2951.html>
2. Губанова Е. В. Обеспечение готовности педагогов к реализации ФГОС // Управление начальной школой. 2012. № 6. С. 6 – 11.
3. Лейбов А. М., Осокина, О. М. Критерии и показатели уровня сформированности ИТ-компетенций студентов ФТП и ТЭФ // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых; под общей редакцией Л. П. Мышляева. Новокузнецк, 2012. С. 171 – 175.
4. Осокина О. М. Повышение уровня сформированности ИТ-компетенций учителей-предметников общеобразовательных учреждений через неформальное и информальное обучение // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2013. № 4 (14). С. 105 – 108.

### Информация об авторах:

**Осокина Олеся Михайловна** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры профессионального обучения, экономики и общетехнических дисциплин Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, руководитель НОЦ «Интеграция» ФГБОУ ВПО «НГПУ», [lesiaoso@mail.ru](mailto:lesiaoso@mail.ru).

**Olesia M. Osokina** – Candidate of Pedagogics, Assistant Professor at the Department of Professional Education, Economics and General Technical Disciplines, Novokuznetsk institute (branch) of Kemerovo State University, Head of Integration Research and Educational Centre, Novosibirsk State Pedagogical University.

**Ростовцев Альберт Николаевич** – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой профессионального обучения, экономики и общетехнических дисциплин Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, 8(3843)74-03-75, [rostovcevan@yandex.ru](mailto:rostovcevan@yandex.ru).

**Albert N. Rostovtsev** – Candidate in Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Professional Education, Economics and General Technical Disciplines, Novokuznetsk institute (branch) of Kemerovo State University.

**Лейбов Алексей Михайлович** – кандидат педагогических наук, и. о. декана ФТП, доцент кафедры информационных систем и технологий ФГБОУ ВПО «НГПУ», [zavuch77@gmail.com](mailto:zavuch77@gmail.com).

**Aleksey M. Leybov** – Candidate of Pedagogics, Acting Dean of the Faculty of Technology and Entrepreneurship, Novosibirsk State Pedagogical University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

## ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ И СОЦИОЛОГИЯ

УДК 323.11+316.323

**ПОЗЕМЕЛЬНЫЕ КОНФЛИКТЫ В МЕСТАХ ТРАДИЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ ШОРЦЕВ: ТИПОЛОГИЯ, ФАКТОРЫ, МОДЕЛИ КОНФЛИКТОГЕНЕЗА*****В. В. Поддубиков, К. И. Осипов*****LAND-USE CONFLICTS IN THE AREAS OF THE SHOR PEOPLE'S TRADITIONAL ECONOMIC ACTIVITIES: TYPES, FACTORS AND ORIGIN PATTERNS*****V. V. Poddubikov, K. I. Osipov****Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ (проект № 13-01-00170).*

В статье обобщаются результаты исследования, направленного на выявление факторов риска поземельных конфликтов в местах традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренной малочисленной народности – шорцев. Исследование осуществлено в 2011 – 2013 гг. на территории Кемеровской области и республики Хакасия с охватом более 40 населенных пунктов с суммарной численностью шорского населения свыше 12000 чел. Выявлены и проанализированы имеющиеся или возможные в будущем поземельные конфликты в отношениях местных сообществ коренного малочисленного этноса, сохраняющих традиционные формы хозяйственной специализации (практика промыслового природопользования), с другими категориями землепользователей. Выявлено четыре модели конфликтогенеза, различающиеся по составу участников конфликтных ситуаций. Определен круг основных противоречий, формирующих основу для развития поземельных конфликтов, проанализирована мотивация конфликтующих сторон, определены основные факторы риска и угрозы развития конфликтов.

This paper extends the results of a study designed to identify risk factors for land-use conflicts in the areas of the Shor people's traditional residence and economic activities. The study was conducted in 2011 – 2013 in Kemerovo Region and the Republic of Khakassia, covering 40 settlements with the total Shor population numbering more than 12,000. The existing and forthcoming land-use conflicts between local indigenous communities with high level of traditional economic specialization and other categories of land users were identified and analyzed. The authors detected four patterns of land-use conflicts genesis differing in the composition of conflict participants. The paper also estimates the main contradictions that can serve as the basis for land-use conflicts arising, analyzes the motivation of conflicting parties, identifies the main risk factors and threats of land-use conflicts.

**Ключевые слова:** поземельные конфликты, традиционное природопользование, коренные малочисленные народы, прикладная этнология, шорцы.

**Keywords:** land-use conflicts, traditional wild-life use, indigenous peoples, applied ethnology, Shor people.

Проблематика этнических конфликтов в настоящее время является высоко актуальной областью исследований как в мировой традиции этнологических (социально- и культурно-антропологических) исследований, так и в рамках современной российской практики прикладной этнологии. В таком многонациональном государстве, каковым является Российская Федерация, перманентно присутствует определённый конфликтогенный фон и нередко возникают угрозы обострения межэтнических отношений, что в целом хорошо осознаётся сегодня на уровне государственной власти, стремящейся к разработке эффективных инструментов предотвращения различного рода проявлений межэтнической конфликтности, включая запуск некоторых федеральных и региональных программ этнологического мониторинга [1]. В этой связи большой интерес представляет накопленный в регионах страны опыт в проведении прикладных этнологических исследований, сориентированных на решение актуальных проблем в области регуляции межэтнических отношений и формирования

эффективного курса государственной этнонациональной политики.

Известно, что межэтнический конфликт – исключительно сложный, многогранный феномен, диапазон возможных форм практической реализации которого простирается от небольших по масштабу столкновений на почве т. н. бытового национализма – до крупных этнополитических манифестаций с применением насилия. Широкий перечень общественных практик, способных сформировать опасную конфликтогенную среду. В этом качестве, к примеру, иногда выступают этномиграционный экспансионизм, формирование этнически гомогенных секторов экономики и конкуренция в отдельных сегментах рынка труда, лингвонационализм, этнотерриториальные, кросс-культурные и прочие взаимодействия на межэтническом уровне.

Не является здесь исключением и практика традиционного природопользования в пределах этнической территории. В этой сфере хозяйственно-экономической деятельности, составляющей основу куль-

тур жизнеобеспечения, практикуемых сельскими сообществами коренных малочисленных этносов, в настоящее время нередко возникают конфликтные ситуации, часть которых угрожает не просто столкновением интересов граждан, а возникновением именно этнически окрашенных противоречий. Для некоторых общин коренных народов традиционно-хозяйственная практика является почти единственным доступным источником средств существования. Поэтому любые препятствия на пути доступа коренного населения к биоресурсам кормящего природного ландшафта, возникающие, к примеру, в результате создания особо охраняемых природных территорий или выводом части земель из традиционно-хозяйственного оборота – в зоны развития промышленной индустрии, туризма, рекреации могут восприниматься резидентными группами коренных народов как прямая угроза их выживанию.

С другой стороны, этническая территория, обеспечивающая необходимый ресурс выживания сообщества, почти всегда наделяется им глубоким сакральным смыслом, превращаясь в традициях народного фольклора, мифологии, религиозной культуре и сфере самосознания в важный компонент локально-групповой, и даже национальной идентичности. В этой связи территориальные противоречия в местах традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных народов почти всегда оцениваются ими как тревожный инцидент на границе «своего» и «чужого» пространства не только в географическом, но и культурном, и собственно этническом смысле.

Несомненно, все эти обстоятельства не способствуют межнациональному миру. Напротив, они формируют почву для роста этносоциальной напряженности в местах традиционного проживания коренных малочисленных этносов и в ряде случаев приводят к возникновению ситуации повышенной конфликтности, нарастающей в основном вокруг вопроса о землях традиционного природопользования и нарушенного права коренного населения свободно их в хозяйственном отношении осваивать. Вероятно, этим перечнем причин конфликтов не исчерпывается. Важнейшая научная проблема здесь заключается в том, что ни конкретные причины возникающих противоречий, ни механизмы конфликтогенеза и уж тем более возможные варианты урегулирования поземельных конфликтов абсолютно не ясны по причине недостаточной изученности темы.

В настоящей работе представлены результаты экспертного этнологического исследования, целью которого являлось выявление факторов риска поземельных и этносоциальных конфликтов в местах традиционного проживания и хозяйственной деятельности одного из коренных малочисленных народов Сибири – шорцев. В течение трех лет (2011 – 2013 гг.) коллектив лаборатории этносоциальной и этноэкологической геоинформатики Кемеровского государственного университета проводил систематические наблюдения за состоянием поземельных отношений в местах традиционного природопользования шорцев Кемеровской области и Республики Хакасия. В общей сложности было охвачено более 40 населенных пунктов с общей численностью шорского населения более

12000 чел. Для изучения действующих форм поземельных отношений и выявления факторов риска возникновения конфликтных ситуаций в программе полевых исследований предусматривалось:

- собрать и проанализировать данные первичной муниципальной статистики населения (книг похозяйственного учета населения); статистики социально-экономического развития территорий традиционного проживания шорцев, в т. ч. социальных паспортов сельских поселений;

- осуществить картографическую фиксацию территорий традиционного природопользования коренного населения, районов поземельных конфликтов и зон действия факторов риска их возникновения на технологической платформе ArcGis 9.0;

- провести социологический опрос населения по проблемам межэтнических отношений и возможным причинам поземельных и этносоциальных конфликтов.

Исследование выявило несколько конфликтных ситуаций с участием локальных групп шорцев Кемеровской области и Республики Хакасия. В настоящее время они находятся на различной стадии конфликтогенеза, различаются по напряженности возникших конфликтных отношений, степени активности конфликтной деятельности, составу и числу вовлеченных в конфликт субъектов, а также причинам, обусловившим возникновение и развитие конфликтов. Вместе с тем общей для всех выявленных случаев является возникающая в условиях конфликта угроза проецирования возникших противоречий в плоскость межэтнических отношений или же в сферу политического дискурса. Полученные материалы позволяют предложить классификацию поземельных и этносоциальных конфликтов с участием сельских групп шорцев с сохраняющейся традиционно-хозяйственной специализацией и на этой основе отметить наиболее распространенные причины и особенности конфликтогенеза. Это представляется важным не только в теоретическом ключе, но и в научно-практическом отношении.

В настоящее время не существует обоснованной классификации поземельных и этносоциальных конфликтов, возникающих на локальном уровне, в ситуации прямого контакта традиционно-хозяйственных сообществ коренных малочисленных этносов с «агентами» индустриального общества, такими как промышленные предприятия, арендаторы земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда, крупные агропромышленные компании и т. д. Большинство существующих научно-исследовательских разработок описывает в основном макромоделли конфликтогенеза, реализуемого в масштабах общественных систем в целом [2 – 5]. Конфликтная составляющая практики традиционного природопользования в ее локальном измерении в существенной степени не осмыслена. Это, в свою очередь, затрудняет предпринимаемые сегодня попытки практически содействовать урегулированию даже самых очевидных конфликтных ситуаций в отношениях местных сообществ коренных народов и, скажем, ресурсодобывающих компаний, поскольку изначально не в полной мере исследованы, а значит, не до конца понятны механизмы формирования напряженных взаимоотноше-

ний конфликтующих сторон. В этом смысле важное значение имеет предпринятая в настоящем исследовании попытка классифицировать выявленные поземельные и этносоциальные конфликты с участием этнических групп шорцев, сохраняющих элементы традиционной хозяйственной специализации. Наиболее заметно обнаруженные в процессе настоящего исследования поземельные конфликты различаются по составу субъектов конфликтных отношений. По этому признаку можно выделить несколько разновидностей конфликтных ситуаций.

### ***Коренное население и предприятия добывающей промышленности***

На территориях традиционного природопользования шорцев зафиксированы конфликты и территориальные споры, в которые вовлечены локальные общины коренного населения, вынужденные противостоять промышленным (угледобывающим) предприятиям, отчуждающим часть земель традиционно-хозяйственного использования и наносящим ущерб традиционному природопользованию в результате своей производственной деятельности. Наиболее ярким примером подобной ситуации может служить давно сложившийся конфликт шорцев МО "г. Мыски" Кемеровской области (национальные поселки Чувашка, Казас) с шахтами и угольными разрезами концерна "ЮжКузбассуголь". Данный конфликт носит ярко выраженный поземельный характер с существенной, однако, социальной составляющей. В его изначальной основе лежит постоянная угроза техногенного нарушения осваиваемых местным населением традиционно-хозяйственных угодий: сенокосов, пастбищ, орехопромысловых участков, важных с точки зрения поддержания практики традиционного природопользования. Толчок к развитию конфликта дали возникшие в 2003 году проекты по развитию промышленной инфраструктуры некоторых угледобывающих предприятий (шахта "Урегольская", разрез "Сибиргинский"), начавших строительство технологических дорог и новых энергосетей, непосредственно затронувших территории, прилегающие к пос. Чувашка, в том числе места расположения сенокосов местных жителей, которые инициировали ряд протестных общественных акций, привлечших внимание региональных органов власти.

Начавшийся трехсторонний переговорный процесс (представители местного сообщества, руководство угольных предприятий, органы власти) привел к решению о выплате компенсаций тем местным жителям, угодья которых непосредственно оказались нарушенными в результате хозяйственной деятельности предприятий. Научное обоснование объема компенсационных выплат уточненного списка "пострадавших" домохозяйств и общей оценки ущерба для традиционной этнокультурной среды коренного населения впервые в Кемеровской области было сформировано на основе результатов специально проведенной этнологической экспертизы [6], которая рекомендовала помимо компенсационных мер сформировать и на постоянной основе финансировать за счет угольных компаний программу социально-экономической поддержки уязвимых локальных сообществ. Преду-

сматривалось, в частности, финансирование инфраструктурного развития национальных поселков шорцев, а также мероприятий, направленных на сохранение традиционных форм этнокультуры.

Однако на этом конфликт не был исчерпан. Та часть местного населения, которая не вошла в перечень лиц, получивших компенсацию за нарушенные участки традиционно-хозяйственного использования, продолжала выражать свое недовольство и поддерживать с руководством угольных предприятий конфликтные отношения. В 2012 году начались массовые акции протеста жителей пос. Казас, которые выдвигают требования выплат новых компенсаций за нарушенную среду обитания и средств на приобретение жилья в других населенных пунктах. В настоящее время ситуация вокруг п. Казас исключительно остра, что хорошо заметно по некоторым публикациям в сети Интернет [7].

### ***Коренное население и особо охраняемые природные территории***

В данном варианте конфликт развивается в отношениях между местными сообществами шорцев, сориентированными на практику хозяйственного освоения биоресурсов в районах своего исконного проживания и образованными в этих местах особо охраняемыми природными территориями. В этом отношении более всего показательна ситуация, сложившаяся на территории Шорского национального парка, расположенного в южной части Кемеровской области и включающего в свои границы значительную часть территорий традиционного природопользования коренной малочисленной народности. Здесь, несмотря на установленные запреты, около 75 % особо охраняемой функциональной зоны (экологического ядра национального парка) систематически осваивается охотниками из числа местного населения. Причем по данным проведенных социологических опросов большинство из них умышленно идет на нарушение действующего природоохранного режима. Так, 44 % респондентов выразили свою готовность к нелегальной практике использования охраняемых видов биоресурсов в случае, если увидят в этом возможность улучшения своего материального положения. По сути, перед нами социально предопределенный механизм формирования резидентного браконьерства. Очевидно, что при образовании парка не принимались в расчет особенности форм хозяйствования коренного населения. С течением времени это не могло не привести к возникновению поземельных конфликтов. На территории Шорского национального парка сегодня существует три конфликтные зоны. Из них две имеют трансграничный характер и локализованы вдоль административных границ Кемеровской области, Республики Хакасия и Республики Алтай. В рамках третьей зоны отмечены поземельные конфликты между локальными сельскими сообществами и группами приезжих охотников, а также заготовителей кедрового ореха.

Характерно также, что национальный парк имеет уникальный опыт решения проблем взаимоотношений с местными сообществами коренного населения, который вполне можно считать одной из моделей пе-

перехода к бесконфликтным отношениям ООПТ и местных сообществ. Попытки эффективно упорядочить систему традиционного природопользования шорцев и облачить ее в законные рамки были предприняты в 2008 году в процессе разработки менеджмент-плана на очередной плановый период (2008 – 2012 гг.). Решено было с целью снятия назревшей напряженности в отношениях с местным населением изменить систему функционального зонирования территории парка, выделив в его составе зону экстенсивного традиционного природопользования, специально предназначенную для поддержки локальных групп малочисленной народности – шорцев. Осуществив перезонирование, в 2009 – 2012 гг. руководство парка стремилось заключать договоры с шорскими общинами, домохозяйствами и отдельными лицами с четким определением участков разрешенной охоты, кедрового промысла и прочих традиционно-хозяйственных занятий. Некоторый эффект в направлении снижения степени конфликтности обоюдных отношений парка и местных сообществ коренного населения, безусловно, был достигнут. Однако после смены руководства в 2012 году национальный парк резко сменил стратегию отношений с местным населением, вернувшись к практике запретов на хозяйственную деятельность в пределах охраняемых природных территорий. Конфликтные формы взаимоотношений проявились с новой силой и были зафиксированы в процессе полевых исследований 2013 года. В частности, проведенный в местах традиционного проживания шорцев – населенных пунктах Таштагольского района Кемеровской области – массовый социологический опрос зафиксировал, что на обследованной территории в настоящее время существует выраженный конфликт между местным населением и руководством (сотрудниками) Шорского национального парка. Суть конфликта сводится к тому, что руководство парка жестко ограничивает природопользовательскую деятельность местного населения, которое, со своей стороны, недовольно вводимыми ограничениями, препятствующими практике традиционного природопользования, для многих имеющей важное экономическое значение. Кроме того, проживание на территории парка, имеющего статус особо охраняемой природной территории, фактически лишает местных жителей возможности получить работу или развивать какие-либо формы самозанятости, связанные с хозяйственной деятельностью. В этом состоит важный фактор социально-экономической депривации коренного населения, которое не может найти работу в местах традиционного проживания и вынуждено заниматься отходничеством и случайными и сезонными заработками.

Во многом сложившаяся ситуация является следствием пробелов в законодательстве, поскольку закон об особо охраняемых природных территориях существует, но подзаконных актов, корректирующих его действие на местах, то есть в конкретных условиях – нет. Однако в обострении конфликтной ситуации сыграл свою роль и субъективный фактор. Интенсификация конфликта произошла именно в момент смены руководства парка и перехода к политике жесткой регламентации хозяйственной жизни населения. В

настоящее время конфликт находится в пассивной стадии. Однако имидж национального парка, некогда воспринимавшегося шорцами как символ признания государством проблем и нужд коренного малочисленного народа ("... коль парк назвали шорским, значит он создан для поддержки шорцев..."), в настоящее время все более воспринимается в общественном сознании негативно. Более 70 % опрошенных считают, что программы развития национального парка не помогут повысить уровень жизни местного населения района и никак не отразятся на решении проблем сохранения культуры и образа жизни шорского этноса.

Для сравнения: по результатам социологического исследования, проведенного в 2006 году, не менее 30 % респондентов считали, что национальный парк открывает для местного населения перспективу дополнительной (или даже основной) занятости через участие в туристических проектах, которые Шорский национальный парк развивает в Горной Шории на всем протяжении своего существования. Не менее 50 % участников опроса 2006 года были убеждены, что парк имеет реальные возможности способствовать возрождению шорского этноса. Совершенно очевидно, что на фоне зреющего конфликта подобные установки значительной частью местного населения пересматриваются. Все это неизбежно снизит в будущем реальные возможности для развития сотрудничества национального парка и местных сообществ, в которых, как известно, кроется залог эффективной природоохранной деятельности любой особо охраняемой природной территории.

#### ***Коренное население и аренда земель лесного фонда***

В ряде случаев выявленные в процессе настоящего исследования поземельные конфликты возникают по причине появления на территориях традиционного природопользования малочисленных этносов практики аренды земель лесного фонда. Как правило, лесные земли арендуются для развития спортивно-охотничьих хозяйств, промысловых заготовок дикорастущего сырья, развития бизнес-проектов в сфере рекреационных, туристических и иных услуг. Все это нередко вызывает недовольство резидентных групп коренного населения, готового к конфликтной деятельности. Один из такого рода конфликтов был отмечен на территории Таштыпского района Республики Хакасия (в пределах зон традиционного природопользования шорцев Матурского и Анчальского сельских поселений). Около 28,5 % лесного фонда Таштыпского района (577902 га) передано в аренду индивидуальным предпринимателям и коммерческим организациям для ведения охотничьего хозяйства на длительный срок (2053 г.). Таких арендаторов на территории района зарегистрировано в общей сложности 13. Все они воспринимаются местными охотниками как захватчики исконных шорских угодий. Но в состоянии наиболее острого конфликта с сообществами коренного населения в настоящее время находится ООО «Тигули», ведущее промысловую охоту непосредственно на территориях традиционного природопользования местного населения. Площадь арендуемой этой организацией (т. е. фактически выведенной из традиционно-хозяйственного оборота) земли со-

ставляет 60442 га. Возникшая на этой основе конфликтная ситуация между ООО "Тигули" и охотниками из числа коренного населения в настоящее время находится в достаточно острой фазе. Попыток урегулировать конфликт до сих пор не предпринято ни одной из противостоящих сторон. По сообщениям информаторов и экспертов, местные сообщества избрали тактику игнорирования законных интересов организации-арендатора и продолжают осуществлять охоту на арендуемой площади. В ответ на это в 2013 году на арендованных ООО "Тигули" землях появились ограждения и вооруженная охрана, которая несколько раз готова была открыть стрельбу, стараясь не пропустить нарушителей из числа местных охотников.

В данном случае, пожалуй, перед нами ситуация, практически не разрешимая в рамках существующего нормативно-правового поля. У вовлеченных в конфликт сторон имеется своя мотивация и устойчивое ощущение собственной правоты, хотя и основывается оно на качественно разных соображениях. Организация-арендатор лесных земель, прошедшая всю законную процедуру оформления аренды, безусловно, считает себя правомочным пользователем отведенных ей промысловых участков и не видит для себя необходимости разрешить местным охотникам использовать арендуемые земли. С другой стороны представители местного сообщества, заинтересованного в сохранении практики традиционного природопользования, воспринимают сложившуюся ситуацию с позиции нарушенной традиции, исторически составлявшей основу систем жизнеобеспечения локальных групп шорцев, а также личных потерь части доходов, которые всегда поддерживали экономику местных сел и поселков.

При этом представляет особый интерес воспроизводимая населением мотивация, основанная скорее не на апелляциях не к действующему законодательству, а к нормам обычного права, положенным в основу традиционной модели поземельных отношений, которые в ситуации присутствия организаций-арендаторов лесных земель оказались нарушенными. Большинство опрошенных респондентов и экспертов из числа местного населения не готово понять, по какой причине их жизненные потребности не принимались во внимание при решении вопроса о выделении столь обширной промысловой территории в коммерческую аренду. В попытке доказать свое приоритетное право на хозяйственное использование конфликтных земель большая часть местных жителей заявляет примерно следующее: "... испокон веков наши предки охотились на этих землях" или "... если у шорца нет возможности заниматься охотой, он не шорец" и т. д. Таким образом отмеченная ситуация, безусловно требует урегулирования, но не на основе "буквы закона", а путем поиска компромиссного решения, которое могло бы устроить обе стороны конфликта.

#### ***Основные причины поземельных конфликтов на территориях традиционного природопользования***

Выполненное исследование показывает, что важнейшей причиной конфликтогенеза в местах традиционного природопользования является нерешенность (правовая неурегулированность) вопроса о статусе

земель традиционно-хозяйственного назначения, которые большей частью коренного населения воспринимаются не иначе, как земля предков, т. е. этническая, по сути, территория, «святое» право распоряжаться которой в среде коренных народов воспринимается как одно из необходимых условий сохранения не только экономической основы традиционных форм этнической культуры, но даже и самой этнонациональной идентичности. Возникающие на этой основе конфликты большей частью протекают в латентной форме, не выходя на уровень открытого противостояния конфликтующих субъектов. Однако в этом же сокрыта и одна значительная проблема. Чаще всего отсутствие работоспособных государственно-правовых механизмов распределения территорий традиционного природопользования приводит к их фактической замене обычно-правовыми традициями земельных отношений. В результате в местах традиционного природопользования нередко осуществляется незаконный оборот земель, реально используемых коренным населением в практике традиционного хозяйствования, но юридически отнесенных, к примеру, к категории Федерального резерва, территориям особо охраняемых природных территорий, или же арендованных под развитие охотничьих хозяйств.

Таким образом, фактически часть коренных жителей, ведущих традиционное хозяйство на землях, для этой цели официально не предназначенных, автоматически становятся правонарушителями. Попытки государства восстановить законный порядок оборота соответствующего земельного фонда в большинстве случаев не приводят к прямому успеху, а напротив, обостряют ситуацию и формируют основу для развития конфликта. В некоторых случаях при этом запускается механизм манифестации этничности в среде локальных групп коренных малочисленных этносов, основанной на восприятии курса государственной земельной политики как явной угрозы выживанию и устойчивому развитию этнического меньшинства.

Возможен ли в данном контексте переход конфликта в плоскость именно межэтнических отношений на уровне: «коренное меньшинство» – «титальное (пришрое) большинство»? Такие случаи, хотя и немногочисленны, все же отмечаются в процессе социологических опросов по проблемам традиционно-хозяйственного землепользования и сопутствующим этому процессу аспектам межэтнических отношений. Проявляется, в частности, склонность некоторой части коренного населения интерпретировать государственно-правовые и административно-территориальные препятствия в области традиционно-хозяйственной практики, которые возникли сравнительно недавно (если судить в масштабах «исторического времени» традиционной культуры), как своеобразной формы «этнического рейдерства» со стороны доминирующего (в основном славянского) социума.

На уровне личных оценок нашими респондентами данной ситуации содержались указания на то, что при изъятии из традиционно-хозяйственного оборота необходимых коренному населению земель, достаточно часто их распорядителями становятся представители некоренных национальностей: руководители особо охраняемых природных территорий, арендаторы

охотничьих угодий и территорий рекреационного назначения. Подобные настроения весьма тревожны, поскольку фактически переводят земельный конфликт в плоскость межэтнических отношений. Если к этому добавить давно приобретшие политическое звучание проблемы культурной ассимиляции малых

народов Сибири и их непропорционального (в сравнении с этническим большинством) доступа к социально-престижным сегментам рынка труда, становится ясен весь опасный контекст, казалось бы, «безобидных» земельных споров и противоречий.

### Литература

1. Центр мониторинга межнациональных отношений будет контролировать Кремль // Национальный акцент. Медиа-проект гильдии межэтнической журналистики. URL: <http://nazaccent.ru/content/9939-centr-monitoringa-mezhnacionalnyh-otnoshenij-budet-kontrolirovatsya.html>, свободный (дата обращения: 16.08.2012).
2. Конфликты в современной России (проблемы анализа и регулирования) / под ред. Е. И. Степанова. М., 1999. 330 с.
3. Этническая ситуация и конфликты в государствах СНГ и Балтии: ежегодный доклад, 2006 / под ред. В. А. Тишкова, Е. И. Филипповой. М., 2007. 277 с.
4. Мосина В. В. Причины межэтнической напряженности и этнонациональных конфликтов в современном российском обществе // Вестник Поволжской академии государственной службы. 2010. № 2. С. 65 – 70.
5. Тишков В. А., Степанов В. В. Измерение конфликта. Методика и результаты этноконфессионального мониторинга Сети EAWARN в 2003 году. М., 2004. 322 с.
6. Садовой А. Н., Нечипоренко О. В., Поддубиков В. В., Бойко В. И., Шмаков В. С., Зазулина М. Р., Белозерова М. В., Шиллер В. В., Счастливцев В. Е., Борина Л. С., Усков И. Ю. Этнологическая экспертиза. Вып. 1: Оценка воздействия ООО "МетАл", ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат" и УК "Южный Кузбасс" на системы жизнеобеспечения автохтонного и русского населения Чувашенской сельской администрации МО "г. Мыски" Кемеровской области. Кемерово: Изд-во ИУУ СО РАН, 2005. 317 с.
7. Борискин В. П. Геноцид в Кузбассе // Новости шорского народа. URL: <http://news.shor-people.ru/news/genocid-v-kazase.html>. (дата обращения: 12.11.2013).

### Информация об авторах:

**Поддубиков Владимир Валерьевич** – кандидат исторических наук, заведующий лабораторией этносоциальной и этноэкологической геоинформатики, начальник научно-инновационного управления КемГУ, [poddub@gmail.com](mailto:poddub@gmail.com).

**Vladimir V. Poddubikov** – Candidate of History, Head of the Laboratory of Ethno-Social and Ethno-Ecological Geoinformatics, Head of Science and Innovation Department, Kemerovo State University.

**Осипов Константин Иванович** – научный сотрудник лаборатории этносоциальной и этноэкологической геоинформатики, начальник отдела научных программ КемГУ, [constantine-osipov@yandex.ru](mailto:constantine-osipov@yandex.ru).

**Konstantin I. Osipov** – Research Associate at the Laboratory of Ethno-Social and Ethno-Ecological Geoinformatics, Head of Research Programmes Division, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ПСИХОЛОГИЯ

УДК 159.923.2

## ВОЗМОЖНОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ К СОЦИУМУ У ДЕТЕЙ-СИРОТ

Р. Р. Калинина

## POSSIBILITIES OF PSYCHOLOGICAL CORRECTION OF EMOTIONALPERSONAL ATTITUDE TO THE SOCIETY IN ORPHAN CHILDREN

R. R. Kalinina

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-16-60002.*

**Цель:** изучение эмоционально-личностного отношения к социуму у детей-сирот, проживающих в Детской деревне – SOS, и возможностей его коррекции для повышения их социально-психологической адаптации.

**Методы исследования:** эмпирические (цветоассоциативный эксперимент, метод незаконченных предложений), математико-статистические (подсчет частот, сравнительный анализ), интерпретационные.

**Результаты:** эмоционально-личностное отношение к социуму у детей-сирот характеризуется эмоциональной незрелостью, зависимостью от значимых других, их оценок и настроения, когда основной потребностью является устранение дефицита в любви, привязанности и признании. В результате реализации программы социально-психологического сопровождения у детей, воспитывающихся в Детской Деревне – SOS, независимо от их пола и возраста, привязанность к близким носит более эмоционально зрелый характер, что проявляется в способности устанавливать оптимальную дистанцию (без отчуждения, но и без слияния, эмоциональной зависимости) при взаимодействии с другими людьми, в ощущении уверенности в окружающих людях, восприятии их как надежных и понимающих, в восприятии критики в их адрес как справедливой, а не как отражающей враждебность по отношению к ним.

**Purpose:** To study of the emotionalpersonal attitude to the society in orphan children in SOS Children's Village, and to study the possibility of its correction for increasing psychological adaptation.

**Methods:** empiric (color-associative experiment, unfinished sentences), statistic (frequency, comparative analysis), interpretative.

**Results:** Orphan children's emotionalpersonal attitude to the society is characterized by emotional immaturity, dependence on other people's assessment of their behavior. Basic needs of orphan children are directed at eliminating the deficit in love, affection and recognition. The implementation of the program of social and psychological support of orphaned children in SOS Children's Village allows to form emotionally mature affection to closest people. This is manifested as the ability to establish the optimum psychological distance in interaction with other people (without estrangement and without emotional dependence), confidence in the surrounding people, perception of people as reliable and understanding, and adequate perception of their critique.

**Ключевые слова:** дети-сироты, Детская деревня – SOS, эмоционально-личностное отношение к социуму, психологическая адаптация, психологическая коррекция.

**Keywords:** orphan children, SOS Children's Village, emotionalpersonal attitude to the society, psychological adaptation, psychological correction.

**Введение**

В силу специфики условий развития и воспитания дети-сироты и дети, оставшиеся без попечения родителей, обладают рядом особенностей как на уровне личности, так и на уровне восприятия социума, других людей. В качестве основных специфических условий развития и воспитания авторы выделяют материнскую депривацию, несформированность базового доверия к миру, отсутствие (или недостаток) образца конструктивного межличностного взаимодействия. А в качестве последствий таких условий воспитания – агрессивность, проблемы в общении, негативизм, подозрительность, неспособность к автономной жизни, неуверенность в себе, недоверие к окружающему миру [1; 4; 6].

В. Н. Ослон говорит о характерном для детей-сирот выстраивании «катастрофических моделей мира», где их ожидают сплошные неприятности, а они не в состоянии ничего предпринять, чтобы избежать или справиться с ними. В представлении детей-сирот мир непонятен, не упорядочен, поэтому невозможно предвосхитить и регулировать происходящее извне. По мнению автора, такая «катастрофическая модель мира» приводит к искаженным представлениям о себе и о мире, что проявляется в нарушении веры в себя, в других («люди, которые любят меня, издеваются надо мной», «другие люди опасны»), в нарушении доверия к миру («публичные места опасны, там меня могут обидеть или отвергнуть») [7]

Н. И. Федотова в своем исследовании показала, что дети-сироты убеждены в трудностях достижения желаемого в отношении семейного счастья, любви, здоровья, а также материального благосостояния, что делает будущее в их представлении однообразным, скучным, а их позицию – пассивной и созерцательной. Автор среди личностных особенностей детей-сирот также отмечает настороженность по отношению к людям, консерватизм, низкую удовлетворенность жизнью [11].

Все это затрудняет адаптацию детей-сирот в социуме, что делает особенно актуальным не только выявление особенностей их отношения к социуму как показателю их социально-психологической адаптации, но и поиск наиболее эффективных путей коррекции этого отношения.

Исходя из вышесказанного, **целью исследования** стало изучение эмоционально-личностного отношения к социуму у детей-сирот, проживающих в Детской деревне – SOS, и возможностей его коррекции для повышения их социально-психологической адаптации.

**Гипотеза исследования:** эмоционально-личностное отношение к социуму у детей-сирот характеризуется эмоциональной незрелостью, зависимостью от значимых других, что может быть эффективно скорректировано в ходе реализации программы психолого-педагогического сопровождения.

Исследование проходило в три **этапа**:

- изучение эмоционально-личностного отношения к социуму у детей-сирот;
- апробирование комплексной социально-психологической программы сопровождения приемных семей, проживающих в Детской деревне – SOS;
- изучение эффективности программы сопровождения и формулирование задач для дальнейшей работы.

В исследовании приняло участие 49 детей, воспитывающихся в Детской деревне SOS – Псков, из них 19 девочек, 30 мальчиков, 23 ребенка дошкольного возраста (5 – 7 лет), 15 детей младшего школьного возраста (8 – 11 лет), 11 детей подросткового возраста (12 – 13 лет).

В рамках психологической диагностики на первом и третьем этапах были использованы следующие **методики**:

- 1) цветоассоциативный эксперимент (автор И. И. Мамайчук) [5, с. 73 – 79]. Интерпретация полученных данных проводилась на основе интерпретаций цветовых выборов, предложенной Л. Н. Собчик [10].
- 2) тест незаконченных предложений (автор Дж. М. Сакс, адаптация Г. Г. Румянцева) [2]. Данная методика была использована только на третьем этапе и была модифицирована, исходя из цели и задач исследования.

### **Обсуждение результатов**

**На первом этапе** исследования было показано, что эмоционально-личностное отношение к маме-SOS определяет доминирующее эмоциональное состояние ребенка, также было выявлено положительное отношение к Детской деревне – SOS (подробный анализ результатов первого этапа исследования представлен

в статье автора «Половозрастные особенности эмоциональных состояний детей-сирот, воспитывающихся в Детской деревне – SOS» [3]).

Было выявлено, что для половины детей-сирот характерно наличие недоверия к окружающему миру (школа, детский сад), настороженность к новым людям (педагоги, сверстники), сверхкритичная оценка их поведения. Все это является следствием психологически неблагоприятного опыта. Для пятой части (среди которых преобладают девочки младшего школьного возраста) характерно исключительно позитивное восприятие окружающего мира, доверия к нему, склонность к оптимистическому осмыслению происходящих с ними жизненных событий.

Большинство (около 80 %) детей, воспитывающихся в Детской деревне – SOS, позитивно дети воспринимают своих мам-SOS. При этом принятие, эмоциональная «теплота» мамы-SOS более значимы для дошкольников. Девочки и дети школьного возраста более комфортно себя чувствуют рядом с мамами-SOS, которые верят в их успехи, достижения, дают им адекватную обратную связь на их поступки и поведение. Вместе с тем четверть детей, характеризующихся большей эмоционально-личностной незрелостью (младшие дети и мальчики), нуждаются в эксклюзивном внимании мамы-SOS, которое они склонны добиваться не за счет ответственного поведения и достижений, а за счет эмоционального влияния (ласки и капризы и пр.).

**На втором этапе** исследования в течение года с SOS-семьями проводилась комплексная социально-психологическая программа, включающая в себя семейную арт-терапию; индивидуальную психотерапию и психологические консультации для SOS-мам; семинары-тренинги для SOS-мам; коррекционно-развивающие занятия для детей с целью развития эмоциональной компетентности, коммуникативных навыков, творческих способностей, позитивного самоотношения, коррекции негативных эмоциональных состояний. Программа была разработана и реализована группой ученых-психологов Псковского государственного университета с участием студентов и магистрантов факультета психологии ПсковГУ.

**На третьем этапе** исследования изучалась эффективность комплексной социально-психологической программы сопровождения.

Анализ незаконченных предложений проводился по следующим шкалам: отношение к Детской Деревне – SOS, отношение к социуму, отношение к родной маме, отношение к родному отцу. Анализ проводился по всей выборке в целом, т. к. статистически значимых различий по полу и по возрасту выявлено не было.

Большинство детей продемонстрировали положительное **отношение к Детской Деревне – SOS** (64,7 % выборки), например: «Деревня SOS – самая лучшая / мне нравится / мой дом», «Мне кажется, что дети, которые живут в деревне SOS – мои друзья / дружелюбные / счастливы / мне помогают / меня уважают и дружат / им повезло», «Семья и деревня SOS – самое лучшее, что есть на свете», «Обычно мама из деревни SOS – добрая / самая хорошая / лучше всех / меня любит». Лишь 11,8 % детей проявляют негативное отношение к

своему новому месту проживания, например: «Деревня SOS – плохая», «Мне кажется, что дети, которые живут в деревне SOS – плохие», «Обычно мама из деревни SOS ругает меня / сильно орет».

Было выявлено, что разные дети по-разному относятся к *внешнему миру, социуму*. 23,5 % детей, воспитывающихся в Детской Деревне – SOS, воспринимает внешний мир как враждебный, противопоставляя его жизни в Деревне, например, «Обычно, когда я общаюсь с одноклассниками, они обзывают меня», «Мне кажется, что дети, которые не живут в деревне SOS, неудачники / очень плохие / им плохо», «За пределами деревни SOS мне становится страшно». Столько же детей (23,5 %) положительно воспринимают окружающий их мир, который не противопоставляется Детской Деревне – SOS, а является с ней одним целым, где есть друзья и поддержка, например: «Обычно когда я общаюсь с одноклассниками, мне помогают / мне хорошо», «Мне кажется, что дети, которые не живут в деревне SOS – хорошие / им хорошо», «Я думаю, что дети, живущие в обычной семье – добрые / очень счастливы / меня понимают». Следует отметить, что половину детей (53,0 %) характеризует амбивалентное отношение к внешнему миру: в их предложениях, касающихся социума, есть как положительно, так и негативно окрашенные высказывания, и практически отсутствуют действительно нейтральные смыслы.

Половина детей (50,0 %) продемонстрировала нейтральное, а вторая половина – положительное *отношение к родной матери*. Примеры предложений о маме: «Моя родная мать и я – семья», «Моя родная мать самая лучшая / хорошая / добрая / любимая», «Моя родная мать любит меня», «Считаю, что большинство родных матерей любят своих детей». При этом встречаются и предложения о матери (2,5 % от всех предложений о матери), отражающие наличие обиды на свою маму негативное к ней отношение, например: «Я вспоминаю о своей родной матери, что она как пьяница», «Моя родная мать хуже моей мамы – SOS».

58,8 % детей продемонстрировала нейтральное, а 41,2 % – положительное *отношение к родному отцу*. Примеры предложений об отце: «Думаю, что мой отец добрый / самый лучший / крутой». Предложения, которые отражают нарядное отношение к отцу, составляют 12 %. При этом в этих предложениях отражается желание детей иметь «хорошего», не пьющего, любящего отца, например: «Если бы мой отец только захотел, он бы не пил», «Я хотел бы, чтобы мой отец меня любил».

Следует отметить, что, если, высказываясь о родной матери, дети, воспитывающиеся в Детской Деревне – SOS, говорят о любви, о желании встретиться с ней, жить вместе с ней и т. д., а сами высказывания носят ярко выраженную положительную окраску (37,5 % всех высказываний о матери), то высказывания о родном отце касаются материального благополучия («Я хотел бы, чтобы мой отец купил мне телефон / машину», «Я думаю, что мой отец богатый») и носят умеренно положительную окраску, т. е. менее эмоционально окрашены (только 17,7 % всех высказываний об отце носят ярко выраженную положи-

тельную окраску), а также упоминается пристрастие отца к алкоголю (13,2 % высказываний об отце).

Анализ цветовых выборов детьми, предлагавшихся для понятий мама-SOS, тетя-SOS, Детская деревня – SOS, семья, родная мама, родной папа, показал следующее.

Было выявлено доминирование позитивного эмоционально-личностного *отношения детей к своей маме-SOS*: дети (85,4 % выборки) выбирают красный, желтый, фиолетовый цвета. 39,1 % выборки (в 1,6 раза чаще, чем при первом замере) выбирают сочетание желтого и красного цветов, при этом среди дошкольников такое сочетание выбирают 29,4 % (в 1,6 раза чаще, чем при первом замере), среди младших школьников – 37,5 % (в 1,3 раза чаще), среди подростков – 62,5 % (в 2,1 раза чаще, чем при первом замере); среди девочек – 41,2 (в 1,2 раза чаще, чем при первом замере), а среди мальчиков – 37,5 (2,2 раза чаще). Выбор данного сочетания цветов свидетельствуют о том, что рядом с мамой дети чувствуют себя раскрепощенно, они активны, общительны, проявляют инициативу, нацелены на достижения, проявление лидерских способностей; их целеустремленность в достижении цели может проявляться как упрямство, своеволие. Дети чувствительны к эмоциональному состоянию мамы-SOS, их настроения взаимосвязаны.

17,1 % (в 1,6 раза реже, чем при первом замере) выборки выбирают сочетание желтого и фиолетового цветов, при этом среди дошкольников такое сочетание выбирают 17,7 % (в 1,8 раза реже), среди младших школьников – 25,0 (практически столько же, сколько в первом замере), среди подростков никто не выбрал такое сочетание (против 30,0 % при первом замере); среди девочек – 29,4 (столько же, сколько в первом замере), а среди мальчиков – 8,3 % (в 3,1 раза реже). Выбор данного сочетания цветов свидетельствуют о том, что рядом с мамой дети чувствуют себя легко и свободно, могут свободно выражать свои эмоции. Дети тянутся к общению с мамой, к получению ласки, похвалы от нее, что требует от них определенных усилий, т. е. их «надо заслужить». Как и в первой подгруппе, дети чувствительны к эмоциональному состоянию мамы-SOS, ее оценкам.

Следует отметить, что одно из популярных сочетаний – красный и фиолетовый цвета, которое при первом замере выбирали 25,0 %, при повторной диагностике выбрали 4,9 % детей. Учитывая, что данное сочетание цветов свидетельствуют о том, дети стремятся к получению эксклюзивного внимания со стороны мамы, скорее за счет неординарных поступков, чем за счет послушания и характеризует эмоционально-личностную незрелость ребенка, можно говорить о более конструктивных отношениях, которые сложились между мамами-SOS и детьми, независимо от их возраста и пола, что является следствием роста адекватного самосознания у детей, увеличению их уверенности в искренности и стабильности отношений с мамой-SOS.

Лишь 7,3 % (3 человека против 6 при первом замере) при определении понятия «мама-SOS» выбирают серый, коричневый или черный цвет, что может свидетельствовать о наличии определенного эмоционального напряжения, тревоги, переживание ситуации

давления, состояние неудовлетворенности основных психологических потребностей.

Как и при первом замере, было выявлено разнообразное эмоционально-личностное *отношение детей к тете-SOS*, в том числе больше детей (по сравнению с отношением к маме-SOS) – 24,4 % выборки, выбирают серый, коричневый или черный цвет, т. е. переживают негативное состояние рядом с тетей-SOS, что может быть связано с функциональными обязанностями тети-SOS, которые включают в себя, скорее помощь маме-SOS по хозяйству, чем воспитание детей и, как необходимое условие для воспитания, установления с детьми близких эмоциональных отношений. Вместе с тем в целом также можно говорить о преобладании позитивного эмоционально-личностного отношения детей к своей тете-SOS: 43,9 % выборки выбирают красный цвет, 36,7 % выборки – желтый и 39,0 % – фиолетовый. Это свидетельствует о том, что большинство детей чувствуют себя рядом с тетей-SOS легко и свободно, могут свободно выражать свои эмоции, они активны, общительны, настойчивы, при этом для них важно отношение к ним тети-SOS, ее эмоциональное расположение к ним. Это свидетельствует о сближении эмоционально-личностного отношения к тете-SOS и маме-SOS, тетя-SOS стала восприниматься как более значимая, авторитетная фигура в доме.

Выявлено разнообразное эмоционально-личностное *отношение детей к Детской деревне – SOS*. Следует отметить существенное изменение цветовых выборов. В частности, дети чаще стали выбирать зеленый цвет, а 40 % детей, воспитывающихся в Детской деревне – SOS (в 1,5 раза чаще, чем при первом замере), выбирают серый, коричневый или черный цвет, т. е. можно говорить об определенном эмоциональном дискомфорте, переживании эмоционального напряжения, тревоги, ситуации давления. Учитывая, что дети по результатам повторной диагностики продемонстрировали более ценностное и эмоционально зрелое отношение к своей маме-SOS и тете-SOS, можно предположить следующие причины более критичного, негативного восприятия Деревни, в которой они проживают:

- данный срез зафиксировал переход стадии второго кризиса системной перестройки к стадии принятия проблем, характеризующейся принятием новой семейной идентичности детьми, воспитывающимися в Детской деревне – SOS [8];

- дети, воспитывающиеся в Детской деревне – SOS, пройдя определенные стадии развития как большой детский коллектив, а именно слияния и конфронтации, переживают в настоящий момент стадию дифференциации, характеризующуюся поиском своего, индивидуального положения в социуме, контрастностью отношений, установлением избирательных межличностных отношений. Все это и привело к возникновению, с одной стороны, более близких и доверительных отношений со значимыми взрослыми (мама-SOS, тетя-SOS), а с другой – более дифференцированному отношению к понятию «Детская Деревня», за время проживания в которой, накопились как позитивные, так и негативные переживания.

Выявлено разнообразное эмоционально-личностное *отношение детей к понятию «семья»*, но можно говорить о преобладании позитивного отношения к семье. В частности, 22,5 % детей (31,2 % девочек и 16,7 % мальчиков) выбирают сочетание желтого и фиолетового цветов, а 20,0 % (31,2 % девочек и 12,5 % мальчиков) – сочетание красного и желтого, что свидетельствует об ассоциации семьи с положительными эмоциональными переживаниями, а именно переживания любви, принятия, оптимизма, активности, отсутствие переживания напряжения.

20,0 % детей (в 2,1 раза реже, чем при первом замере) выбирают серый, коричневый или черный цвет, что может быть связано, как отмечалось в параграфе 3.2., с наличием негативного эмоционального опыта проживания в семье биологических родителей у детей-сирот, воспитанников Детской деревни – SOS. Это свидетельствует о том, что в ходе психологической коррекционной работы большинству детей удалось отреагировать и переработать свой негативный эмоциональный опыт проживания в биологической семье, интегрировать его, построить новый, эмоционально положительно окрашенный образ семьи.

**Образ родной мамы** у детей, независимо от пола, имеет преимущественно положительную эмоциональную окраску: желтый цвет выбирают 52,5 % детей (37,5 % дошкольников, 68,7 % младших школьников, 50 % подростков), красный – 42,5 % детей (по 31,2 % дошкольников и младших школьников, 62,5 % подростков), фиолетовый – 30 % детей (31,2 % дошкольников и 43,8 % младших школьников). При этом наиболее популярным было сочетание красного и желтого (27,5 % выборки) и сочетание желтого и фиолетового (15,0 % выборки) цветов. Это свидетельствует о том, что для младших школьников мама – общительная и веселая, которая с ними играла, а для подростков – активная, целеустремленная, иногда агрессивная; у дошкольников же образ мамы менее определен, имея различную эмоциональную окраску. Можно предположить, что образ мамы у детей-сирот не во всем опирается на реальные воспоминания, а скорее носит желаемый характер (какой бы я хотел, чтобы была мама), именно поэтому в образе мамы отражаются ведущие потребности того или иного возраста: для младших школьников, эмоциональное тепло и игры, а для подростков – авторитет и уважение. У дошкольников в силу возраста данный образ менее определен. Черный, серый и коричневый цвета выбирают 22,5 % детей, что свидетельствует о наличии обид, негативных переживаний, связанных с мамой.

9,8 % детей отказались выбирать цвета для понятия **«родной папа»**, мотивируя тем, что они его не знали и не помнят. Дети выбирают разнообразные цветовые сочетания для данного понятия. Образ папы можно называть амбивалентным, т. к. 40,5 % детей выбирают сочетание «позитивного» (красный, желтый, фиолетовый) и «негативного» (черный, коричневый, серый) цветов.

### Выводы

В ходе реализации комплексной социально-психологической программы сопровождения отноше-

ние детей, воспитывающихся в Детской деревне – SOS, к окружающему социуму претерпело значимые изменения. Изначально дети в большинстве своем демонстрировали эмоционально незрелое, зависимое от значимых других, их оценок и настроения отношение, характерное для детей-сирот. Такое отношение можно описать как «дефицитарная» (А. Маслоу) любовь, когда основной потребностью является устранение дефицита в любви, привязанности и признании, внимании и доброжелательности со стороны взрослого, а отличительными признаками – слабое ощущение своих и чужих границ, наличие психологических защит, переживание страха, вины, агрессии, одиночества [9].

Теперь у детей, воспитывающихся в Детской Деревне – SOS, независимо от их пола и возраста, вследствие роста у них адекватного самосознания, увеличению их уверенности в искренности и стабильности отношений со значимыми другими, привязанность к близким носит более эмоционально зрелый характер, что проявляется в способности устанавливать оптимальную дистанцию (без отчуждения, но и без слияния, эмоциональной зависимости) при взаимодействии с другими людьми, в ощущении уверенности в окружающих людях, восприятии их как надежных и понимающих, в восприятии критики в их адрес как

справедливой, а не как отражающей враждебность по отношению к ним. Такое отношение может быть описано как «бытийная» (А. Маслоу) любовь, характеризующаяся активностью, открытостью, относительной независимостью, стремлением понимать и уважать другого, отношение к нему как самоценности. Именно такие отношения, по мнению К. Р. Роджерса [9], способствуют личностному росту участников общения, т. е. и детей, и мам-SOS.

Полученные результаты позволили выделить важные направления работы с детьми, способствующие повышению их уровню адаптации:

- установление и поддержание содержательных отношений с биологическими родителями, формирование у детей положительного образа родителей, помощь в преодолении обид и других негативных переживаний, связанных с проживанием в биологической семье, воспоминаниями о ней;

- организация работы по интеграции детей Детской Деревни в более широкий социум, что подразумевает работу не только с детьми, но и с педагогами образовательных учреждений, которые они посещают, с детьми, с которыми они общаются, с родителями, по формированию позитивного, толерантного отношения к детям-сиротам, проживающим в Детской Деревне.

## Литература

1. Адаптация детей в замещающих семьях. Опыт, проблемы и пути их решения / сост. С. Н. Кузьменкова и др. Смоленск: Центр ПМСС, 2010. – 62 с.
2. Казачкова В. Г. Метод незаконченных предложений при изучении отношений личности // Вопросы психологии. 1989. № 3. С. 154 – 157.
3. Калинина Р. Р. Половозрастные особенности эмоциональных состояний детей-сирот, воспитывающихся в НОУ «Детская Деревня – SOS» // Наука Красноярья. Красноярск: Научный инновационный центр, 2013. № 6(11). С. 162 – 177.
4. Куровский В. Н., Пяткина Г. Н. Материнская депривация и ее структурные компоненты // Вестник ТГПУ, 2010. Выпуск 10(100). С. 141 – 144.
5. Мамайчук И. И. Экспертиза личности в судебно-следственной практике: уч. пос. СПб.: Речь, 2002. 255 с.
6. Матейчик З., Лангмейер Й. Психическая депривация в детском возрасте. Прага, 2006. 340 с.
7. Ослон В. Н., Пименов В. А., Селящева Л. Н., Михайлова А. Ю. Виртуальная школа приемных родителей: Программа подготовки кандидатов в замещающие родители. М., 2011. URL: <http://www.usynovite.ru/bz/16,17.html> (дата обращения: 10.08.2014).
8. Ослон В. Н., Холмогорова А. Б. Психологическое сопровождение замещающей профессиональной семьи // Вопросы психологии. 2001. № 4. С. 39 – 53.
9. Роджерс К. Р. Взгляд на психотерапию. Становление человека / Пер. с англ.; под ред. Е. И. Исениной. М.: Прогресс: Универсум, 1994. 480 с.
10. Собчик Л. Н. Метод цветковых выборов – модификация восьмицветового теста Люшера: практическое руководство. СПб.: Речь, 2010. 128 с.
11. Федотова Н. И. Представления о жизненных перспективах детей-сирот (на примере образовательных учреждений различного типа): автореф. ... канд. психол. наук. М: Изд-во НННУ «Московский гуманитарный университет», 2008. 26 с. URL: <http://www.dissercat.com/content/predstavleniya-o-zhiznennykh-perspektivakh-detei-sirot-na-primere-obrazovatelnykh-uchrezhden> (дата обращения: 10.08.2014).

## Информация об авторе:

**Калинина Румия Рашидовна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей и социальной психологии Псковского государственного университета, [rumia-08@mail.ru](mailto:rumia-08@mail.ru).

**Rumiya R. Kalinina** – Candidate of Psychology, Associate Professor, Assistant Professor at the Department of General and Social Psychology, Pskov State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# ОСОБЕННОСТИ ЭТНИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ РОССИЙСКИХ МИГРАНТОВ О ЦЕННОСТЯХ СТРАНЫ ИСХОДА (РОССИИ) И СТРАНЫ ПРИЕМА (ИСПАНИИ)

*В. В. Калита, К. С. Черникина, А. М. Якухный*

## FEATURES OF RUSSIAN MIGRANTS' VISIONS ABOUT THE VALUES OF THE COUNTRY OF ORIGIN (RUSSIA) AND THE HOST COUNTRY (SPAIN)

*V. V. Kalita, K. S. Chernikina, A. M. Yakukhnyi*

*Исследование выполнено при поддержке Программы «Научный фонд» ДВФУ по теме: «Межкультурная социально-психологическая адаптация студентов стран АТР в полиэтническом образовательном пространстве ДВФУ», проект № 12-05-06-220-14/13.*

В статье представлена реконструкция образов авто- и гетеростереотипов российских мигрантов о стране исхода (России) и стране приема (Испании) с применением методики «тест свободных вербальных ассоциаций». Представлена система категорий, объединяющая сходные по смыслу группы ассоциаций на стимулы «Россия» и «Испания». Представлен анализ содержания авто- и гетеро стереотипов российских мигрантов. Достоверные значимые различия были зафиксированы в количестве ассоциаций по категориям: «Проведение свободного времени; образ жизни» на 1 % уровне значимости и «Природа среды обитания этноса. Климатические условия. Флора и фауна» на 5 % уровне значимости. Содержание авто- и гетеро стереотипов интерпретируются как показатели социокультурной адаптации и индикаторы возможных причин миграции россиян в Испанию.

The paper contains the reconstruction of Russian migrants' auto- and hetero-stereotype visions about their country of origin (Russia) and host country (Spain) using the method of freeverbal associations test. It introduces a system of categories which combines similar groups of associations to the stimuli "Russia" and "Spain". It also introduces the analysis of Russian migrants' auto- and hetero-stereotypes. Significant differences were registered in the number of associations under the categories: "Spending free time; way of life" (1 % of significance) and "Nature of the ethnos's environment. Climate conditions. Flora and fauna" (5 % of significance). The auto- and hetero-stereotypes are explained as indicators of sociocultural adaptation and possible reasons for Russians' migration to Spain.

**Ключевые слова:** этнические представления, социокультурная адаптация, российские мигранты, этнические авто- и гетеро стереотипы, система категорий.

**Keywords:** ethnic visions, sociocultural adaptation, Russian migrants, ethnic auto- and hetero-stereotypes, system of categories.

Проблема адаптации к новой социокультурной и этнической среде, особенно актуальна сегодня и привлекает внимание психологов разных стран. В отечественной психологии отмечают подходы к изучению вопросов социально-психологической адаптации личности в условиях кросскультурного взаимодействия (В. В. Гриценко, Л. М. Дробизева, Л. Г. Почебут, Г. У. Солдатова, Т. Г. Стефаненко и др.). Также, социально-психологическая адаптация активно изучается в контексте исследований условиях кризиса идентичности (Н. М. Лебедева, А. Н. Татарко и др.).

Актуальность исследований в данной области в значительной степени выросла в последнее время, в связи с тем, что процессы миграции затронули гораздо большее количество людей [1]. Это связано с возможностью самореализации личности, стремлением человека устранить расхождение между желаемым и действительным, актуальным и потенциальным в потребности достижений, больших, чем просто обеспечивающих выживание [2]. Длительное время Россия была закрыта для свободных международных контактов, что неизбежно сказывалось на образе жизни людей. В наши дни есть все условия для общения с представителями разных стран и налаживания делового и социального общения. В условиях современной политики открытого бизнеса и обучения у многих граждан появляется возможность жить, работать и учиться в зарубежных странах, а также принимать

иностранцев в своей стране [3]. И этим процессам сопутствуют изменения в социальной и этнической идентичности [12].

С самого рождения человек усваивает ценности, правила и нормы, которые определяет культурная среда, с которой он взаимодействует. В дальнейшем они регулируют его поведение. Социальные нормы, ценности, установки, помимо разных других, обладают также и адаптивной функцией, благодаря которой личность может существовать в своей культурной среде, и порождают чувство принадлежности к ней [9]. Соответственно, при миграции человек неизбежно сталкивается с необходимостью адаптации к новой социально-культурной среде, нормам, ценностям, традициям, природным условиям, климату и т. д.

Опыт показывает, что работа, путешествия и обучение в других странах помогают более глубокому пониманию другой культуры и новой этничности. Так, во время обучения за рубежом, возможно плавное «вхождение» личности в новую социально-культурную среду. Человек имеет возможность увидеть различные социальные структуры, а также осознать собственную принадлежность к какой-либо социальной и этнической группе. В связи с этим происходит формирование системы характеристик, смысл которой в объединении человека с другими людьми, в определении позиции в обществе, в отношении к нормам группы, к ценностям, которые показывают соци-

альную перспективу и определяют деятельность. Проблема социокультурной адаптации активизирует поиск механизмов, которые помогают человеку соотносить настоящее и будущее, интегрировать различные влияния культуры и найти свое место в сложном динамичном мире [7].

С целью выявления особенностей этнических представлений российских мигрантов и реконструкции и анализа образов этнических представлений мигрантов о России и Испании, нами было проведено исследование этнических представлений российских мигрантов о ценностях страны исхода (России) и страны приема (Испании).

В качестве гипотезы формулировалось предположение, что у российских мигрантов существуют достоверные различия в образах этнических представлений о России и Испании.

Материал был получен в ходе исследования феномена социально-психологической адаптации в рамках кросс-культурной психологии у добровольных российских мигрантов в Испании.

Выборка состояла из россиян, добровольно уехавших в Испанию с целью обучения, работы и постоянного проживания в стране прибытия. Всего в опросе участвовало 29 человек различной гендерной принадлежности, возрастом от 20 лет до 58 лет, различного семейного положения, длительностью проживания в Испании от нескольких месяцев до 14 лет.

В исследовании была применена методика «тест свободных вербальных ассоциаций», входящая в группу психосемантических методик [8]. Эта методика является оптимальной для реконструкции стереотипных представлений респондентов о ценностях страны исхода (России) и страны приема (Испании). Изучение содержания этнических авто- и гетеростереотипов достаточно объективно представляется психосемантическими методами, которые раскрывают коннотативные значения и личностные смыслы этнических феноменов [6]. Психосемантический подход позволяет исследователю посмотреть на мир «глазами испытуемого», понять его способы осмысления мира. Тест множественных свободных вербальных ассоциаций позволяет исследовать специфику ментальных структур респондентов, изучить социокультурные различия этнических стереотипов, существующих у мигрантов. Данная методика является одной из наиболее разработанных техник семантического анализа [4]. Выбор этого метода в рамках данного исследования основывается на том, что тест множественных свободных вербальных ассоциаций позволяет выявить такие компоненты психологического «переживания» значения стимула как мало осознаваемый аффективно-эмоциональный компонент и индивидуальное дополнительное содержание, которое респондент вкладывает в слово. По мнению А. В. Серого, именно когнитивные процессы, надстраиваясь над аффективными, обуславливают адекватность восприятия человеком жизненной ситуации, позволяют осмысленно взаимодействовать с ней и характеризуют содержание и границы его субъективной реальности [9]. Метод применим, как для исследования индивидуальных различий ментальных образований респондентов, так и для изучения социокультурных различий между

группами. Недостаток метода заключается в его чувствительности к синтаксическому и фонологическому сходству, в том, что большая часть ассоциаций по большей части обусловлены речевыми штампами. Преимущество метода в его простоте и удобстве, возможности работы с большой группой респондентов одновременно. На основе данных, полученных данным методом, возможно выявление семантических категорий позволяющих выявить систему ценностей, стереотипов, существующих в группе респондентов в данный момент [6].

Метод экспертной оценки, применяемый в комплексе с методом множественных свободных вербальных ассоциаций, как раз позволяет выделить описательные категории для анализа и интерпретации результатов данного исследования.

Любая этническая общность имеет собственное самосознание, которое фиксирует ее реальные и воображаемые черты, вследствие чего у индивида, воспринимающего ее нормы, традиции, обычаи через призму норм и традиций собственной этнической группы, произвольно возникает ее образ. В этнических стереотипах различают два основных компонента: автостереотип, как образ своей этнической общности, и гетеростереотип, как образ «чужой» этнической группы [11].

Между содержанием авто- и гетеростереотипов существует тесная связь, так как на представление о типичных качествах собственной национальности влияют воспринимаемые свойства тех этносов, с которыми она чаще контактирует, а выделение характеристик «чужих» этнических общностей происходит через сопоставление с особенностями своего этноса.

Под автостереотипами понимается совокупность представлений о реальных или воображаемых специфических чертах собственной этнической группы. Они разнообразны, комплексны, устойчивы к влиянию новой информации, полученной через иноэтнические контакты и, чаще всего, содержат в себе культурно одобряемые признаки. Люди оценивают свою этническую группу, как бы представляя ее для других, так, как бы им хотелось, чтобы она воспринималась.

Гетеростереотипы представляют собой совокупность атрибутивных признаков о других этнических группах, которые могут быть положительными, нейтральными, а зачастую и отрицательными, так как содержат в себе нежелательные в данной культуре и поэтому отрицательные качества. Они являют собой не только образ иной этнической общности, выстроенный в соответствии с ожиданиями от нее, но еще и способ демонстрации своего к ней отношения. Число гетеростереотипов в структуре этнического стереотипа зависит от истории межэтнических отношений, а также от непосредственной этноконтактной среды [11].

Включение в исследование такой задачи, как реконструкция образов авто- и гетеростереотипов респондентов о стране исхода (России) и стране приема (Испании), по нашему мнению, способствовало пониманию причин, повлиявших на решение о миграции, а также обнаружить различные индикаторы самого процесса адаптации.

Для реконструкции образов авто- и гетеростереотипов респондентов в данном исследовании было предложено письменно фиксировать свои ассоциации на предложенные слова-стимулы: «Россия» и «Испания».

На этапе обработки данных был применен метод экспертной оценки, позволивший реконструировать систему категорий этнических авто- и гетеростереотипов.

Первичная экспертная оценка была произведена с опорой на классификацию М. А. Мельниковой, полученной экспертным способом для российско-китайских индикаторов этнических стереотипов[5], включающую в себя следующие категории:

- 1) спиртные напитки;
- 2) негативная символика;
- 3) пища, безалкогольные напитки;
- 4) индивид; отдельные элементы внешнего вида;
- 5) государственно-политическая символика;
- 6) природная среда обитания этноса;
- 7) экономическая жизнь общества;
- 8) актуальные проблемы мирового масштаба;
- 9) образ животного;
- 10) проведение свободного времени;
- 11) трудовая деятельность.

Экспертная оценка проводилась группой психологов, имеющих опыт работы по категоризации и классификации сложных объектов и стимулов. Было подсчитано общее количество ассоциаций на предложенные испытываемым слова-стимулы: «Россия» – 201 ассоциация и «Испания» – 189 ассоциаций.

Далее были составлены первичные таблицы данных по частоте встречаемости слов для последующего сведения их в категории. Слияние и разделение по категориям происходило на основании количества объектов, представляющих ту или иную смысловую категорию.

В силу специфики «испанского» контента экспертная группа получила несколько иное распределение объектов по категориям. Ряд категорий, взятых за основу классификации, не был заполнен; например, «Актуальные события мирового масштаба» не включили в себя ни единой ассоциации, что само по себе может свидетельствовать о том, что для респондентов не актуальна данная сторона реальности ни в России, ни в Испании. Другие категории имели единичные ассоциации, и было логичным объединить их в новую, сходную по смысловой нагрузке категорию. В результате, были добавлены новые категории, и классификация была модифицирована следующим образом:

- 1) спиртные напитки;
- 2) негативная символика;
- 3) пища, безалкогольные напитки;
- 4) индивидуальные качества характера; отдельные элементы внешнего вида;
- 5) государственно-политическая символика;
- 6) природа среды обитания этноса; климатические условия; флора и фауна;
- 7) экономическая жизнь общества;
- 8) проведение свободного времени; образ жизни;
- 9) трудовая деятельность;

10) культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности;

11) семейные ценности;

12) общие человеческие ценности.

Появление таких категорий как «Культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности», «Семейные ценности», «Общие человеческие ценности» уже говорит о многом – наличие этих категорий отражает сам уровень этнических стереотипов, определенную эмоциональную и когнитивную наполненность, а также демонстрирует ценностные представления респондентов о стране исхода – России и стране приема – Испании.

Необходимо отметить, что некоторые категории были так широко представлены, что эксперты посчитали возможным разделить их на подкатегории. Например, в категории «Негативная символика» были выявлены индикаторы, отражающие «внешний негатив», связанный со средой обитания (грязь, мусор, плохие дороги, пробки и т. д.) и с социумом (бюрократия, проблемы, беззаконие, взятки, «менты», суэта и т. д.), а также «личностный негатив» (грубость, дураки, обман, плохое настроение и т. д.).

Далее полученные категории были ранжированы по процентным долям от общего числа автостереотипов и гетеростереотипов и наглядно представлены в виде таблицы 1 и таблицы 2.

Необходимо отметить, что индикаторы автостереотипа «Россия» были представлены в одиннадцати из двенадцати категорий (таблица 1) и более равномерно наполнили эти категории, чем гетеростереотип «Испания», который представлен в девяти из двенадцати категорий (таблица 2), и наполняет наиболее плотно только шесть из двенадцати категорий. Это отражает существующее мнение исследователей о более разнообразном эмоционально-когнитивном наполнении автостереотипов по сравнению с гетеростереотипами.

При сравнении категориальных таблиц по России и Испании наблюдается показательная смысловая картина, выраженная в асимметричности (отсутствии наполнения – 0 ассоциаций) одних категорий, в контрасте других и в совпадении третьих.

Однозначные результаты наглядно отражены в асимметричности наполнения (отсутствии ассоциаций в одной из сторон) в следующих категориях, представленных в таблице 3: «Государственно-политическая символика», «Негативная символика», «Семейные ценности», «Общие человеческие ценности».

Три из четырех обозначенных в таблице 3 категории с асимметричным наполнением входят в первую пятёрку категорий по процентным долям от всех ассоциаций (таблица 1); это говорит о значимости данных индикаторов для людей, решивших уехать из России в Испанию.

Таблица 1

## Ранжирование категорий по процентным долям (Россия)

| <i>Россия</i> |                                                                     |                 |     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|
| №             | категория                                                           | к-во ассоциаций | %   |
| 1             | Природа среды обитания этноса. Климатические условия. Флора и фауна | 36              | 18  |
| 2             | Государственно-политическая символика                               | 34              | 17  |
| 3             | Негативная символика                                                | 32              | 16  |
| 4             | Проведение свободного времени; образ жизни                          | 24              | 12  |
| 5             | Семейные ценности                                                   | 22              | 11  |
| 6             | Культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности         | 20              | 10  |
| 7             | Спиртные напитки                                                    | 11              | 6   |
| 8             | Пища. Безалкогольные напитки                                        | 11              | 6   |
| 9             | Индивидуальные качества характера, отдельные элементы внешнего вида | 6               | 3   |
| 10            | Экономическая жизнь общества                                        | 4               | 2   |
| 11            | Трудовая деятельность                                               | 1               | 0,5 |
| 12            | Общие человеческие ценности                                         | 0               | 0   |

Таблица 2

## Ранжирование категорий по процентным долям (Испания)

| <i>Испания</i> |                                                                     |                 |     |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|
| №              | категория                                                           | к-во ассоциаций | %   |
| 1              | Проведение свободного времени; образ жизни                          | 70              | 37  |
| 2              | Природа среды обитания этноса. Климатические условия. Флора и фауна | 49              | 26  |
| 3              | Культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности         | 27              | 14  |
| 4              | Спиртные напитки                                                    | 13              | 7   |
| 5              | Пища. Безалкогольные напитки                                        | 10              | 5   |
| 6              | Общие человеческие ценности                                         | 9               | 4,5 |
| 7              | Индивидуальные качества характера, отдельные элементы внешнего вида | 6               | 3   |
| 8              | Трудовая деятельность                                               | 3               | 2   |
| 9              | Экономическая жизнь общества                                        | 2               | 1   |
| 10             | Семейные ценности                                                   | 0               | 0   |
| 11             | Негативная символика                                                | 0               | 0   |
| 12             | Государственно-политическая символика                               | 0               | 0   |

Таблица 3

## Категории с ассиметричным наполнением

| Категория                             | <i>Россия</i>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Испания</i>      |                                             |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|
|                                       | к-во ассоциаций (%)                          | ассоциации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | к-во ассоциаций (%) | ассоциации                                  |
| Государственно-политическая символика | 34 (17 %)                                    | Родина, Путин, Москва, политика, Красная площадь, патриотизм                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0 (0%)              | —                                           |
| Негативная символика                  | среда – 12, социум – 13, личность – 7 (16 %) | <b>среда:</b> шум, грязь (2), плохие дороги (2), мусор, серость, пробки, плохой транспорт (2);<br><b>социум:</b> бюрократия (2), проблемы, взятки (2), беззаконие, безработица, нестабильность, суэта, «менты», очереди, неопределенность;<br><b>личность:</b> грубость, «понты», дураки, обман, плохое, настроение, пьянство; | 0 (0%)              | —                                           |
| Семейные ценности                     | 22 (11%)                                     | дом, мать, детство, семья, бабушка, родня.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0 (0%)              | —                                           |
| Общие человеческие ценности           | 0                                            | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9 (4,5%)            | красота, уважение, любовь, надежда, страсть |

При исследовании смыслового содержания категории «Государственно-политическая символика» прослеживается некая политизированная национальная идейность в ассоциациях образа России с Родиной, ее столицей Москвой, государственным лидером – президентом Путиным, с такими атрибутами как Красная Площадь, Кремль, флаг. Можно сказать, что это своего рода определенный показатель национального самосознания респондентов, представление себя как части одной единой нации, что необходимо для сохранения своей национальной идентичности. В данной категории по отношению к образу «Испания» не было дано ни одной ассоциации.

Следующая категория «Негативная символика», как говорилось ранее, была настолько широко представлена, что экспертная группа сочла возможным выделить в ней три подкатегории, которые в свою очередь были достаточно равномерно заполнены (таблица 3).

Негатив, связанный со средой обитания, общественными и личностными отношениями, явно представлен в автостереотипе (16 % от общего числа ассоциаций) и полностью отсутствует в гетеростереотипе.

Это может выглядеть несколько обескураживающе, поскольку различные исследования говорят о том, что автостереотипы по природе своей должны быть положительными и выполнять защитную функцию этнической идентичности. Скорее всего, такие результаты могут свидетельствовать о стремлении респондентов объяснить свой переезд в другую страну и желание как можно скорее интегрироваться в новую социальную общность, а также о возможной уже случившейся ассимиляции, с учетом того, что многие респонденты живут в Испании уже более 5 лет и состоят в тесных отношениях с испанцами, например, посредством брака [13]. Тогда отсутствие негативной символики в гетеростереотипе образа Испании вполне объяснимо.

Ассиметрия категории «Семейные ценности» показательно говорит о том, что все же автостереотипы респондентов глубоко и эмоционально сильно связаны с Россией, и ассоциируются у людей с домом, матерью, детством, семьей, родней. Это яркий индикатор этнической идентичности со своими корнями, предками. Глубинное значение этого образа является защитой самосознания личности и самоидентификацией – «Кто я? Откуда? Где мои корни?».

Столь явное ассиметричное выделение данной категории может иллюстрировать возникновение в определенный период времени у респондентов чувства ностальгии и возможной депрессии.

Как некую компенсацию отсутствия близких родственных связей со своей родней, оставшейся в России, можно рассматривать ассиметрию в категории «Общие человеческие ценности», где отсутствуют ассоциации этого смыслового значения на слово-стимул «Россия» (0 %) и 4,5 % от общего числа ассоциаций на слово-стимул «Испания» (таблица 3).

Красота, уважение, любовь, надежда – в этом выражается желание респондентов обрести некую эмоциональную опору для себя: «Пусть нет поддержки родных, но все же можно надеяться на любовь, уваже-

ние в этой стране». Поскольку в ходе этнокультурной адаптации люди приспосабливаются на психологическом и социальном уровне к «чужим» национальным традициям, новой культуре, новому образу жизни, происходит согласование норм и ожиданий и поиск общего основания, который побуждает респондентов видеть в гетеростереотипе альтернативные позитивные образы в качестве общих человеческих ценностей.

Для удобства дальнейшего анализа и интерпретации, а также для наглядности полученных результатов были исключены однозначные результаты, не требующие проверки на статистическую значимость различий из общей сравнительной таблицы.

Показательным является то, что категории, как по России, так и по Испании, заполнены в процентном соотношении синхронно – от смыслового контраста, к смысловому совпадению.

Поскольку представленные категории наполнены неким процентным соотношением ассоциаций, то достоверность различий между процентными долями по категориям автостереотипа «Россия» и гетеростереотипа «Испания» оценена с помощью критерия углового преобразования Фишера при критических значениях:  $\phi^*_{\text{крит.}} = 1,64$  ( $p \leq 0,05$ ) и  $\phi^*_{\text{крит.}} = 2,31$  ( $p \leq 0,01$ ). Результаты ( $\phi^*_{\text{эмп.}}$ ) занесены в сравнительную таблицу 4.

Категория «Природа среды обитания этноса. Климатические условия. Флора и фауна» представлена достаточно широко, включает в себя климатические условия, ландшафт, места проживания этноса, флору и фауну, как в стране исхода (России), так и в стране приема (Испании). Однако наблюдается ярко выраженная контрастность, описывающая климатические условия: суровые в России (снег, мороз, зима, холод) – 20 из 36 ассоциаций в данной категории автостереотипа; благоприятные и комфортные в Испании (солнце, море, пляж, лето, тепло) – 43 из 49 ассоциаций в данной категории гетеростереотипа. В процентном соотношении количество ассоциаций данной категории составило 18 % по России и 26 % по Испании. Результаты по достоверности различий процентных долей в данной категории попадают в зону неопределенности ( $\phi^*_{\text{эмп.}} = 1,915$ ),  $H_1$  гипотеза о значимом различии процентной доли по Испании принимается на 5 % уровне (таблица 4).

Это различие и контрастность образов свидетельствуют о том, что выбор благоприятных климатических условий является одной из важных причин миграции данных респондентов из России в Испанию.

Наряду с акцентом на холодные климатические условия респонденты на слово-стимул «Россия» давали ассоциации, описывающие ландшафт и географические объекты: Волга, Кавказ, Сибирь, деревня; флору и фауну: лес, березы, медведи, коровы, что по сравнению с единичными ассоциациями по Испании: быки, цветы, пальмы, говорит о богатстве образа русской природы в представлении респондентов.

Значимость различий процентных долей ассоциаций в категориях

| Категории                                                           | Россия<br>201 ассоциа-<br>ция | Испания<br>189 ассо-<br>циаций | Зона<br>незначимости                   | Зонанеопре-<br>деленности                            | Зона<br>значимости                     |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                     | к-во ассоциа-<br>ций (%)      | к-во ассо-<br>циаций (%)       |                                        |                                                      |                                        |
| Природа среды обитания этноса. Климатические условия. Флора и фауна | 36 (18 %)                     | 49 (26 %)                      |                                        | ф*эмп. 1,915<br>Н <sub>1</sub> принята на 5 % уровне |                                        |
| Проведение свободного времени; образ жизни                          | 24 (12 %)                     | 70 (37 %)                      |                                        |                                                      | ф*эмп. 5,961<br>принята Н <sub>1</sub> |
| Культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности         | 20 (10 %)                     | 27 (14 %)                      | ф*эмп. 1,303<br>принята Н <sub>0</sub> |                                                      |                                        |
| Спиртные напитки                                                    | 11 (6 %)                      | 13 (7 %)                       | ф*эмп. 0,582<br>принята Н <sub>0</sub> |                                                      |                                        |
| Пища. Безалкогольные напитки                                        | 11 (6 %)                      | 10 (5 %)                       | ф*эмп. 0,204<br>принята Н <sub>0</sub> |                                                      |                                        |

Анализируя ответы в анкетах по вопросам опросника Л. В. Янковского «Адаптация личности в новой социокультурной среде», было отмечено, что некоторые респонденты временами скучают по русской природе, что несет в себе некую нотку ностальгии. В непосредственном общении некоторые респонденты говорили о том, что снега не хватает именно в новогодние праздники, а в остальное время климат Испании однозначно нравится им больше.

Все обозначенные выше индикаторы климатических условий Испании имеют положительную окраску и предполагают возможность для отдыха, комфорта и определенного образа жизни, который рассматривается в следующей категории «Проведение свободного времени; образ жизни».

Из всех 12 категорий данная категория имеет максимальную процентную долю 37 %, состоящую из 70 ассоциаций на слово-стимул «Испания» и лишь 12 % – 24 ассоциации на слово-стимул «Россия».

Результаты по оценке достоверности различий между процентной долей ассоциаций по Испании 37 % и 12 % по России, в данной категории, попадают в зону значимости (ф\*эмп. = 5,961). Принимается Н<sub>1</sub> гипотеза, следовательно, различие процентного соотношения подтверждается и является статистически значимым (таблица 4).

Смысловой контекст категории «Проведение свободного времени; образ жизни» в том, что люди ассоциируют свое новое место жительства со свободой, веселой, легкой жизнью; с разнообразными интересами: футболом, корридой, праздниками, танцами; с отдыхом, общением с друзьями, спокойствием и стабильностью. Учитывая, что из 29 респондентов 26 живут в стране более 2-х лет (данные анкетного опроса), то такая положительная эмоциональная настроенность на образ жизни и проведение свободного времени является подтверждением успешной адаптации в Испании (согласно исследованию все респонденты обладают высоким уровнем адаптации).

Учитывая тот факт, что из 29 человек только 9 человек не работают (3 домохозяйки и 6 студентов) показательно то, что люди все равно не связывают образ

Испании с трудовой деятельностью (таблицы 1 и 2). Для них Испания это страна свободной комфортной жизни.

Что касается России, в категории «Проведение свободного времени; образ жизни» ассоциации связаны в основном с отдыхом на природе, друзьями, Новым годом и Рождеством. Образы, связанные с отдыхом и образом жизни в России являются положительными, но немногочисленными и связаны с прошлым. Основной акцент делается все же на настоящем времени в испанской действительности.

Переходя к следующим категориям «Культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности», «Спиртные напитки», «Пища, безалкогольные напитки», можно увидеть, как на смену контрастному смысловому содержанию приходит совпадение в смысловом наполнении категорий.

Рассматривая категорию «Культура, искусство, литература, наука; выдающиеся личности» мы видим, что Россия и Испания ассоциируется у респондентов с культурой, искусством, выдающимися личностями. В процентном соотношении доля 10 % – 20 ассоциаций (Россия) и доля 14 % – 27 ассоциаций (Испания) различия статистически не значимы (ф\*эмп. = 1,303), результат попадает в зону незначимости, принимается Н<sub>0</sub> гипотеза (таблица 4). Поэтому мы говорим о равномерном наполнении данной категории в каждой из сторон. Россия ассоциируется с образами писателей, композиторов (А. С. Пушкин, И. С. Тургенев, А. П. Чехов, П. И. Чайковский), традициями и культурой, с достижениями в космонавтике.

Испания – с образами музыки (гитары), танцев (фламенко), искусства и литературы (А. Гауди, С. Дали, М. Сервантес, Ф. Г. Лорка).

Важно отметить, что значение культурной жизни, интеллектуального развития находится не на последнем месте и ценится респондентами как в представлениях о своей стране, так и об Испании, что говорит об уважении к культурному наследию той и другой стороны и потребности в культурном и духовном развитии.

Оставшиеся две категории «Спиртные напитки» и «Пища, безалкогольные напитки» тоже являются совпадающими по смысловой наполненности.

Статистическая обработка показала, что результаты  $\phi^2$ эмп попадают в зону незначимости как по «Спиртным напиткам» –  $\phi^2$ эмп. = 0,582, так и по категории «Пища, безалкогольные напитки» –  $\phi^2$ эмп. = 0,204; и в том и в другом случае принимается  $H_0$  гипотеза (таблица 4).

Тот факт, что эти категории находятся не на первых местах, является позитивным и может говорить о том, что для респондентов не актуальна проблема злоупотребления спиртными напитками. Ведь зачастую образ России и россиян связывают со злоупотреблением алкоголя, например, подтверждением этого может быть исследование М. А. Мельниковой [5].

Можно лишь отметить, что в 6 % по России (11 ассоциаций) у всех возник образ водки – крепкого алкогольного напитка, а в 7 % по Испании (13 ассоциаций) – вина, слабого алкогольного напитка.

Категория «Пища, безалкогольные напитки» представлена блюдами национальной кухни, как с одной, так и с другой стороны; различия в процентных долях статистически не значимы: 6 % (Россия) и 5 % (Испания),  $\phi^2$ эмп = 0,204 (таблица 4).

Таким образом, особенностями этнических представлений мигрантов о ценностях страны исхода (России) и страны приема (Испании) являются:

1) большее количество выделенных категорий (11 из 12-ти возможных) при описании автостереотипа «Россия» в сравнении с гетеростереотипом «Испания» (9 из 12-ти);

2) более равномерное наполнение индикаторами категорий автостереотипа «Россия» в сравнении с гетеростереотипом «Испания»;

3) асимметричность в заполнении индикаторами таких категорий авто – и гетеростереотипов как: «Государственно-политическая символика», «Негативная символика», «Семейные ценности» (представлены в автостереотипах и отсутствуют в гетеростереотипах)

и «Общие человеческие ценности» (присутствуют в гетеростереотипах и отсутствуют в автостереотипах);

4) из 12-ти выделенных категорий, категория «Проведение свободного времени; образ жизни», имеет максимальную процентную долю 37 %, (70 ассоциаций) на слово-стимул «Испания» и лишь 12 % (24 ассоциации) на слово-стимул «Россия»; статистически подтверждена значимость различий процентных долей ассоциаций в этой категории на 1 % уровне;

5) категория «Природа среды обитания этноса. Климатические условия. Флора и фауна» характеризуется ярко выраженным контрастом индикаторов, описывающих негативные признаки автостереотипа (России) и позитивные признаки гетеростереотипа (Испании); значимость различий процентной доли ассоциаций по данной категории подтверждена на 5 % уровне.

Как показало исследование, данные особенности могут быть обусловлены такими возможными причинами, объясняющими желание и решение респондентов покинуть Россию и мигрировать в Испанию как стремление избавиться от ощущения «негатива», связанного со средой обитания, с неблагоприятной социальной обстановкой и с негативным опытом личностных контактов. Немаловажным фактором являются климатические условия: мигранты выбирают более комфортный и теплый климат Испании, где в отличие от суровых условий России, всегда тепло.

Сохраняя свою национальную и этническую идентичность, что наглядно характеризует однозначное наличие в автостереотипах респондентов образов государственно-политической символики, семейных ценностей и разнообразие образов культурных ценностей, мигранты стремятся интегрироваться в новую социально-культурную общность. Это стремление объясняет явное преимущество положительных гетеростереотипов в отношении Испании, создавая тем самым возможность для перехода респондентов от позиции «Я» и «Они» к позиции «Я» и «Мы» и основу для эффективного сосуществования и взаимодействия.

## Литература

1. Дробижева Л. М. Интеграционные процессы и адаптация мигрантов в российском обществе // Вестник Российской нации. 2010. Т. 4 – 5. № 12 – 13. С. 88 – 111.
2. Иванов М. С., Яницкий М. С. Модель напряжений самореализации и ее эмпирическая валидизация // Сибирский психологический журнал. Томск, 2007. № 25. С. 20 – 28.
3. Калита В. В., Черникина К. С. Эмоционально-оценочные компоненты этнических представлений русских о себе и о типичных представителях стран Азиатско-Тихоокеанского региона (на примере студентов-психологов) // Казанская наука. Казань: Казанский Издательский дом. 2013. № 4. С. 234 – 238.
4. Калита В. В., Панич О. Е. Кросскультурное исследование динамики этнических стереотипов русских и китайцев: монография. Владивосток: Дальнаука, 2012. 140 с.
5. Калита В. В., Мельникова М. А. Этнические стереотипы жителей дальневосточного приграничья (на примере россиян и китайцев): монография. Федеральное агентство морского и речного трансп., Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Морской гос. ун-т им. Г. И. Невельского». Владивосток: Дальнаука, 2007. 125 с.
6. Петренко В. Ф. Психосемантический подход к этнопсихологическим исследованиям // Этнографическое обозрение. 1987. № 3. С. 197.
7. Почебут Л. Г. Межкультурная коммуникативная компетентность как выражение человеческих отношений // Психологический журнал. 2013. Т. 34. № 4. С. 5 – 15.
8. Серкин В. П. Методы психосемантики: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии. М., 2004. 207 с.
9. Серый А. В. Структурно-содержательные характеристики системы личностных смыслов // Сибирская психология сегодня: сб. научных трудов. Вып. 2. Кемерово, 2004. С. 4 – 13.

10. Серый А. В., Яницкий М. С. Ценностно-смысловая парадигма как методологическая основа оценки и прогнозирования развития личности // Личностное развитие: прогностические модели, факторы, вариативность: монография. Томск: ТГПУ, 2008. С. 71 – 93.
11. Солдатова Г. У. Психология межэтнической напряженности: монография. М., 1998. 386 с.
12. Стефаненко Т. Г. Этническая идентичность: от этнологии к социальной психологии // Вестник Московского университета. (Серия 14: Психология). 2009. № 2. С. 3 – 17.
13. Якухный А. М. Психологическая адаптация личности в новой социокультурной среде на примере русских в Испании // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2013». Секция «Психология», подсекция «Психология личности: человек и ситуация». URL: [http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2013/index\\_2.htm](http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2013/index_2.htm). М.: МАКС Пресс, 2013. 1 электрон.опт. диск (DVD-ROM).

#### Информация об авторах:

**Калита Виталий Владимирович** – кандидат психологических наук, профессор кафедры психологии Дальневосточного федерального университета (Владивосток), [v\\_kalita@yahoo.com](mailto:v_kalita@yahoo.com).

**Vitaliy V. Kalita** – Candidate of Psychology, Associate Professor; Professor at the Department of Psychology, Far East Federal University (Vladivostok).

**Черникина Кристина Сергеевна** – аспирант кафедры психофизиологии и психологии труда в особых условиях Морского государственного университета им. Адм. Г. И. Невельского, [znakk@yandex.ru](mailto:znakk@yandex.ru).

**Kristina S. Chernikina** – post-graduate at the Department of Neuroscience and Labor Psychology in Extreme Conditions, Admiral Nevelskoy Maritime State University (Vladivostok).

**Якухный Андрей Михайлович** – студент кафедры психологии Дальневосточного государственного университета (Владивосток), [apeiron17@yandex.ru](mailto:apeiron17@yandex.ru).

**Andrey M. Yakukhniy** – student at the Department of Psychology, Far East Federal University (Vladivostok).

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 159.99

#### АПРОБАЦИЯ ОПРОСНИКА «РЕПРОДУКТИВНЫЕ МОТИВЫ»

*И. С. Морозова, К. Н. Белогай, Ю. В. Борисенко, Т. О. Отт*

#### TESTING OF «REPRODUCTIVE MOTIVES» QUESTIONNAIRE

*I. S. Morozova, K. N. Belogay, Yu. V. Borisenko, T. O. Ott*

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №14-36-01016*

В статье анализируются результаты апробации опросника, направленного на выявление репродуктивных мотивов – конструктивных и деструктивных. Опросник может быть использован для диагностики мужчин и женщин и позволяет выстроить индивидуальную иерархию мотивов, направленных на рождение ребенка, оценить ведущие мотивы человека в этой области, а также оценить причины, препятствующие рождению детей. Апробация проведена на выборке молодых бездетных женщин.

The paper analyzes the results of testing of the questionnaire aimed at identifying reproductive motives - constructive and destructive. The questionnaire is intended to diagnose men and women and allows the individual to build a hierarchy of motives, aimed at the birth of a child, to assess the motives leading the person in this area, and to assess the reasons preventing the birth of children. The testing was performed on a sample of young childless women.

**Ключевые слова:** репродуктивные мотивы, опросник репродуктивной мотивации, причины отказа от рождения детей.

**Keywords:** reproductive motives, questionnaire of reproductive motivation, reasons for not having children.

Репродуктивное поведение представляет собой систему действий и отношений, опосредующих рождение или отказ от рождения ребенка в браке или вне брака. Выражением репродуктивного поведения является среднее число детей в семье и среднее число детей, рожденных женщиной за всю жизнь [2]. К основным структурным элементам репродуктивного пове-

дения относятся установки и мотивы, нормы и ценности, способствующие либо препятствующие рождению детей, а также результаты репродуктивного поведения – итоговое число детей.

Репродуктивные мотивы представляют собой движущие силы, побуждающие индивида к достижению разного рода целей и личностной реализации

через рождение ребенка. Среди мотивов сохранения и прерывания беременности выделяют экономические, социальные и психологические, кроме того выделяют конструктивные и деструктивные мотивы [3].

Конструктивные репродуктивные мотивы включают стремление дать жизнь другому человеку со всей его уникальностью неповторимостью, переживание беременности как способа принадлежности к семейной системе, как выражения обоюдного желания супругов иметь ребенка, стремления быть матерью при психофизиологической готовности женщины к материнству, а также потребности в заботе о ребёнке и ощущении радости материнства. Деструктивные репродуктивные мотивы проявляются в отношении к беременности как стремлении иметь существо, которое реализует мечты и планы матери, избежать одиночества, способу восполнения дефицита любви к самой себе. К этим феноменам также относятся мотивации беременности как соответствие социальным ожиданиям, способ сохранения отношений и удержания супруга в браке, достижение псевдодифференциации от родительской семьи, беременность как способ легализации брака, как основы для материальных или социальных благ, беременность ради сохранения собственного здоровья, беременность как отказ от настоящего.

Кроме того, репродуктивные мотивы делят на три группы: психологические, социальные и экономические.

1. Экономические мотивы обуславливают рождение того или иного числа детей, при этом посредством рождения ребенка достигаются определенные экономические цели: стремление приобрести какие-то материальные выгоды или повысить (сохранить) экономический статус.

2. Социальные мотивы определяют рождение определенного числа детей в пределах бытующих социокультурных норм и являются индивидуальной реакцией на эти нормы. А. А. Попова пишет, что преобладание социально окрашенной мотивации говорит о том, что «женщину в ее родительстве интересует больше всего ее социальный статус, роль, реакция окружающих на происходящее в семье. В этом случае мотивом рождения ребенка или принятия решения о прерывании беременности может быть мнение родственников, наличие или отсутствие официального мужа, социальный статус женщины».

3. Психологические мотивы также имеют очень важное значение. А. И. Антонов, В. М. Медков отмечают, что через рождение определенного числа детей в этом случае достигаются какие-либо сугубо индивидуальные потребности личности [1; 2]. Беременность означает перестройку системы ценностей для женщины, расстановку жизненных приоритетов (когда ребенок и забота о нем должны выйти на первое место по сравнению с карьерой и отдыхом), принятие новой роли для себя – роли матери. Все это требует душевных затрат от женщины.

Несмотря на значительное число исследований, посвященных становлению родительского отношения, остаются недостаточно изученными психологические факторы, способствующие и препятствующие формированию конструктивной репродуктивной мо-

тивации. Одной из основных проблем в данной области является отсутствие диагностического и исследовательского инструментария [4].

Рассмотрим существующие опросные методики исследования репродуктивной мотивации.

Например, Л. Н. Рабавалюк при использовании модифицированной типологии мотивов сохранения беременности С. С. Балабановой, Б. Наук, З. Х.-М. Саралиевой (2009), создана методика исследования мотивов сохранения беременности (МИМСБ) [5]. Диагностическая часть опросника состоит из нескольких блоков, направленных на определение желанности, запланированности беременности, выявление отношения к финансовым трудностям, диагностику тревожности и страхов, связанных с материнством и т. п.

Для анализа репродуктивной мотивации беременных женщин И. Я. Стоянова и О. В. Магденко используют опросник «Репродуктивных ролевых ориентаций деторождения» (М. Н. Родштейн), авторскую анкету-опросник по изучению репродуктивных мотиваций у беременных женщин (О. В. Магденко), анализ дневниковых записей и речи [6]. Психологическая диагностика репродуктивных мотиваций в период беременности, по мнению авторов, необходима для того, чтобы выявить истинные причины, мотивы и обстоятельства, побудившие женщину к сохранению данной беременности и дополнить представление специалистов о психологическом состоянии и личностных особенностях беременной женщины, её отношении к будущему ребенку. Этот аспект является важным для дальнейшего проведения своевременной психологической коррекции деструктивных репродуктивных мотиваций. Разработанная О. В. Магденко авторская анкета-опросник репродуктивных мотиваций состоит из 70 утверждений, относящихся к разным мотивам беременности. В анкете представлены наиболее значимые социальные, психологические и экономические мотивы, которые влияют на репродуктивную мотивацию. Данная анкета дает возможность выявления конструктивных и деструктивных репродуктивных мотиваций у беременных женщин разного возраста и в любом триместре беременности. На основе наблюдений за беременными женщинами, анкетирования, бесед с ними, анализа «Дневников беременности», анализа речевой продукции беременных женщин были выявлены и дополнительно рассмотрены следующие репродуктивные мотивации: «потребность рождения ребёнка определённого пола», «рождение ребенка для получения поддержки в старости», «беременность по религиозным убеждениям».

Опросник «Репродуктивных ролевых ориентаций деторождения» (М. Н. Родштейн) предусматривает изучение представлений женщин по двум шкалам. Первая шкала свидетельствует о показателях в континууме «генофилия – генофобия», вторая шкала – о «репродуктивной активности – репродуктивной пассивности». Эти базовые стратегии репродуктивных ролевых ориентаций деторождения определяют психологические возможности женщин управлять специфическими требованиями репродуктивной задачи, соответствующими или превышающими личностный ресурс [цит. по 6]. В упомянутом исследовании установлено, что для большинства женщин характерно

проявление таких деструктивных репродуктивных мотиваций, как желание соответствовать социальным ожиданиям (21,05 %), сохранять беременность ради собственного здоровья (18,42 %), получения материальной выгоды (11,84 %) и сохранения отношений (7,89 %). Также отмечаются мотивации беременности ради рождения ребёнка определенного пола (6,58 %), как ухода от одиночества (5,26 %), как протеста (2,63 %), по религиозным представлениям (2,56 %), для получения поддержки в старости (2,56 %). В целом деструктивные репродуктивные мотивации в выборке исследования составляют 68 случаев (89,47 %). Только у нескольких человек (10,53 %) отмечаются конструктивные мотивации деторождения – сохранение беременности ради самого ребенка.

Отметим, что большинство существующих опросников и анкет направлено на диагностику беременных женщин. Однако во многих случаях необходимо диагностировать репродуктивную мотивацию бездетных мужчин и женщин либо людей, уже имеющих детей.

В рамках реализации проекта № 14-36-01016a1 «Уровни регуляции репродуктивного поведения и репродуктивное здоровье молодежи», проводимого при поддержке гранта Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ), нами была разработана опросная методика, предназначенная для диагностики репродуктивных мотивов мужчин и женщин [3]. Опросник «Репродуктивные мотивы» в своей основе имеет классификации репродуктивных мотивов, предложенные психологами и социологами. Мы выделили мотивы рождения ребенка и причины, по которым люди не обзаводятся детьми.

В структуру опросника были включены два основных блока: исследование причин, побуждающих к рождению детей и исследование причин, препятствующих тому, чтобы обзавестись ребенком. После выполнения испытуемыми задания необходимо посчитать суммарное количество баллов по каждому блоку. К конструктивным мотивам был отнесен следующий вариант – беременность ради ребенка (психологический мотив) – наиболее позитивный мотив, отражающий психологическую потребность человека в родительстве и готовность к нему. Он характерен для социально зрелых, лично состоявшихся людей. Также в эту группу был отнесен вариант – рождение ребенка от любимого человека (психологический мотив) – который способствует созданию высокого уровня адаптивности женщины к беременности, а также свидетельствует о зрелости супружеской подсистемы. Будущий ребенок выступает как частица любимого человека, символ «светлого» прошлого или настоящего, который женщина или мужчина хотят пронести через всю жизнь. К деструктивным репродуктивным мотивам было отнесено значительно больше вариантов:

1. Соответствие ожиданиям семьи (социальный мотив) – хотя данный блок опросника трудно отнести к деструктивным мотивам сохранения беременности, конструктивными данные мотивы назвать тоже сложно. Так как беременность у этих женщин наступает, потому что «так надо», и «я должна», а не ради любви, ради ребенка. В качестве заинтересованных

родственников могут выступать и жена, и муж, но чаще это старшее поколение, мечтающее о внуках. Будущие бабушки и дедушки всячески уговаривают, обещают личную помощь и материальную поддержку. Однако с появлением ребенка приоритеты и стремления новых пап и мам остаются прежними. Заниматься решением проблем, связанных с воспитанием ребенка, им совсем не хочется. Родив ребенка, они оказываются в еще большей зависимости – от родителей и их помощи, причем чаще всего эта помощь кажется недостаточной. В конечном итоге рождение малыша для таких родителей связано не столько с радостными, сколько с неприятными переживаниями, что отражается на внутрисемейных отношениях. К тому же нередко портятся отношения со старшим поколением, которое могут обвинять в том, что они заставили нарушить жизненные планы. Следует отдельно выделить беременность для мужчины. При этом ребенок рождается не столько в соответствии со своим желанием, сколько по просьбе мужа или значимого мужчины.

2. Соответствие социальным ожиданиям (социальный мотив) – мотивом являются социальные стереотипы и ожидания общества: «Возраст вынуждает» или «Желание родить ребенка, так как у всех подруг уже есть дети» и др. Этот мотив обычно присущ молодым девушкам из обеспеченных семей или вышедшим замуж по расчету. В рамках традиционной культуры глазами общественного мнения люди, желающие иметь детей, оцениваются гораздо выше, чем не желающие. Это естественно, так как продолжение рода – непреходящая ценность религии и культуры. Поэтому особенно нетерпимое отношение проявляется к женщине, отказывающейся от рождения ребенка. Кроме того, для некоторых людей важно желание быть «как все», не особо заботясь о том, насколько это важно лично для них и насколько они подготовлены в эмоциональном, материальном и иных смыслах. Главное – не отстать от подруги, у которой ребенок уже есть. Мотив самый простой: иметь детей – это правильно, семья без детей – это ужасно. После рождения ребенка с такой мотивацией жизнь кардинально меняется в плане явного ущемления личной свободы, к которой большинство оказывается не готовым. В итоге очень часто для родителей становится виноватым во всем ребенок.

3. Рождение ребенка как протест (социальный мотив) – это «беременность назло» значимому мужчине или родителям. Такое поведение свойственно молодым девушкам. Беременность носит характер вызова, противостояния миру взрослых, является для женщины драматической и часто тяжело травмирует ее психику. Будущий ребенок используется в качестве объективного аргумента, объясняющего невозможность возврата к прежним отношениям. Беременность используется так же как способ достижения псевдодифференциации от родительской семьи.

4. Рождение ребенка ради сохранения отношений (социальный мотив) – мотив манипулирования партнером. Хотя общественное мнение приписывает этот мотив женщине, в действительности и для мужчины он не является редкостью, просто выступает

в несколько ином аспекте. Женщина может стремиться забеременеть и женить на себе подходящего партнера. Как говорят – «привязать» к себе ребенком. Мужчина также может пытаться окружить жену детьми и таким способом либо предотвратить ее уход к другому мужчине, либо соответствовать его представлениям о семейной жизни и распределении обязанностей. Однако надежды на сохранение семьи ради детей довольно наивны и рассчитаны только на сверхответственных родителей. Гораздо чаще рождение малыша только усложняет ситуацию.

5. Рождение ребенка как уход от настоящего (психологический мотив) – мотивом является борьба с одиночеством. Боязнь человека остаться одному, без общества, является мощным стимулом для обзаведения потомством. Дети всегда будут требовать внимания и не дадут остаться наедине с собой, всегда можно будет заниматься их проблемами и не обращать внимания на свои. Такие родители, с одной стороны, заботятся о малыше, а с другой – полностью подчиняют ребенка своей воле. Но как только дети вырастают и перестают подчиняться, родители оказываются в очень непростом положении. К сожалению, такие обстоятельства могут негативно сказаться на судьбе ребенка, поскольку помешают

ему гармонично развиваться, приобрести собственные жизненные навыки и ориентиры.

6. Рождение ребенка ради сохранения собственного здоровья (психологический мотив), мотив обусловлен боязнью причинить вред своему здоровью абортom или утратить возможность деторождения в будущем.

7. Мотив рождения ребенка для получения материальной выгоды (экономический мотив), получивший в последнее время достаточно широкое распространение – совершенно банальный мотив, который встречается как в браке, так и вне брака. Как мужчины, так и женщины рассчитывают с помощью ребенка улучшить свое материальное положение. Будущие родители уже с самого момента беременности надеются получить материальные блага от любовника, супруга, родителей и даже от государства.

8. Мотив воплощения своих нереализованных стремлений через ребенка (психологический мотив отражает стремление матери или отца иметь ребенка), который воплотит нереализованные планы, мечты и желания родителя.

На выборке из 32 бездетных женщин в возрасте 20 – 30 лет были получены следующие результаты (таблица).

Таблица

Выраженность репродуктивных мотивов в группе бездетных женщин

|    | <i>Репродуктивные мотивы</i>                                    | <i>Уровень</i> |                |               |
|----|-----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------|
|    |                                                                 | <i>высокий</i> | <i>средний</i> | <i>низкий</i> |
| 1  | Беременность ради ребенка                                       | 66 %           | 21 %           | 3 %           |
| 2  | Рождение ребенка от любимого человека                           | 66 %           | 21 %           | 3 %           |
| 3  | Соответствие ожидания семьи                                     | 6 %            | 28 %           | 66 %          |
| 4  | Соответствие социальным ожиданиям                               | 0              | 28 %           | 72 %          |
| 5  | Рождение ребенка как протест                                    | 3 %            | 13 %           | 84 %          |
| 6  | Рождение ребенка ради сохранения отношений                      | 9 %            | 41 %           | 50 %          |
| 7  | Рождение ребенка как уход от настоящего                         | 6 %            | 47 %           | 47 %          |
| 8  | Мотив рождения ребенка для получения материальной выгоды        | 0              | 28 %           | 72 %          |
| 9  | Мотив воплощения своих нереализованных стремлений через ребенка | 6 %            | 56 %           | 38 %          |
| 10 | Рождение ребенка ради сохранения собственного здоровья          | 3 %            | 34 %           | 63 %          |

Таким образом, по данным нашего опросника в выборке молодых бездетных женщин с явным отрывом преобладают конструктивные репродуктивные мотивы – беременность ради ребенка и беременность от любимого человека (рис. 1). Среди неконструктивных репродуктивных мотивов преобладают такие мотивы как воплощение через ребенка нереализованных стремлений и желаний, сохранение отношений и рождение ребенка как уход от настоящего.

Во втором блоке опросника, касающегося причин не заводить детей, по каждому пункту берется балл и

рассматриваются индивидуально приоритетные причины отказа от рождения ребенка (например, три причины, набравшие максимальное количество баллов). В качестве причин были предложены варианты, связанные с отношением к материальным трудностям, субъективным ощущением ограничения свободы, озабоченностью внешностью и здоровьем, проблемами в отношениях с партнером.

Выраженность причин, препятствующих рождению ребенка в той же группе обследованных женщин представлена в рисунке 2.

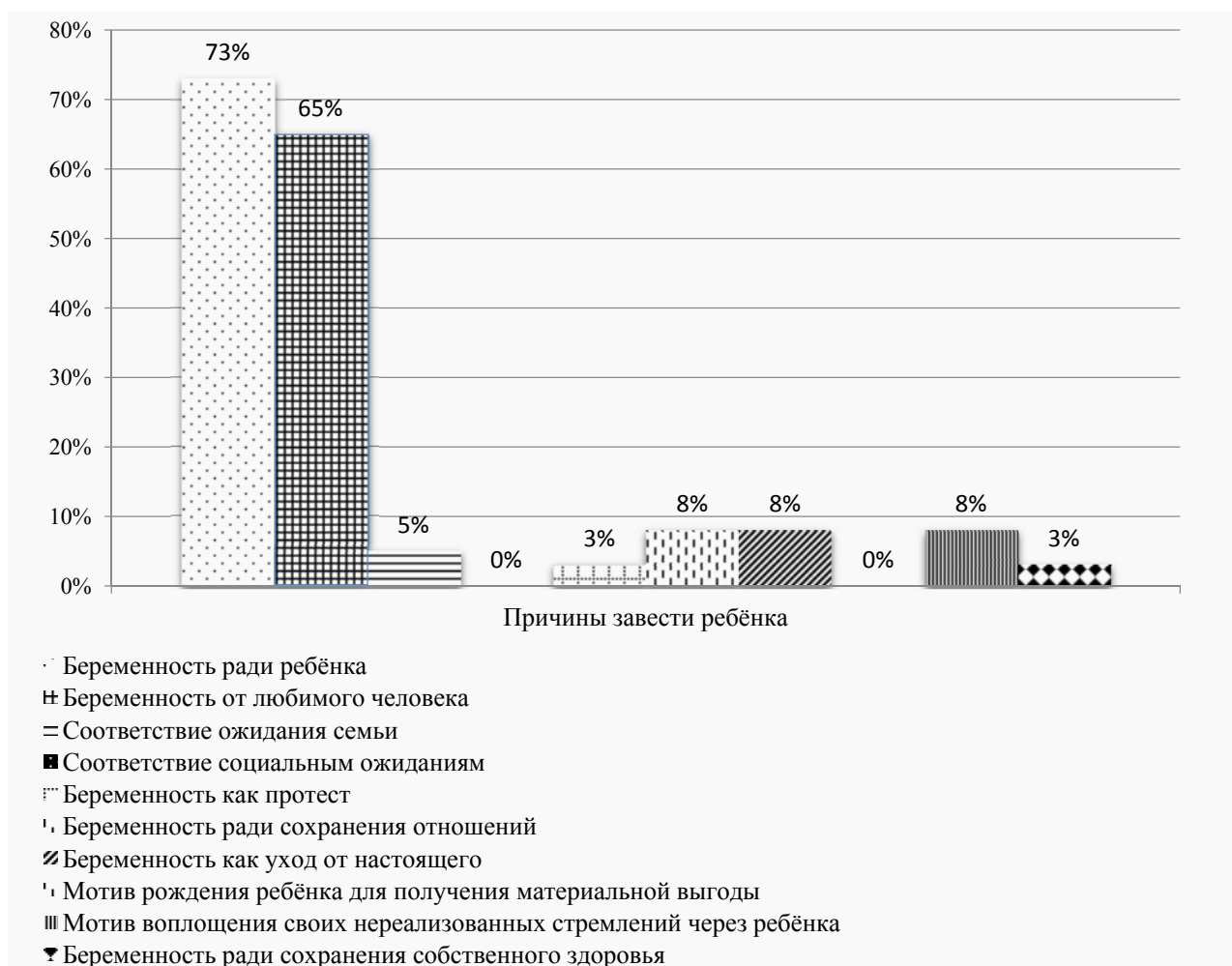


Рис. 1. Репродуктивные мотивы в обследованной выборке

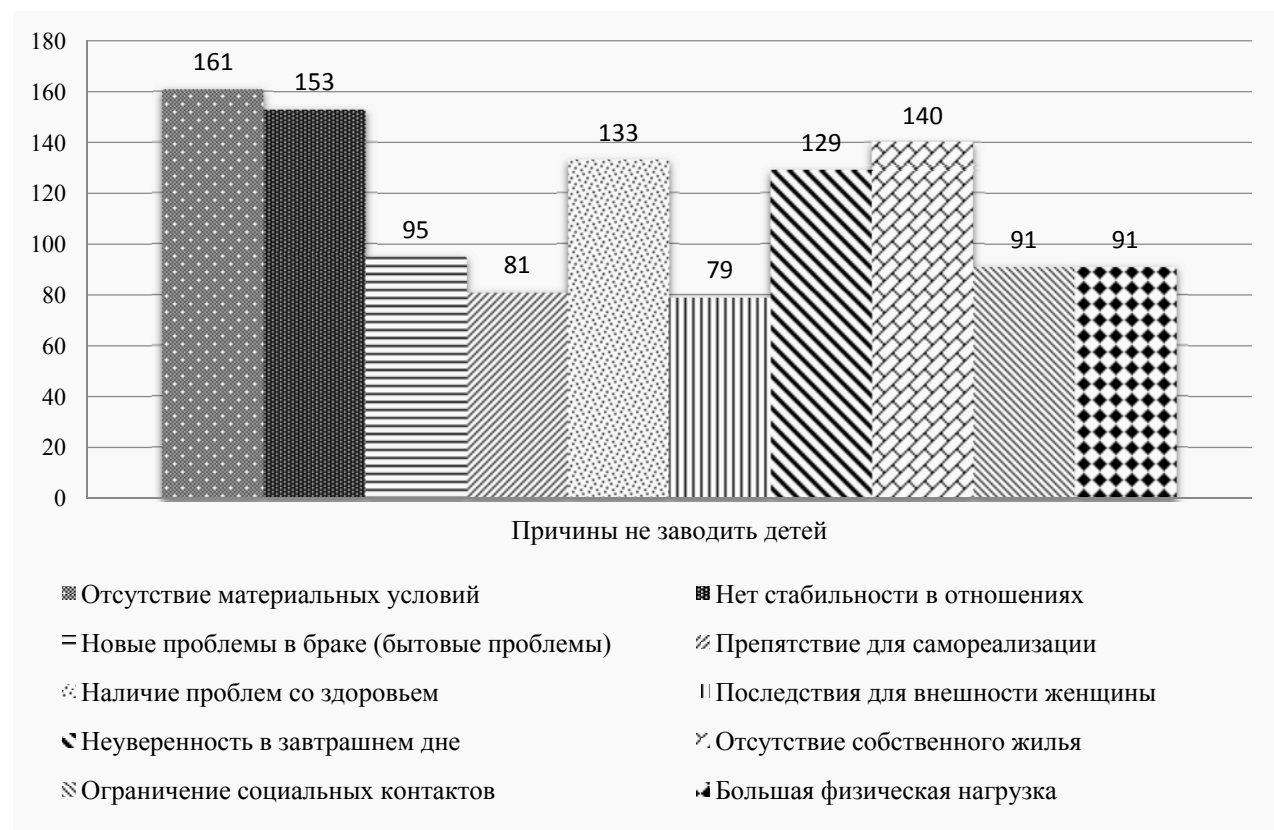


Рис. 2. Причины отказа от рождения ребенка в обследованной выборке

Среди причин отказа от рождения ребёнка наибольшую сумму баллов получил мотив, отражающий субъективное отношение к материальным (финансовым) затруднениям.

Следующим мотивом оказался мотив, показывающий отсутствие стабильности в отношениях с партнёром.

На третьем месте мотив, также отражающий субъективное отношение к материальным трудностям (отсутствие собственного жилья).

Выражены и мотивы, связанные с озабоченностью собственным здоровьем и неуверенностью в завтрашнем дне.

### Выводы

1. Для проведения исследовательской работы, а также для целей психологической практики в настоя-

щее время существует потребность в разработке компактного опросника, направленного на диагностику репродуктивной мотивации мужчин и женщин, как имеющих детей, так и бездетных.

2. Разработанный опросник «Репродуктивные мотивы» направлен на выявление ведущих репродуктивных мотивов человека, построение иерархии мотивов и определение причин, препятствующих рождению детей.

3. Первичная апробация опросника показывает, что при его использовании возникает эффект социальной желательности. Для минимизации эффекта и получения наиболее достоверных результатов, необходимо дополнять опросник проективными методами исследования. Авторами в настоящее время разрабатываются и апробируются подобные методики изучения репродуктивной мотивации.

### Литература

1. Антонов А. И. Микросоциология семьи (методология исследования структур и процессов): учебное пособие для вузов. М.: Nota Bene, 1998. 360 с.
2. Медков В. М. Основы демографии: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2003. 448 с.
3. Морозова И. С. Технологии формирования конструктивной репродуктивной мотивации и профилактики abortивного поведения молодежи: учебно-методическое пособие / сост. И. С. Морозова, К. Н. Белогай, Ю. В. Борисенко, Т. О. Отт. Кемерово, 2014. 158 с.
4. Морозова И. С., Белогай К. Н., Борисенко Ю. В. Психология семейных отношений: учебное пособие. Кемерово, 2010. С. 18 – 31.
5. Рабовалюк Л. Н. Методика исследования мотивов сохранения беременности (МИМСБ) // Молодой ученый. 2012. № 6. С. 350 – 356.
6. Стоянова И. Я., Магденко О. В. Мотивации деторождения беременных женщин в ракурсе становления материнской идентичности // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. 2012. № 3(14). URL: <http://medpsy.ru> (дата обращения: 15.06.2014).

### Информация об авторах:

**Морозова Ирина Станиславовна** – доктор психологических наук, профессор, заведующая кафедрой общей психологии и психологии развития КемГУ, [ishmorozova@yandex.ru](mailto:ishmorozova@yandex.ru).

**Irina S. Morozova** – Doctor of Psychology, Professor, Head of the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

**Белогай Ксения Николаевна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и психологии развития КемГУ, [belogi@mail.ru](mailto:belogi@mail.ru).

**Kseniya N. Belogay** – Candidate of Psychology, Assistant Professor at the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

**Борисенко Юлия Вячеславовна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и психологии развития КемГУ, [evseenkova@mail.ru](mailto:evseenkova@mail.ru).

**Yuliya V. Borisenko** – Candidate of Psychology, Assistant Professor at the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

**Отт Татьяна Олеговна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и психологии развития КемГУ, [Olegovna5555@ya.ru](mailto:Olegovna5555@ya.ru).

**Tatyana O. Ott** – Candidate of Psychology, Assistant Professor at the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ОСОБЕННОСТИ ДЕТСКО-РОДИТЕЛЬСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ПРИЕМНЫХ СЕМЬЯХ

*И. С. Морозова, К. Н. Белогай, Т. О. Отт*

## SPECIAL FEATURES OF CHILDREN- PARENTS RELATIONS IN FOSTER FAMILIES

*I. S. Morozova, K. N. Belogay, T. O. Ott**Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №14-16-42007*

В статье обсуждаются результаты исследования детско-родительских отношений в приемных семьях. Обсуждаются различия в типах мотивации усыновления. Показаны различия в родительском отношении в зависимости от типа мотивации усыновления ребенка.

The paper discusses the results of a study of parent-child relationships in foster care. The differences in the types of motivation adoption are revealed. The authors show the differences in parents' attitude depending on the type of motivation for adopting a child.

**Ключевые слова:** приемная семья, приемный ребенок, мотивация усыновления, детско-родительские отношения.

**Keywords:** foster family, foster child, adoption motivation, parent-child relationship.

В формировании и развитии личности ребенка, его индивидуальных качеств и психических свойств незаменимую роль играет семья. Психологическая общность семьи проявляется в наличии социально-психологических характеристик, присущих семье, таких, как совместимость, сработанность, сплоченность, социально-психологический климат и др. (А. Л. Журавлев, 2008; Л. Б. Шнейдер, 2008).

Исследователи единодушно признают, что наиболее естественной средой для воспитания и развития детей является семья. Наиболее исторически представленными формами устройства детей-сирот являются усыновление и опека. С 1996 года в Российской Федерации законодательно закреплена приемная семья. Однако в России семейные формы устройства не получают своего широкого распространения и одной из причин этого является отсутствие их целенаправленного и научного изучения. По мнению многочисленных ученых, актуальность приобретает изучение и научное обоснование эффективности деятельности приемной семьи как формы семейного устройства детей-сирот, направленной на «возвращение сирот в жизнь» путем восстановления их «базового доверия к миру» в контексте системной связи отношений «ребенок – семья – общество». В связи с вышеизложенным очень важной, по нашему мнению, является аргументация, предложенная В. А. Цветковым, согласно которой необходимость развития и совершенствования приемной семьи как формы устройства детей, оставшихся без попечения родителей, продиктована рядом причин. Во-первых, правом ребенка жить и воспитываться в семье (статья 20 Конвенции о правах ребенка). Во-вторых, высокой степенью социальной дезадаптации выпускников учреждений для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей. В-третьих, переполненностью учреждений для детей,

оставшихся без попечения родителей. В-четвертых, преимуществом с педагогической и экономической точки зрения за счет отсутствия капитальных расходов (на поддержание материальной базы учреждений, осуществление ремонта и т. п.) [8, с. 8].

Приоритет семейного устройства детей обусловлен значением семьи в развитии человека и особыми, по сравнению с государственными учреждениями закрытого типа, условиями и сущностью ее функционирования. До недавнего времени система социальной адаптации детей-сирот в нашей стране в основном была представлена домами ребенка, детскими домами, социальными приютами, интернатами. Большинство отечественных и зарубежных исследователей эта модель воспитания признана неадекватной потребностям развития ребенка (И. В. Дубровина, 1990; В. К. Зарецкий и др., 2002; Дж. Боулби, 2006; М. Ю. Лобанова и др., 2007). Согласно материалам различных исследований, содержание ребенка в детском доме в большинстве случаев приводит к нарушениям в его развитии (В. С. Мухина, И. А. Залыкина, Е. О. Смирнова, Т. М. Землянухина, А. М. Прихожан, Н. Н. Толстых, Т. А. Басилова, И. В. Дубровина). Анализ проблемы сиротства убедительно показывает, что в сиротских учреждениях не всегда предоставляются условия для компенсации последствий депривации, а это, в свою очередь, чревато серьезными последствиями для формирования личности и затрудняет дальнейшую социализацию ребенка.

Многочисленные исследования подтверждают то, что до сих пор не существует лучших условий для воспитания ребенка, чем те, которые создаются в любых вариантах семей (М. Мид, 1988; И. В. Дубровина, 1990; К. А. Абульханова-Славская, 1991; Н. П. Иванова, О. В. Заводилкина, 1993; Д. Гомьен и др., 1998; М. В. Осорина, 2004; Э. Г. Эйдемиллер и др., 2005;

С. Биркхойзер-Оэри, 2006; Е. Г. Силаева и др., 2008; В. Н. Дружинин, 2008).

На наш взгляд, изучение замещающей семьи как особой психосоциальной и профессиональной структуры позволило определить факторы ее успешного существования как реабилитационной структуры, обосновать необходимость учета особенностей ее функционирования в ситуациях психологической помощи детям с особыми потребностями.

Особую значимость для нашего исследования представляют работы, посвященные обсуждению различных проблем, возникающих в приемных семьях. Проведенный нами анализ трудностей приемных семей указывает на наличие таких общих проблем у родителей, как: незнание особенностей возрастнопсихологического развития детей, имеющих негативный опыт проживания в биологической семье; неготовность взрослых к трудностям и переменам в семейных отношениях, которые возникают с появлением в ней нового члена; отсутствие знаний юридического и медицинского характера; конфликты с кровными детьми и/или близкими родственниками из-за приемного ребенка; неумение адекватно реагировать на невротические реакции приемного ребенка, отучать его от вредных привычек, помогать преодолевать конфликты с одноклассниками, учителями, улучшать успеваемость, предупреждать немотивированные уходы из дома [1; 2].

Специалисты в области клинической психологии (Н. И. Вшанова, М. В. Гордеева, М. О. Дубровская, В. К. Зарецкий, В. Н. Ослон, В. В. Терехина, А. Б. Холмогорова и др.) активно исследуют факторы нарушений психического и соматического здоровья детей-сирот и определяют пути решения проблемы сиротства.

Широко рассмотрена в научной литературе проблема психического развития детей, находящихся в условиях дефицита общения с близким взрослым. Данная проблема представлена в работах отечественных и зарубежных ученых: Л. С. Выготского, Л. М. Шипициной, Д. Боулби, Э. Фромма. Проблемы эмоционального развития ребенка-сироты в приюте исследовались швейцарскими психологами М. Майерхофер и В. Келлером. По их мнению, социальная и биологическая неполноценность родителей является основным фактором развития психических нарушений у детей, лишенных родительского попечения.

М. И. Буянов, анализируя проблему усыновления, рассматривал процессы компенсации и декомпенсации усыновленных детей разных возрастов. Его исследования показали противоречивость последствий усыновления для детей с ограничениями здоровья. Значительный интерес представляют работы Л. Я. Олиференко и Т. И. Шульга о процессах социальной адаптации личности. Значение социальных факторов в развитии детской психики представлено в работах Э. Фромма, А. М. Прихожан, Н. Н. Толстых.

Особенности приёмной семьи, роль психологического климата в жизни осиротевших детей объясняет изучение трудов специалистов в области педагогики, психологии, медицины: С. А. Ананьина, И. А. Бобылёвой, О. В. Заводилкиной, Т. В. Ермоловой,

Н. П. Ивановой, В. С. Мухиной, Е. М. Рыбинского, Е. О. Смирновой, М. Ф. Терновской.

Особенности психического здоровья детей, лишенных родительского попечения, исследовались в работах Т. В. Бессоновой, Е. А. Вострокнутовой, В. В. Лебединской, В. С. Мухиной, О. С. Никольской и др. Медико-социальные аспекты создания и функционирования приемных семей рассматриваются в работах Г. П. Котельникова, И. М. Маковецкой, Н. И. Мельченко, О. М. Михасека, Л. П. Петровой, Е. М. Савицкой и др.

Изучению личностных особенностей приемных родителей, общей и педагогической культуры биологических и приемных родителей, здоровья приемного ребенка при подготовке будущей приемной семьи посвящен целый ряд работ психологов, педагогов, сотрудников центров усыновления детей (Г. И. Гусарова, Г. П. Котельников, Л. П. Петрова, Л. А. Чернышова и др.).

Наблюдается относительное сходство позиций в понимании общих закономерностей процесса, значимости семьи и семейных отношений для дальнейшей социализации, особенностей развития ребенка-сироты, трудностей адаптационного процесса на начальном этапе, отмечаются некоторые расхождения в определении временных этапов адаптации. Эти расхождения не имеют принципиальной важности, поскольку являются результатом автономности исследовательских подходов, работы в рамках конкретных научных дисциплин.

В теоретическом плане проблема приемного родительства рассматривается в контексте социально-психологического подхода, опирающегося на социальную детерминацию психического склада личности, социальную мотивацию поведения родителей и реализацию родительства в конкретных общественно-исторических и социально-психологических условиях, что предопределяет значимость проблемы в структуре социально-психологического знания (Б. Д. Парыгин, 2003). Исследование приемного родительства выступает в качестве одного из аспектов разработки проблем психологии взаимовлияния, общения, социализации, конфликтов и духовно-нравственного содержания человеческих взаимоотношений.

Однако до сих пор отсутствуют теоретически обоснованные и практически подтвержденные данные относительно социально-психологических детерминант успешного приемного родительства, то есть такого родительства, которое ведет к принятию ребенка и идентификации его с членами приемной семьи.

Проведенный теоретический анализ результатов исследований позволяет утверждать, что оптимизация процессоразвития и воспитания детей в приемной семье проявляется в следующих параметрах:

- быстрее происходит социальная адаптация в окружающем мире,
- значительно улучшаются успехи в учебе,
- детям прививаются навыки ведения домашнего хозяйства, личной гигиены;
- ребенок становится активным участником воспроизводства социального опыта через взаимо-

действие, взаимовлияние, общение с представителями разных поколений.

Особое значение в приемной семье как в системе приобретают динамические процессы, обусловленные характером складывающихся взаимоотношений. Благоприятная атмосфера в семье и выстраивание в ней гуманных взаимоотношений – одно из неперменных условий стабильности и воспитательной ценности приемной семьи [4].

Позитивное принятие ребенка, являющееся одним из основных показателей формирующихся взаимоотношений с ним, по-разному складывается в зависимости от типа семьи и позиций, которые могут быть разнообразны. О том, насколько важна готовность родителей к позитивному принятию в свою семью чужого ребенка, говорят зарубежные исследователи, изучавшие опыт воспитания детей в фостеровских семьях (В. Голланс, П. Котли). Позитивное отношение родителей к личности приемного ребенка, его трудностям и проблемам облегчает процесс вхождения ребенка в семью и взаимную адаптацию семьи с ее укладом и с их индивидуальными особенностями.

Оптимальная родительская позиция должна отвечать трем главным требованиям: адекватности, гибкости и прогностичности. Адекватность позиции взрослого основывается на реальной точной оценке особенностей своего ребенка, на умении увидеть, центрироваться на том, чего он хочет в принципе добиться от своего ребенка; знание и учет возможностей и склонностей ребенка – важнейшее условие успешности развития. Гибкость родительской позиции рассматривается как готовность и способность изменения стиля общения, способа воздействия на ребенка по мере его взросления и в связи с различными изменениями условий жизни семьи. «Закостенелая», инфантилизирующая позиция ведет к барьерам общения, вспышкам непослушания, протеста в ответ на любые действия. Прогностичность позиции выражается в ориентации на зону ближайшего развития ребенка и на задачи завтрашнего дня; это опережающая инициатива взрослого, направленная на изменение общего подхода к ребенку с учетом перспектив его развития.

Эмоциональный контакт, основанный на положительном, позитивном принятии ребенка, существенно влияет на согласованность и взаимопонимание между членами семьи. Можно предположить, что достижение взаимопонимания и согласованности во взаимодействии – задача достаточно трудная для любой семьи, и еще более трудная для приемной семьи, проблемных семей и семей «группы риска». Подтверждением этого предположения можно считать выводы, к которым приходят исследователи В. Н. Дружинин, Н. В. Ключева, А. В. Петровский, В. А. Рахмашаева и др., изучавшие характер и направленность отношений в семье.

Исследователи подчеркивают, что чаще всего инициатором взаимодействия выступает ребенок. Он тянется к более эмоционально близкому взрослому, который служит главным партнером в общении. В результате ребенок будет интеллектуально похож на того родителя, с которым установлены близкие эмо-

циональные взаимоотношения, и которому он подражает. Таким образом, за счет взаимопонимания и согласованности взаимодействий между родителями и детьми формирующаяся система гуманных взаимоотношений существенно дополняется такими качественными характеристиками, как идентификация поведения того родителя, который эмоционально близок ребенку и выстраивает с ним обоюдно значимые отношения. Рассматривая роль родительства в аспекте семейной системы, нужно отметить, что именно социализация и воспитание детей сохраняется на протяжении исторического этапа существования семьи в качестве ее основной функции. Родительское отношение можно определить как избирательную в эмоциональном и оценочном плане психологическую связь родителя с ребенком, выражающуюся в переживаниях, действиях, реакциях и возникающую под влиянием культурных моделей родительского поведения, собственной жизненной истории и личностных особенностей родителя. С одной стороны, родительское отношение является фактором успешного развития ребенка, с другой стороны, частью личностной сферы человека и возникает под влиянием системы разнообразных условий: биологических, социокультурных и индивидуальных [3]. Следует подчеркнуть, что родительство развивается в человеке с момента его рождения (А. Н. Кочетков, 1988, Б. Ливехуд, 1994, Н. И. Олифирович и др., 2008), когда он запечатлевает образ собственных родителей и идентифицирует себя с ними, а затем на практике проверяет свои возможности, корректирует или не корректирует свои действия в качестве родителя и собственные представления о себе как родителе (J. Bowlby, 1980).

Детско-родительские взаимоотношения в приемной семье проявляются также в особенностях формирования системы правил и санкций взаимодействия. С приходом приемного ребенка в семью изначально возникают конфликты с приемным ребенком ввиду того, что у него имеются представления о семье, которые часто не совпадают с мнением приемных родителей. В этом смысле особую значимость приобретает согласованность действий родителей и всех членов семьи в общих требованиях к ребенку.

Важно подчеркнуть, что приемная семья отличается от других форм принятия детей на воспитание (усыновление, опека) – временным характером и договорным способом оформления отношений [5].

Профессиональные семьи заключают с государством контракт, на основании которого семья обязуется воспитывать ребенка в течение определенного времени и получает за это деньги. В. Н. Ослон, исследуя особенности функционирования таких семей, пришла к выводу, что замещающая профессиональная семья является хорошим решением проблемы интеграции детей-сирот в общество, т. к. профессиональная семейная забота (усыновление) сопряжена с экономическими трудностями. Сторонники нового подхода к профессиональным семьям считают важным психологическое сопровождение этих семей, и особое внимание предлагают уделять подготовке родителей-опекунов и детей к осуществлению замещающей заботы такого типа. Мы согласны с позицией Л. С. Печнико-

вой, Е. Б. Жуйковой, согласно которой, подобная модель имеет ряд недостатков, связанных с тем, что ребенку может быть трудно воспринять новую семью своей, так как человек, которого он называет «мамой», получает за это зарплату. Кроме того, некоторая неуверенность в семейных отношениях может порождаться опасениями за будущее в связи с возможностью расторжения контракта [6].

Наше исследование было посвящено изучению детско-родительских отношений в приемных семьях. В нем принимали участие родители и усыновленные дети; дети под опекой и под патронатным воспитанием (последние два варианта выбраны родителями, по их словам, из социальных и юридических соображений, в расчете на льготы). Все дети считали своих приемных родителей родными.

Первый показатель «Позитивное принятие ребенка» диагностировался с помощью мини-сочинения «Мой ребенок». Контент-анализ текстов осуществлялся путем подсчета положительных и отрицательных характеристик личности ребенка, распределение которых производилось по четырем параметрам оценки: внешний облик ребенка в целом, деятельность ребенка и его отношение к родительскому воздействию, поведение.

Анализ данных, полученных по выделенным параметрам, позволяет прийти к выводу о том, что приемные родители чаще замечают отрицательные характеристики приемных детей, не обращают в целом особого внимания на отношение детей к родительскому воздействию. Эти результаты не позволяют считать, что имеет место абсолютное позитивное принятие родителями приемного ребенка. Этот уровень условно можно обозначить как средний с некоторым преобладанием отрицательной оценки (53 %).

Второй показатель – эмоциональный контакт родителей с приемным ребенком – оценивался по результатам двух тестов (PARI и «Кинетический рисунок семьи»). В первом тесте для нас особую значимость представляли три его шкалы: оптимальный эмоциональный контакт, излишняя эмоциональная дистанция и излишняя концентрация на ребенке.

Анализ результатов показал, что оптимальный эмоциональный контакт в приемной семье практически отсутствует, так как взаимоотношения достаточно напряжены, конфликтны, дети чувствуют враждебность, тревожность, родители в свою очередь либо излишне сконцентрированы на ребенке, либо эмоционально дистанцированы.

Третий показатель – мотивация усыновления (анкетные данные). По результатам анализа анкетных данных нами определены следующие мотивы:

1) желание иметь ребенка в случае невозможности по физиологическим причинам родить собственного (23 %);

2) любовь к детям, в то время как собственные уже выросли (12 %);

3) милосердие (18 %);

4) чувство одиночества (10 %);

5) желание иметь ребенка другого пола (15 %);

5) религиозные мотивы (14 %);

6) интерес к материальному вознаграждению (8 %).

Изучение мотивации позволило выделить круг общих и специфических мотивов, характерных для приемной семьи [7].

К общим мотивам можно отнести – религиозные мотивы, мотив иметь большую семью; желание иметь ребенка другого пола; желание улучшить свои жилищные условия; самореализация и самоутверждение (29 %).

К специфическим мотивам, определяющим образование приемной семьи относятся материальное вознаграждение за труд; милосердие к детям; бездетность; желание быть известным; избавление от чувства одиночества (71 %).

Рассматривая мотивацию как совокупность мотивов, определяющих характер деятельности, была предпринята попытка классификации всех выявленных мотивов создания приемной путем условного разделения на 3 группы:

– группа позитивных мотивов, обеспечивающие успешную реализацию функций приемной семьи – милосердие к детям, нуждающимся в поддержке, желание иметь большую семью, желание иметь детей другого пола, самореализация и самоутверждение (45 %);

– группа потребительски мотивов, предполагающие в большей степени удовлетворение потребностей родителей и их кровной семьи – материальное вознаграждение, желание быть известным, улучшить жилищные условия (8 %);

– группа нейтральных мотивов, которые в зависимости от личностных особенностей родителей и их внутренней готовности могут сыграть как положительную роль в развитии ребенка, так и отрицательную – религиозные мотивы, бездетность, чувство одиночества (47 %).

Четвертый показатель – отношения родителей с приемными детьми в зависимости от мотивов усыновления.

Мотивация образования приемной семьи определяла специфику отношения приемных родителей к приемным детям как на осознаваемом, так и на неосознаваемом уровнях.

Так, в семьях с позитивными мотивами отмечалась более высокая степень принятия приемных детей, чем в семьях с потребительскими мотивами. При этом детско-родительские отношения характеризуются симбиотической привязанностью, необходимостью для родителей постоянного выражения благодарности за их поступок. Для приемных родителей характерна особая необходимость в любви, ее нехватка, что связано с недостатком любви в супружеской подсистеме. В то же время неоправданные надежды, связанные с приемными детьми, в семьях с позитивной мотивацией могут иметь негативные последствия по отношению к приемным детям (переориентация установок на воспитание, как правило, в сторону инвалидизации, инфантилизации детей) и приемным родителям (эмоциональная неудовлетворенность). Следует отметить, что согласно данным статистического анализа, чем в большей степени родители будут склонны принимать

приемных детей такими, какие они есть, поддерживать оптимальную эмоциональную дистанцию, сотрудничать, вести себя последовательно, признавать право детей на самостоятельность, излишне не контролировать их, тем лучше дети будут относиться к своим приемным родителям.

Если семья не может иметь детей по медицинским причинам (группа нейтральных мотивов), то данное обстоятельство также определяет особенности детско-родительских отношений. Детско-родительские отношения характеризуются гиперопекой, большим количеством ожиданий у родителей по поводу ребёнка, для семей характерны проблемы в супружеских отношениях. Сплоченность семьи высокая, причем мать с ребенком объединены, а отец находится на периферии. Как частный вариант можно рассматривать те случаи, когда нет детей определенного пола, и приемный ребенок выбирается по половому признаку. Особенностью этого частного случая является еще большее количество ожиданий от ребенка и фантазий о нем на момент усыновления.

В семьях, в которых мотивы усыновления определяются через категорию потребительских (материальное вознаграждение, желание быть известным, улучшить жилищные условия) определено следующее своеобразие детско-родительских отношений. Для приёмных родителей характерно постоянно тревожное ожидание «проявления неблагоприятного генофонда», недоверие к себе как к родителю, идеализация семейной ситуации. При этом наблюдается два варианта поведения родителей. В первом случае родители часто обращаются за помощью к врачам и психологам, нередко их дети находятся в больницах на лечении. Во втором случае родители ставят воспитание на центральное место, они активно изучают литературу, посещают и организуют различные сообщества, в которых обсуждаются темы, связанные с воспитанием приемных детей. Здесь имеет место недоверие к себе как к родителю, страх оказаться плохим родителем, стремление постоянно показывать и доказывать свою любовь и заботу к ребенку.

В рамках анализа личностных качеств родителей-воспитателей была выявлена их взаимообусловленность с мотивацией образования приемной семьи. Так, у родителей, имеющих позитивную мотивацию, отмечался высокий уровень стремления к саморазвитию, в то время как в семьях с потребительской мотивацией – тенденции к остановившемуся развитию.

Обнаружена взаимосвязь самоактуализации личности, мотивации образования семьи и активности родителей, где, на наш взгляд, определяющая роль принадлежит уровню самоактуализации как личностной характеристике. Таким образом, чем выше уровень самоактуализации личности родителя-воспитателя, тем выраженнее позитивная мотивация в образовании приемной семьи и стабильнее проявление позитивной активности, и наоборот.

Выявлено, что наличие несовершеннолетних родных детей увеличивает эмоциональную нагрузку родителей и определяет выраженность эмоциональной дистанцированности приемных родителей с приемными детьми, что, на наш взгляд, может затруднять

реабилитацию детей-сирот в рамках замещающей семьи и способствовать отвержению приемных детей. Помимо этого несогласие родных детей с деятельностью родителей, снижает их эмоциональную удовлетворенность, микросоциальную адаптивность во внутрисемейных отношениях и негативно отражается на психологическом здоровье семьи.

Проведенный анализ полученных данных позволяет утверждать, что воспитание ребенка в приемной семье сопряжено с трудностями, главными отличительными чертами которых являются «стресс нового образа жизни», социально-психологическая отчужденность, обуславливающие возможные негативные поведенческие реакции ребенка, ухудшение атмосферы семейных отношений. Для их предупреждения и преодоления необходимо создать следующие условия: наличие развивающей среды, обеспечение персонифицированного жизненного пространства, отвечающего таким ведущим потребностям детей, как потребности в любви, безопасности, защищенности, впечатлениях, общении, социальных контактах, двигательной активности, комфортности, динамичности, открытости. В качестве средств, обеспечивающих полноценное развитие и воспитание могут быть использованы: общение, бытовой семейный труд, семейные традиции, социальное обучение, игра, совместная деятельность. Важно подчеркнуть, что при анализе характеристики семьи с «особым» ребенком на первое место необходимо определить наличие таких качеств, как гибкость, сопротивляемость, открытость к переменам. По сути, семья дополняет те качества, которыми ребенок не обладает из-за своих «особых» потребностей.

К закономерностям осуществления процессов развития и воспитания следует отнести:

- зависимость целей и характера воспитания ребенка в приемной семье от его жизненного опыта, уровня развития, подготовленности к проживанию в новой семье;
- зависимость от изменения соотношения абилитационных, реабилитационных, социализирующих и ресоциализирующих компонентов содержания воспитания по мере возрастного развития ребенка;
- зависимость от продолжительности проживания в приемной семье.

Существование в целом общих и специфических закономерностей в функционировании приемных семей дает основание предположить, что приемная семья – это особая психосоциальная группа, имеющая свою внешнюю и внутреннюю структуру, основанную на брачных, родственных и юридических отношениях членов семьи, социальная необходимость в которой обусловлена потребностью общества в восстановлении наиболее естественным путем «базового доверия к миру» у детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей и их адекватной адаптации в социуме. Следовательно, по условиям и характеристикам жизнедеятельности приемная семья является психосоциальной группой, а по направленности деятельности – реабилитационной структурой.

В то же время приемная семья является временной структурой, в рамках которой родители осуществ-

влияют деятельность по воспитанию детей-сирот, получая за ее осуществление заработную плату. Деятельность приемных родителей является особой деятельностью, что определяется контингентом приемных детей, у которых достаточно часто отмечаются разнообразные отклонения в развитии. Поэтому воспитание детей-сирот требует обязательной профес-

сионально-личностной готовности родителей-воспитателей к осуществлению такого рода деятельности. Вышесказанное свидетельствует, что приемная семья является особой профессиональной структурой по социально-психологической реабилитации детей, оставшихся без попечения родителей.

### Литература

1. Белогай К. Н., Морозова И. С., Отт Т. О. Диагностическая и коррекционно-развивающая работа с семьями, воспитывающими ребенка с особыми потребностями: учебно-методическое пособие; сост. К. Н. Белогай. Кемерово, 2014. 98 с.
2. Белогай К. Н. Технологии поддержки психического развития ребенка с особыми потребностями в условиях дошкольного образовательного учреждения: учебно-методическое пособие; сост. К. Н. Белогай, И. С. Морозова, Т. О. Отт. Кемерово, 2014. 96 с.
3. Белогай К. Н., Морозова И. С. Эмпирическое исследование структуры родительского отношения // Психологическая наука и образование. 2008. № 4. С. 12 – 23.
4. Герасимова Е. В. Психолого-педагогические условия формирования гуманных взаимоотношений в приемной семье: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Самара, 2008. 25 с.
5. Ослон В. Н. Замещающая профессиональная семья как условие компенсации депривационных нарушений у детей-сирот. М., 2002. 475 с.
6. Печникова Л. С., Жуйкова Е. Б. Приемные семьи в пространстве детско-родительских отношений // Психологические исследования: электрон. науч. журн. 2008. № 2(2). URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: 06.08.2014).
7. Ушакова Е. В. Социально-психологические возможности приемной семьи как реабилитационной структуры для детей-сирот. М., 2003. 184 с.
8. Цветков В. А. Приемная семья как форма устройства детей, оставшихся без попечения родителей, по законодательству Российской Федерации: дис. ... канд. юрид. наук. Омск, 2005. 239 с.

### Информация об авторах:

**Морозова Ирина Станиславовна** – доктор психологических наук, профессор, заведующая кафедрой общей психологии и психологии развития КемГУ, [ishmorozova@yandex.ru](mailto:ishmorozova@yandex.ru).

**Irina S. Morozova** – Doctor of Psychology, Professor, Head of the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

**Белогай Ксения Николаевна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и психологии развития КемГУ, [belogi@mail.ru](mailto:belogi@mail.ru).

**Kseniya N. Belogay** – Candidate of Psychology, Assisatant Professor at the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

**Отт Татьяна Олеговна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии и психологии развития КемГУ, [Olegovna5555@ya.ru](mailto:Olegovna5555@ya.ru).

**Tatyana O. Ott** – Candidate of Psychology, Assisatent Professor at the Department of General Psychology and Psychology of Development, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## СОЦИАЛЬНАЯ САМОРЕГУЛЯЦИЯ В СИТУАЦИИ ИНВАЛИДНОСТИ

Т. А. Силантьева

## SOCIAL SELF-REGULATION IN DISABILITY SITUATION

T. A. Silantieva

*Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 13636601049.*

Цель теоретического исследования, представленного в статье, заключается в рассмотрении социального поведения личности как варианта саморегуляции психической деятельности. Рассматриваются зарубежные и отечественные теории саморегуляции в аспекте социального поведения и возможность их использования в методологии инклюзивного образования. Предлагается взгляд на саморегуляцию социального поведения личности как на одну из разновидностей психической саморегуляции, при которой регулятором активности личности выступает ценностно-смысловая система социальной ситуации развития личности.

The aim of the theoretical study in this paper is consider social behavior as an example of self-regulation activity. The author discusses some foreign and Russian theories of self-regulation in the focus of social behaviour and the possibilities of their use as a methodology for inclusive education. Meaning units formed in the community serve as the basis for the formation of self-regulation within the community.

**Ключевые слова:** инклюзивное образование, социальная саморегуляция, студенты с ОВЗ, теории саморегуляции.

**Keywords:** inclusive education, social self-regulation, disabled students, self-regulation theories.

Авторы, касающиеся концепций, объясняющих закономерности взаимодействия личности и социальной среды в психологии представлены именами: Г. Тард, Г. Лебон, У. Мак-Дугалл, С. Сигеле, Э. Дюркгейм, Г. Зиммель, Ч. Кули, Д. Морено, Ч. Огуд, Ф. Олпорт, Г. Мид; в отечественной психологии это: В. Бехтерев, Б. Парыгин, А. Свеницкий, Г. М. Андреева, А. Г. Асмолов, Л. С. Выготский, Н. И. Сержавеладзе. При этом социальное поведение обычно рассматривается с точки зрения возможности его прогнозирования и управления. В этом смысле отличается позиция теории культурно-исторической психологии.

Основным положением культурно-исторической психологии является то, что человеческая психика формируется в общественных отношениях.

А. Н. Леонтьев выделяет три основных точки зрения, по которым шла теоретическая разработка понимания роли среды в развитии ребенка [5].

«Согласно одной из них, окружающая среда является лишь фактором, содействующим процессу развертывания заложенных в ребенке свойств; среда вызывает к жизни или подавляет, упражняет или тормозит созревание механизмов детского поведения.

С другой, внешне противоположной этой, точки зрения, среда определяет развитие; она активно строит деятельность ребенка, лишь используя при этом врожденный фонд его личности» [5, с. 109]. Общим же в двух взглядах служит предустановка относительно того, «что как первое, так и второе равно исходят из понимания среды как внешнего фактора, равно противопоставляют деятельность ребенка и ту среду, в которой она совершается, и наконец, равно пытаются найти единую, универсальную формулу отношения к среде» [5, с. 110]. В третьем взгляде на роль среды и личности говорится о совокупном действии обоих факторов.

Как замечает Б. Д. Парыгин [8], личность не только является продуктом конкретных общественно-исторических и социальных условий, но и субъектом, формирующим свою социальную ситуацию. Человек не только следствие общественных условий существования, но и предпосылка будущих условий социума. Личности не только отведено некоторое место в системе общественных отношений, но она сама находится, а вернее, устанавливает определенные отношения к социальным институтам, нормам и ценностям, окружающим людям.

Осуществление выбора поведенческой модели происходит на основе самоопределения уровня активности личности по отношению к социальной среде, выражаемом в мере социальной включенности. Понятием "социальная включенность" определяется способность активно участвовать в жизни общества и контролировать свой жизненный путь. Понятие "социальная включенность" (inclusion) связано не только с адекватным распределением ресурсов, но и с "участием в определении жизненных перспектив индивида и коллектива" [11]. То есть, между человеком и миром находится его жизненная перспектива, которая формируется в коллективной социальной деятельности [9]. Эта жизненная перспектива подвергается пересмотру при прохождении человеком кризисов, вызванных, в т. ч. затрудненными условиями развития в ситуации инвалидности [1].

**Гипотеза**

Мы считаем, что в ситуации кризиса между средой и личностью есть некое пространство неопределенности и выбора, в котором человек может самоопределиваться, будет ли он активным по отношению к среде и сможет ей управлять или он будет воспринимать себя как объект внешних воздействий. В каждой конкретной ситуации вопрос первичности воздейст-

вия человека или среды решается самим человеком при восприятии себя как определяющего свою будущую жизнь или принимающего описание себя и своих перспектив от своего окружения.

Если мы допускаем изменчивую, а не стабильную социальную среду для субъекта деятельности, то можно предположить наличие не двух – субъект и среда, а большего количества взаимодействующих компонентов. И этот третий компонент будет отвечать за изменение среды и ее подстройку под запросы ведущей деятельности субъекта.

Вопрос, который мы ставим в данном обзоре, заключается в том, каким образом происходит регуляция поведения человека в ситуации хронической болезни. Если «в норме» мы можем говорить о саморегуляции поведения человека, то при хронической болезни он, в значительной мере, зависит от внешней помощи и поддержки при планировании поведения. По определению Д. А. Леонтьева, ситуация инвалидности для субъекта представляет вариант «затрудненных условий развития личности», в которых она, тем не менее, может выбирать способы существования. Если в нормальной ситуации субъект деятельности формирует свое социальное окружение в соответствии с задачами деятельности, то при хронической болезни социальное окружение человека имеет тенденцию подавлять проявления его самостоятельности.

#### ***Возможные подходы к пониманию социальной саморегуляции***

Л. С. Выготский определяет воспитание «как планомерное, целесообразное, преднамеренное, сознательное воздействие и вмешательство» [3, с. 71]. При таком определении может сложиться впечатление о пассивности ребенка в воспитательном процессе. Но Выготский неоднократно подчеркивает, что воспитание и социальное окружение выполняет стимулирующую для ребенка и его способностей функцию.

При взрослении ребенка возможности социальной среды значительно превышают возможности ребенка, поэтому считается, что ребенок подвергается воздействию среды.

Но если мы будем исходить из активной позиции ребенка, то тогда социальная среда будет для ребенка пространством возможностей и ресурсов.

И овладение этими ресурсами и возможностями происходит по мере развития способности оперирования культурными средствами и вариативности условий среды. Таким образом, то, что понимается как пассивность ребенка в образовательном процессе, есть лишь накопление возможностей оперирования культурными орудиями.

Социальная ситуация развития не является заданной исключительно извне. Определение социальной ситуации развития Выготским предполагает, что ребенок также занимает активную позицию, а взрослый помогает ему в постановке и реализации задач. С повышением способности саморегуляции человек научается не только использовать уже имеющиеся ресурсы его окружения, то и создавать новые социальные условия развития, исходя из собственных задач. Оптимальность соотносительности человека с внешним миром достигается в процессе деятельности.

Л. С. Выготский понимает развитие как внутренне детерминированный, целенаправленный процесс, который протекает не равномерно, а противоречиво, через возникновение и разрешение внутренних конфликтов. Зона ближайшего развития с неизбежностью, как горизонт, отодвигается дальше от субъекта под воздействием кризисов ввиду несоответствия навыков личности и вызовов ситуации. Вместе с тем меняется и социальная ситуация.

Можно предполагать, что понятие зоны ближайшего развития по Выготскому для взрослого человека также имеет значение, но ее заменяет личная социальная сеть человека. При этом появляется способность использовать социальное окружение в качестве культурного средства для развития новых высших психических функций, и тогда социальная сеть человека становится его *функциональным органом или средством деятельности*, выстраивающимся под конкретную задачу. То есть, если в начале жизни удовлетворение потребностей ребенка и его развитие зависит от богатства и доступности ресурсов социальной сети, которая дана, то, в последующем, человек сам определяет свои потребности, управляет ресурсами сети и самой сетью.

В ситуации кризиса человек оказывается как бы «выпавшим» из прошлой социальной ситуации, но еще не включенным в новую. Он как бы оказывается «в нигде». И в этой смене социальной ситуации и задач развития он приобретает «нейтральную социальную идентичность» – неопределенности меры собственной субъектности. Изначально, отказ от прошлой социальной ситуации требует активности субъекта. Его не «выкидывает» прошлая среда, а он сам должен сделать шаг в неизвестное будущее, в новую среду. Но уже в новой среде он оказывается в качестве объекта воздействия среды и проходит этап ориентирования в новой среде, усваивания новых моделей поведения.

Франц Тутсин признает существование некой промежуточной субстанции между внешним и внутренним мирами и называет ее переходным состоянием, в котором присутствуют внешние и внутренние структуры. Это состояние необходимо для самопознания и установления безопасных контактов с внешним миром [4].

И эта промежуточная субстанция, как можно предполагать, заключена в промежуточном социальном слое и культурных средствах. На границе между «внешним» и «внутренним» есть пространство пробы действий и безопасной тренировки, мир «как если бы».

В топологии жизненного мира Курта Левина индивидуальное жизненное пространство ограничено «чужеродной оболочкой». И было бы логично дополнить схему жизненного пространства Левина на границе с чужеродной оболочкой пространством «как если бы», опосредующим и переопределяющим еще неизвестные воздействия внешнего мира.

В теоретической модели Н. А. Носова воображение постулируется как первоначальное пространство личностного развития, в котором «все психологические новообразования возникают первично в виртуальной форме (новорожденный обладает совершенно

виртуализированной психикой) и постепенно, по мере развития, девиртуализируются, переходят в статус константной реальности» [8, с. 286]. В этом процессе девиртуализации проводником из воображаемого в реальное служит социальное окружение, именно оно «фильтрует фантазии» и приводит к конвенциональному мышлению. Но зачастую при этом теряется это пространство «как если бы» вместе со своеобразием личности и ее уникальных, но не нужных талантов. Каждый раз при смене социальной ситуации, человек приобретает новые смыслы нового сообщества. Часто этот процесс сопровождается кризисом.

Кризис является необходимым для процесса личностного развития ввиду того, что через кризис переживается смена смысловых и ценностных установок, локализованных в конкретных социальных сообществах. И эти сообщества сами по себе обладают собственными границами. Границами социальной сети служат ценности и нормы сообщества.

Понятие социальной сети применяется и для исследования коммуникации в малой группе, некой организации [10]. Сети включают людей, составляющих группу в организации. Основой для их кооперации может выступать общая проблема, взаимный интерес, связанный с работой или межличностное общение. Для разделения данного образования от других социальных сетей нам представляется полезным использование понятия «*практическое сообщество*».

Для обозначения самовоспроизводящихся социальных сетей Этьенн Венгер предложил термин «практические сообщества» – имея в виду не столько порождающий смысл организационный паттерн, сколько саму общность смыслового контекста. «Участвуя в некотором коллективном предприятии, – поясняет Венгер, – люди создают общую практику, то есть способы совместного выполнения тех или иных действий для достижения общей цели. Возникшая в результате практика со временем превращается для них в осязаемую связующую нить» [13].

Практическое сообщество обладает тремя отличительными чертами: *общим участием его членов, совместной инициативой и, со временем, общим набором установившихся практик, неписаных правил поведения и знаний*. В терминах деятельностного подхода можно сказать, что общее участие соответствует *коллективной деятельности*, совместная инициатива – *общей цели деятельности*, а общий набор практик – *конкретной деятельности*.

Система общественных ценностей и убеждений порождает у членов социальной сети чувство своеобразие, основанное на духе принадлежности. Согласно Никласу Луману, автору теории аутопоэзиса, основным содержанием социальной сети являются коммуникации [11].

Такие сети коммуникаций являются самовоспроизводящимися. Каждая коммуникация порождает мысли и смысл, которые в свою очередь порождают коммуникации. Сеть как целое, таким образом, порождает самое себя – иными словами, является аутопоэтической. Повторяясь благодаря бесчисленному множеству обратных связей, коммуникации порождают общую систему убеждений, объяснений и цен-

ностей – обычный смысловой контекст, – постоянно поддерживаемую дальнейшими коммуникациями.

Через посредство такого общего смыслового контекста индивидуумы приобретают своеобразие как члены социальной сети – так сеть выстраивает свою собственную границу.

Это не физическая граница; это граница ожиданий, конфиденциальности и лояльности. Соответственно, принадлежность к какой-либо социальной сети возможна только на основе соответствия личностных смыслов и ценностей и ценностей сети. В случае возникновения их рассогласования сеть распадается или «несогласный» покидает ее.

Д. А. Леонтьев, в качестве одной из линий развития смысловой сферы личности, говорит о наличии тенденции в онтогенезе все большего опосредования ее «социальными общностями и их ценностями: сначала ценностями ближайшего семейного окружения, затем малых референтных групп, затем больших профессиональных, этнических, религиозных, классовых и других общностей и, наконец, общечеловеческими» [6, с. 286]. При этом главным вектором развития личности служит расширение объема социальных ценностей и возможности оперирования ими вместе с реализацией ценностей личности.

В процессе социальной идентификации личности сменяется размерность субъектности личности. А. Г. Асмолов различает эго-персонализацию, при которой значимые другие включаются в жизнедеятельность ребенка и вносят в него вклад, передавая собственные характеристики личности, и альтер-персонализацию "при которой личность, являясь субъектом деятельности, приобретает способность осуществлять вклад в социальную общность или шире – в культуру" [2, с. 533].

На стадии эго-персонализации Асмолов различает отношения "ребенок – взрослый" и развивающиеся позднее "ребенок – ребенок". Также в последующем развитии личности мы можем предположить отношения "взрослый-ребенок". Если на стадии Р-В задачей ребенка является вбирание в себя смыслов и моделей поведения взрослого, то в системе Р-Р происходит "нормирование" полученных разными детьми моделей их взрослых, тем самым формируется некий общественно-разделенный взрослый, обладающий свойствами и "взрослого у ребенка А" и "взрослого у ребенка Б". Затем выросший ребенок становится сам моделью поведения. То есть, в развитии выделяются стадии получения, обмена и нормирования и трансляции жизнетворческих и жизнедеятельных стратегий.

Мы бы хотели расширить данную модель на ситуацию человека с ограниченными возможностями здоровья. Он оказывается в налагаемой на него обществом позиции "взрослый – ребенок", поскольку для отношений "ребенок – ребенок" необходима некая общность социальной идентичности с другим ребенком. В этот состоит препятствие для включения ребенка с ограниченными возможностями здоровья в мир "нормальных". Для такого ребенка существует путь общения также с детьми с ограниченными возможностями здоровья или конструирование своей социальной идентичности, при которой он может быть соотнесен со здоровыми или даже в чем-то пре-

восходить их. Условное равенство может быть достигнуто при переходе от индивидуального уровня существования к уровню общечеловеческих ценностей и символического обмена. Другой путь – доказывать здоровым, что люди с инвалидностью способны достичь большего. Как пример можно привести участников параолимпийских игр.

Задача социальной саморегуляции личности заключается в обретении баланса между социально закрепленными личностными характеристиками уже устоявшейся формой личности воплощенными в социальных нормах и представлении о том, каким должен быть человек, что уметь и знать (в этом сущность социальной ситуации развития по Выготскому) и в представлении о том, что личность – это потенциальность. Она никогда не достигает своей полной завершенности и в этом смысле представляется как возможность своего осуществления.

### Заключение

В процессе социальной идентификации личности сменяется размерность субъектности личности. При включении в новую социальную общность личность выступает как объект воздействия ценностей, смыслов и моделей поведения, принятых в этой общности. В дальнейшем, при сопоставлении с другими социальными общностями, человек приобретает представление о вариативности смыслов и социальных ролей в других социальных системах. И, следуя естественной потребности расширения паттернов социального реагирования в направлении большей реализации способностей личности, эта личность учится самостоятельно изменять и создавать свою социальную ситуацию развития. В зависимости от регидности предшествующей социальной системы фиксированности смыслов и ценностей этой системы переход к новой социальной сети сопровождается или не сопровождается личностным кризисом.

### Литература

1. Александрова Л. А., Лебедева А. А., Бобожей В. В. Психологические ресурсы личности и социально-психологическая адаптация студентов с ОВЗ в условиях профессионального образования // Психологическая наука и образование. 2014. № 1. С. 50 – 62.
2. Асмолов А. Г. Культурно-историческая психология и конструирование миров. М., 1996.
3. Выготский Л. С. Педагогическая психология. М., 2010. С. 71.
4. Гордон Р. Исчезновение и нахождение: локализация архетипического опыта // К. Г. Юнг и современный психоанализ. Хрестоматия по глубинной психологии. Вып. 1. М., 1995. С. 52 – 72.
5. Леонтьев А. Н. Учение о педологических работах Л. С. Выготского // Вопросы психологии. 1998. № 1. С. 108 – 124.
6. Леонтьев Д. А. Психология смысла. М., 1999.
7. Леонтьев Д. А. Факторы и психологические механизмы развития личности в затрудненных условиях // Инклюзивное образование: методология, практика, технологии. М., 2011.
8. Парыгин Б. Д. Социальная психология территориального самоуправления. СПб, 1993.
9. Фаулер Дж., Кристакис Н. Связанные одной сетью. М., 2011.
10. Bradley P. H., Baird J. E. Communication for Business and the Professions. Dubuque. 1980.
11. Luhmann N. "The Autopoiesis of Social Systems," in Niklas Luhmann. Essays on Self-Reference. Columbia University Press. New York, 1990.
12. Stewart A. Social inclusion: An introduction, In: P. Askonas and A. Stewart (editors). Social Inclusion: Possibilities and Tensions. London: Macmillan. 2000. P. 1 – 16.
13. Wenger E. "Communities of Practice." Healthcare Forum 'Journal, July/August. 1996.

### Информация об авторе:

**Силантьева Татьяна Андреевна** – лаборант-исследователь Института проблем Инклюзивного образования при МГППУ, г. Москва, [tanyasilantieva@yandex.ru](mailto:tanyasilantieva@yandex.ru).

**Tatyana A. Silantieva** – researcher-assistant at the Institute for Problems of Inclusive Education (part of Moscow State University of Psychology and Education), Moscow.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ФИЗИКА

УДК 535.361.12

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ВКЛЮЧЕНИЯМИ НАНОЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ В ТЕТРАНИТРАТЕ ПЕНТАЭРИТРИТА

*Б. П. Адуев, А. П. Никитин, Д. Р. Нурмухамедов, А. А. Звеков, Р. И. Ковалев*

### EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH OF SCATTERING AND ABSORPTION OF LIGHT ON ALUMINUM NANOPARTICLES IN PENTAERYTHRITOL TETRANITRATE

*B. P. Aduiev, A. P. Nikitin, D. R. Nurmukhamedov, A. A. Zvekov, R. I. Kovalev*

*Работа выполнена на оборудовании ЦКП КемНЦ СО РАН. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (№ 13-03-98032 p\_сибирь\_a).*

С использованием фотометрического шара экспериментально исследована зависимость коэффициентов пропускания и суммы коэффициентов пропускания и поглощения света с длиной волны 643 нм в прессованных образцах тетранитропентаэритрита (тэна), содержащих нановключения алюминия (средний радиус 50 нм) от массовой доли наночастиц алюминия в ней. Проведено моделирование процесса поглощения и рассеяния света в данной системе с привлечением теории Ми и уравнения переноса излучения. Показано, что распределение поглощенной энергии по глубине образца приближенно подчиняется законам Бугера и Бера. Эффективное значение сечения поглощения излучения наночастицами металла, учитывающее как поглощение, так и рассеяние света ансамблем частиц, превышает геометрическое сечение.

Using the integrating sphere, the authors investigated experimentally the dependence of transmission coefficients and the sum of the coefficients of transmission and absorption of light with a wavelength of 643 nm in the pressed samples of pentaerythritol tetranitrate (PETN), containing aluminum nano-inclusions (average radius of 50 nm) of the mass fraction of aluminum nanoparticles. The simulation of the process of absorption and scattering of light in this system was performed with the involvement of the Mie theory and radiative transfer equation. It is shown that the distribution of the absorbed energy of approximately obeys the laws of the Bouguer and Beer by the sample depth. The effective value of absorption cross section of metal nanoparticles radiation, taking into account both the absorption and scattering of light by an ensemble of particles, is greater than the geometric cross section.

**Ключевые слова:** лазер, тетранитропентаэритрит, наночастицы, рассеяние света, уравнение переноса излучения, теория Ми.

**Keywords:** laser, PETN, nanoparticles, light scattering, radiative transfer equation, the Mie theory.

#### Введение

Изучению оптических свойств наночастиц металлов посвящен широкий спектр экспериментальных и теоретических работ, например [2; 5; 6; 12; 17; 18]. Актуальность данной темы объясняется тем, что на оптические свойства влияет не только природа металла, но и размерные, морфологические и структурные характеристики наночастиц. Прикладной аспект проблемы заключается в возможности практического использования процессов поглощения и рассеяния света наночастицами в таких устройствах как полупроводниковые солнечные батареи [5; 6] и оптические детонаторы [1; 8; 9; 16; 7]. В первом случае рассеяние света наночастицами приводит к падению коэффициента отражения света от ячейки и повышению ее эффективности [6; 5], во втором – к поглощению энергии лазерного излучения и снижению критической плотности энергии инициирования в десятки раз [1; 8; 9; 16; 7]. Обсуждается возможность применения наночастиц для устройств нанофотоники [12] и гипертермической терапии рака [2].

Сложность определения оптических свойств связана с одновременным наличием эффектов рассеяния и поглощения излучения, которые невозможно разде-

лить при классической методике получения спектров экстинкции. При типично используемых концентрациях наночастиц становится значительным эффект многократного рассеяния света, роль которого отмечалась ранее [10]. Несмотря на большой накопленный объем экспериментальных результатов, связь между сечениями поглощения и рассеяния света и наблюдаемыми экспериментально оптическими свойствами наночастиц пока не определена. Цель работы: определение сечений поглощения и рассеяния света наночастицами с использованием экспериментально измеренных с помощью фотометрического шара величин коэффициентов рассеяния и пропускания.

#### Экспериментальная часть

В качестве образцов использовались прессованные порошки тетранитропентаэритрит (тэна) с добавками наноразмерного алюминия. Выбор образцов определяется возможностью их использования в качестве капсульных составов для оптических детонаторов. Для подготовки образцов использовался синтезированный нами порошок тэна с характерными размерами зерен 1 – 2 мкм [10].

В качестве добавок использовался порошок алюминия, изготовленного методом газофазного синтеза в Институте физики металлов УрО РАН, с диаметром частиц в максимуме распределения 100 – 120 нм (использовался тот же порошок, что и в работах [10; 11]). Возраст порошка на момент проведения экспериментов составлял 4 года. Известно, что в результате хранения наночастицы Al покрываются оксидной пленкой. Количественное содержание оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), рассчитанное по результатам электронно-зондового микроанализа (рентгеновская флуоресценция), проведенное при помощи сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM63901A, оснащенного спектрометром JEOL JED2400, составило 24 массовых процента.

Проводилась следующая процедура подготовки образцов. В порошок тэна добавлялись наночастицы Al до получения нужной концентрации. Смесь помещалась в гексан и перемешивалась в ультразвуковой ванне для получения равномерного распределения наночастиц в объеме смеси. После этого проводили испарение гексана, сушку смеси и навеску образца, необходимой величины. Образцы с применением специальной пресс-формы прессовались в виде таблеток с требуемой толщиной и диаметром  $3 \pm 0.01$  мм. При прессовании давление поднималось в течение 30 минут до величины 1.8 ГПа. В результате прессования получали образец с плотностью близкой к плотности монокристалла ( $1.73 \pm 0.03$  г/см<sup>3</sup>). Данная методика обеспечивает отсутствие посторонних включений, пузырей и трещин, видимых дефектов на поверхности [7].

Измерения проводились с применением фотометрического шара [10; 13] рис. 1.

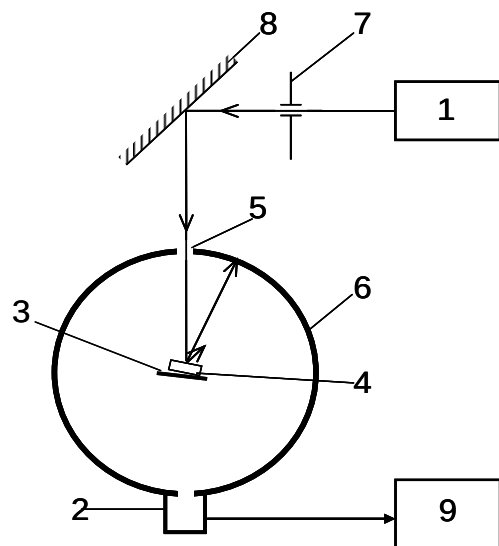


Рис. 1. Схема измерения оптических характеристик: 1 – источник излучения, 2 – фотодиод, 3 – светотрагатель, 4 – образец, 5 – входное окно фотометрического шара, 6 – фотометрический шар, 7 – диафрагма, 8 – поворотное зеркало, 9 – милливольтметр

В качестве источника света применялся лазерный диод (643 нм, 5 мВ) (1). Для измерения интенсивности светового потока применялся PIN-фотодиод (2), сигнал I с которого фиксировался милливольтметром.

Угол между падающим пучком и нормалью к образцу не превышал  $5^\circ$ .

Контрольный замер  $I_0$  осуществлялся путем измерения освещенности внутри шара без образца. В этом случае свет рассеивался светотрагателем (3), имеющим ту же окраску, что и стенки шара. Экспериментально измерялись коэффициент пропускания  $T = I_T/I_0$ , сумма коэффициентов отражения и пропускания  $T+R = I_{T+R}/I_0$ . Для измерения коэффициента пропускания T образец (4) помещался на пути лазерного луча на входное окно (5), и измерялась интенсивность светового потока  $I_T$ . Для измерения T+R образец (4) помещался в центре шара (как показано на рисунке). Измерялась интенсивность светового потока  $I_{T+R}$ .

Погрешность определения оптических параметров зависела в основном от качества образцов, в частности, их однородности, случайного отклонения концентрации включений от заданной. В связи с этим на каждой использованной концентрации включений проводились измерения на 5 одинаковых образцах, вычислялось среднее значение и доверительный интервал при доверительной вероятности  $\alpha = 0.9$ .

Тестирование методики проводилось на стандартных стеклах с известными T и R [13], которое подтвердило ее корректность.

### Моделирование

В рамках теории переноса излучения среда характеризуется линейными показателями экстинкции  $k$ , поглощения  $k_{abs}$  и рассеяния  $k_{sca}$ , величиной альбедо однократного взаимодействия кванта света с рассеивающей средой  $\Lambda = k_{sca}/k$  и индикатрисой рассеяния. Обозначим среднее значение коэффициентов эффективности поглощения и рассеяния включений как  $Q_{abs}$  и  $Q_{sca}$ . Соответственно выражения для коэффициентов поглощения, рассеяния и ослабления принимают вид [15]:

$$k_{abs} = \pi r_{eff}^2 Q_{abs} C, \quad k_{sca} = \pi r_{eff}^2 Q_{sca} C \quad (1)$$

$$k = \pi r_{eff}^2 C \cdot (Q_{sca} + Q_{abs}),$$

где  $r_{eff}$  – эффективный радиус включения,  $C$  – концентрация включений (см<sup>-3</sup>). Эффективный радиус принимался равным 50 нм (максимум распределения). Концентрация рассчитывалась из массовой доли:

$$C = \frac{w \rho_{PETN}}{\bar{M}}, \quad (2)$$

где  $w$  – массовая доля добавки (вкладом добавки в массу образца при массовой доле менее 1 % можно пренебречь),  $\rho_{PETN}$  – плотность тэна (1.73 г/см<sup>3</sup>), средняя масса включения вычислялась по выражению:

$$\bar{M} = \frac{4\pi}{3} \rho_i \cdot \frac{\sum N_i R_i^3}{\sum N_i}, \quad (3)$$

где  $\rho_i$  – плотность вещества включения (для алюминия 2.7 г/см<sup>3</sup>),  $R_i$  – радиус включений,  $N_i$  – количество включений с радиусом  $R_i$ . Две последние величины определялись из экспериментальной гистограммы [10].

Для решения уравнения переноса излучения использована разновидность метода сферических гармоник, в которой освещенность разделяется на падающую (нерассеянную  $I_0$ ) и рассеянную ( $I_s$ ) составляющие [11]:

$$I = I_0 + I_s. \quad (4)$$

Нерассеянная составляющая освещенности уменьшается по закону Бугера с учетом отражения от нижней границы образца:

$$I_0 = J \cdot (\exp(-\tau) + R_f \exp(\tau - 2L)), \quad (5)$$

где  $\tau = kx$  – безразмерная координата,

$J = J_0(1 - R_f)$ ,  $R_f$  – коэффициент отражения

нормально падающего света от границы образца,

$J_0$  – интенсивность падающего на образец излучения. Система дифференциальных уравнений для коэффициентов разложения рассеянной составляющей освещенности по сферическим гармоникам ( $C_m$ ) имеет вид [11]:

$$\frac{1}{2m+1} \cdot \left[ (m+1) \frac{dC_{m+1}}{d\tau} + m \frac{dC_{m-1}}{d\tau} \right] + \left( 1 - \frac{\Lambda x_m}{2} \right) C_m = \frac{J \Lambda x_l}{2} [\exp(-\tau) + R_f \exp(\tau - 2L)], \quad (6)$$

где  $x_l$  – коэффициенты разложения индикатрисы рассеяния по сферическим гармоникам. Граничные условия для системы (6), соответствуют френелевскому отражению [3; 4]:

В соответствии с формулами Френеля угловая зависимость коэффициента отражения при  $\mu \geq \sqrt{1-n^{-2}}$  имела вид:

$$R(\mu) = \frac{1}{2} \left( \frac{\sqrt{n^{-2}-1+\mu^2}-\mu}{\sqrt{n^{-2}-1+\mu^2}+\mu} \right)^2 \left[ 1 + \left( \frac{\mu \sqrt{n^{-2}-1+\mu^2} + \mu^2 - 1}{\mu \sqrt{n^{-2}-1+\mu^2} - \mu^2 + 1} \right)^2 \right]. \quad (14)$$

При  $\mu < \sqrt{1-n^{-2}}$  происходит полное внутреннее отражение и  $R(\mu) = 1$ .

Система уравнений (6) является неоднородной и не разрешенной относительно производных. Для удобства решения она приводилась к виду:

$$\frac{dC_m}{d\tau} = \sum_{n=0}^N A_{mn} C_n + J \Lambda B_m [\exp(-\tau) + R_f \exp(\tau - 2L)]. \quad (15)$$

Решение (15) можно представить в виде:

$$C_m(\tau) = \sum_{l=0}^N a_{ml} \tilde{C}_l \exp(\gamma_l \tau) + C_p^1 \exp(-\tau) + C_p^2 \exp(\tau). \quad (16)$$

Коэффициенты  $C_p^1$  и  $C_p^2$  равны:

$$C_p^1 = -J \Lambda \cdot \sum_{m=0}^N [\delta_{pm} + A_{pm}]^{-1} B_m, \quad (17)$$

$$C_p^2 = J \Lambda R_f \exp(-2L) \cdot \sum_{m=0}^N [\delta_{pm} - A_{pm}]^{-1} B_m. \quad (18)$$

Первое слагаемое в правой части (16) соответствует разложению решения по собственным векторам (матри-

$$I_s(0, \mu) = R(\mu) I_s(0, -\mu), \quad 0 \leq \mu \leq 1, \quad (7)$$

$$I_s(L, -\mu) = R(\mu) I_s(L, \mu), \quad -1 \leq \mu \leq 0, \quad (8)$$

где  $R(\mu)$  – угловая зависимость френелевского коэффициента отражения,  $\mu = \cos \theta$  – косинус сферического угла. Формулы (7) и (8) определяют граничные условия на верхней и нижней поверхности образца соответственно. Применив разложение  $R(\mu)$  по полиномам Лежандра, получим граничное условие для вкладов гармоник:

$$\sum_{m=0}^N (N_{lm} - R'_{lm}) C_m(0) = 0, \quad (9)$$

где матричные элементы имеют вид:

$$R'_{lm} = (-1)^m \frac{2m+1}{2} \int_0^1 P_m(\mu) R(\mu) P_l(\mu) d\mu, \quad (10)$$

$$N_{lm} = \frac{2m+1}{2} \int_0^1 P_m(\mu) P_l(\mu) d\mu. \quad (11)$$

Аналогичным образом для нижней границы получаем:

$$\sum_{m=0}^N (\tilde{N}_{lm} - \tilde{R}'_{lm}) C_m(L) = 0. \quad (12)$$

Матричные элементы связаны следующими соотношениями:

$$\tilde{N}_{lm} = (-1)^m N_{lm}, \quad R'_{lm} = (-1)^m \tilde{R}'_{lm}. \quad (13)$$

ца  $a_{ml}$ ) с соответствующими собственными числами  $\gamma_l$ . Коэффициенты разложения  $\tilde{C}_l$  определялись из граничных условий (9) и (12), образующих систему из  $2N+2$  уравнений, из которых  $2N$  линейно независимы. Число определяемых коэффициентов  $N+1$ , то есть система переопределенная. Поэтому использовалась минимизация суммы квадратов отклонений величин в левых частях (9) и (12) от нуля методом Нелдера-Мида. Типичные значения суммы квадратов отклонений не превышали  $10^{-4}$  при  $J=1$ , что говорит об удовлетворительной точности расчета.

Для сравнения с экспериментом вычислялись наблюдаемые величины коэффициентов отражения, пропускания и поглощения. Поглощение света в каждой точке составляет  $(1-\Lambda) \int_{-1}^1 I d\mu$  (в размерных переменных коэффициент перед интегралом равен  $(1-\Lambda)k$ ). Поглощенная энергия в единице объема от рассеянного света равна  $(1-\Lambda)C_0$ . Следовательно, выражение для коэффициента поглощения света образцом с учетом отражения падающего излучения от верхней границы имеет вид:

$$A = (1 - \Lambda) \cdot \left( \frac{1}{J_0} \int_0^L C_0 d\tau + (1 - R_f) \cdot [1 - \exp(-L) + R_f \exp(-L) \cdot (1 - \exp(-L))] \right). \quad (19)$$

Пропущенное и отраженное излучение складывается из рассеянной и нерассеянной составляющей. Первая определяется интегралами от  $I_s(0)$  и  $I_s(L)$  по углу от доли пропущенной энергии в каждом направлении, спроектированном на нормаль к поверхности. Составляющие в отраженном и пропущенном свете от рассеянного излучения примут вид:

$$\sum_{m=0}^N (-1)^m C_m(0) \xi_m \quad \text{и} \quad \sum_{m=0}^N C_m(\tau) \xi_m \quad \text{соответст-}$$

венно, где компоненты вектора  $\xi_m$  равны:

$$\xi_m = \frac{2m+1}{2} \int_0^1 P_m(\mu) \cdot [1 - R(\mu)] \cdot \mu d\mu. \quad (20)$$

К ним необходимо прибавить отражение и пропускание нерассеянной компоненты на границах образца. Соответственно получим:

$$T = \left( \frac{1}{J_0} \sum_{m=0}^N C_m(\tau) \xi_m + (1 - R_f)^2 \exp(-L) \right). \quad (21)$$

$$R = \left( \frac{1}{J_0} \sum_{m=0}^N (-1)^m C_m(0) \xi_m + R_f + \right. \\ \left. + R_f (1 - R_f) \cdot \exp(-2L) \right). \quad (22)$$

Из формулы (22) следует, что отражение от рассеивающей свет системы больше френелевского.

При численном моделировании использовались первые восемь гармоник, так как дальнейшее увеличение их количества перестает влиять на результаты расчета. Для апробации методики выполнен расчет распределения поглощенной энергии излучения при  $Q_{sca} = 1.0$ ,  $Q_{abs} = 0.01$ . При этих параметрах реализуется диффузионный режим рассеяния света [15], и безразмерный показатель поглощения составляет  $\sqrt{3 \cdot (1 - \Lambda)}$ . Рассчитанная величина безразмерного показателя поглощения составляет 0.1775 и отличается на 3 % от теоретического значения, что свидетельствует о корректности расчета.

В работе проведено решение обратной задачи: определение из обработки экспериментально измеренных коэффициентов пропускания и поглощения света в прессованных образцах тэна, содержащих наночастицы известной концентрации и дисперсности, сечений поглощения и рассеяния и параметров индикатрисы рассеяния. Рассеяние осуществлялось на наночастицах металлов, которое рассчитывалось в рамках теории Ми. Сечения поглощения и рассеяния [8; 16; 19], а также индикатриса рассеяния зависит от комплексного показателя преломления, следовательно, остается два варьируемых параметра. Подпрограмма рассчитывала вначале параметры рассеяния, затем они использовались для расчета методом сферических гармоник пространственного распределения интенсивности и интегральных характеристик: коэффициентов отражения и суммы коэффициентов отра-

жения и пропускания образца. Критерием согласия расчета и эксперимента служила величина суммы квадратов отклонений.

### Результаты и обсуждение

В серии экспериментов использовались образцы с содержанием включений 0.025; 0.05; 0.075; 0.1; 0.15; 0.2 массовых процента, при этом толщина образцов составляла величину  $0.13 \pm 0.01$  мм. Измерения при больших массовых долях не проводились, поскольку пропускание было близко к нулю. Результаты измерений представлены на рис. 2.

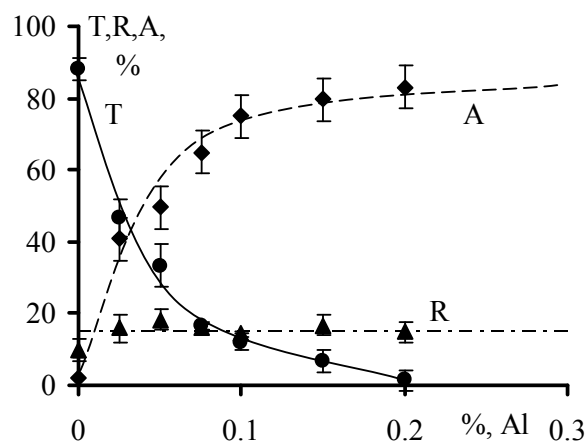


Рис. 2. Зависимость доли пропущенной (T), отраженной и рассеянной (R), и поглощенной (A) энергии от концентрации включений в образце ( $h = 0,13$  мм)

Для прессованных образцов без включений значения R близко к коэффициенту френелевского отражения для монокристалла. Действительно, при коэффициенте преломления  $n = 1.54$  для тэна френелевское отражение от передней и тыльной поверхности составляет  $R = 0.09$ . Таким образом, матрица является слабопоглощающей и слаборассеивающей средой.

При переходе к образцам, содержащим включения, доля отраженной и рассеянной энергии увеличивается до ~15 %. В пределах погрешности измерений эта величина практически не меняется ни при вариации концентрации включений, ни при вариации толщины образца при заданной концентрации включений. Увеличение коэффициента отражения при введении добавок является прямым следствием рассеяния света на них. Следует отметить, что коэффициент отражения у образцов с включениями больше, чем без включений, даже если коэффициент пропускания пренебрежимо мал.

На рис. 3 представлено сравнение теоретических и экспериментальных зависимостей коэффициентов отражения и суммы коэффициентов отражения и пропускания от массовой доли включений при длине волны 643 нм. Теоретические зависимости получены при варьировании показателя преломления алюминия. Из рисунка следует хорошее согласие эксперимента и расчета при показателе преломления  $1.28-5.90i$ . Со-

гласно справочным данным показатель преломления алюминия при длине волны 650 нм составляет  $(1.14 \pm 0.16) - (6.54 \pm 0.57)i$  [14], что близко к полученной из эксперимента величине.

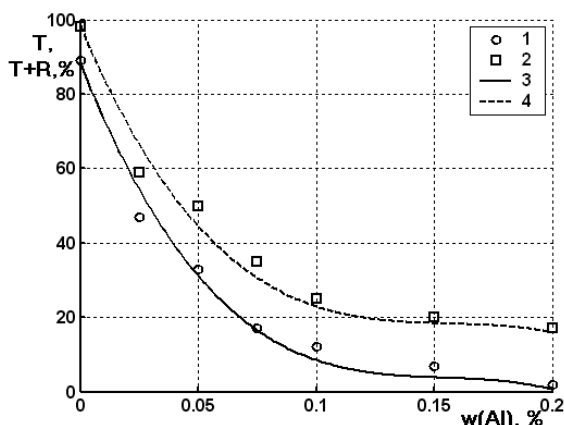


Рис. 3. Зависимость коэффициентов пропускания (1, 3) и суммы коэффициентов пропускания и отражения (2, 4) от массовой доли алюминия при толщине образца 0.13 мм. Эксперимент (1, 2), расчет (3, 4)

На рис. 4 приведено распределение поглощенной энергии в относительных единицах по глубине образца в случае массовой доли алюминиевых включений 0.05 %. Вклады обеих компонент сопоставимы только на поверхности образца. По мере удаления от нее вклад рассеянной компоненты начинает доминировать. Наблюдаемый максимум на зависимости для рассеянной компоненты, является типичным, возникая из-за частичной проницаемости границы образца для излучения. Зависимость поглощаемой энергии от глубины образца близка к экспоненциальной, то есть приблизительно выполняется закон Бугера, в котором наблюдаемый показатель поглощения определяется как поглощением, так и рассеянием света в среде. При моделировании ощутимые отклонения от закона Бугера наблюдались только для очень тонких образцов, когда становится значительным отражение излучения от тыльной границы.

На рис. 5 представлены рассчитанные по экспериментальным данным (1) линейные коэффициенты поглощения света образцом и полученные в результате моделирования (2) при различных значениях массовой доли алюминия. Экспериментальные величины определялись как  $d^{-1} \ln[(1-R)/T]$ . Теоретические значения были рассчитаны из коэффициента наклона зависимости логарифма поглощаемой энергии от глубины образца. Между ними видно хорошее согласие. И теория, и эксперимент приводят к зависимости от массовой доли близкой к линейной, что говорит о приближенном выполнении закона Бера.

### Литература

1. Aluker E. D., Krechetov A. G., Mitrofanov A. Y., Nurmukhametov D. R., Kuklja M. M. Laser initiation of energetic materials: selective photoinitiation regime in pentaerythritol tetranitrate // J. Phys. Chem. C. 2011. V. 115. № 14. P. 6893 – 6901
2. Dombrovsky L. A., Timchenko V., Jackson M., Yeoh G. H. A combined transient thermal model for laser hyperthermia of tumors with embedded gold nanoshells // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2011. Vol. 54. P. 5459 – 5469.

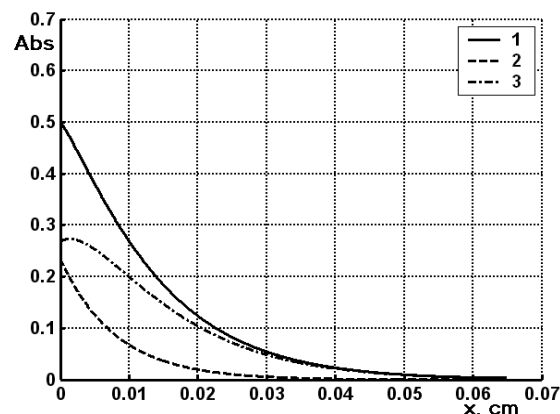


Рис. 4. Распределение поглощенной энергии по образцу (1); нерассеянная составляющая (2); рассеянная составляющая (3)

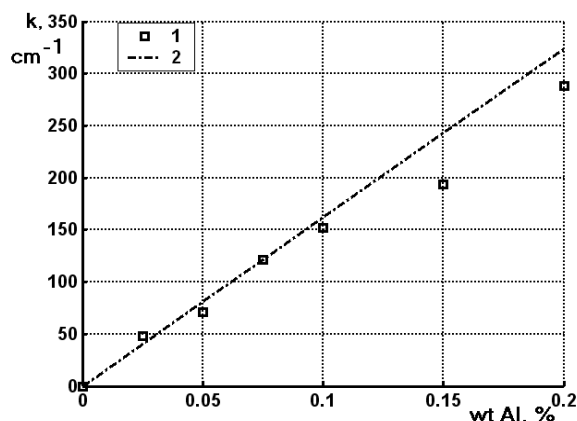


Рис. 5. Зависимость коэффициента поглощения света от массовой доли алюминия: обработка эксперимента (1), расчет (2)

### Заключение

Экспериментально определены коэффициенты пропускания и сумма коэффициентов пропускания и поглощения света с длиной волны 643 нм в прессованных образцах тэна, содержащих нановключения алюминия. Для обработки результатов использовалась теория Ми и решение уравнения переноса излучения методом сферических гармоник. Получены распределения поглощенной энергии по глубине образца, показано, что оно приближенно подчиняется законам Бугера и Бера. Определено наблюдаемое сечение поглощения излучения наночастицами алюминия, учитывающие как поглощение, так и рассеяние, которое превышает геометрическое. Полученный из экспериментальных данных коэффициент преломления алюминия согласуется со справочными данными.

Авторы благодарны профессору В. Ю. Яковлеву за постоянный интерес и помощь в работе.

3. Garcia R. D. M. Fresnel boundary and interface conditions for polarized radiative transfer in a multilayer medium // Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer. 2012. V. 113. P. 306 – 317.
4. Garcia R. D. M. Radiative transfer with polarization in a multi-layer medium subject to Fresnel boundary and interface conditions // Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer. 2013. V. 115. P. 28 – 45.
5. Moulin E., Sukmanowski J., Luo P., Carius R., Royer F. X., Stiebig H. Improved light absorption in thin-film silicon solar cells by integration of silver nanoparticle // Journal of Non-Crystalline Solids. 2008. V. 354. P. 2488 – 2491.
6. Wang H.-H., Su Ch., Wu Ch.-Y., Tsai H.-B., Li Ch.-Y., Li W.-R. Preparation of composite light-scattering layer for dye sensitized solar cells // Thin Solid Films. 2013. V. 529. P. 15 – 18.
7. Адуев Б. П., Белокуров Г. М., Нурмухаметов Д. Р., Нелюбина Н. В. Светочувствительный материал на основе смеси тэна и наночастиц алюминия // Физика горения и взрыва. 2012. Т. 48. № 3. С. 127 – 132.
8. Адуев Б. П., Нурмухаметов Д. Р., Фурега Р. И., Звеков А. А., Каленский А. В. Взрывчатое разложение тэна с нанодобавками алюминия при воздействии импульсного лазерного излучения различной длины волны // Химическая физика. 2013. Т. 32. № 8. С. 39 – 42.
9. Адуев Б. П., Нурмухаметов Д. Р., Ципилев В. П., Фурега Р. И. Влияние добавок ультрадисперсных частиц Al-C на чувствительность тэна к лазерному воздействию // Физика горения и взрыва. 2013. Т. 49. № 2. С. 102 – 105.
10. Александров Е. И., Вознюк А. Г., Ципилев В. П. Влияние поглощающих примесей на зажигание ВВ лазерным излучением // Физика горения и взрыва. 1989. Т. 25. № 1. С. 3 – 9.
11. Будак В. П. Методы решения уравнения переноса излучения. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 52 с.
12. Гейнц Ю. Э., Землянов А. А., Панина Е. К. Нанопотоника изолированных сферических частиц // Известия вузов. Физика. 2010. Т. 53. № 4. С. 76 – 85.
13. Зинченко А. Д., Погребов А. И., Таржанов В. И., Токарев Б. Б. Оптические характеристики некоторых порошкообразных ВВ // Физика горения и взрыва. 1992. Т. 28. № 5. С. 80 – 87.
14. Золотарев В. М., Морозов В. Н., Смирнова Е. В. // Оптические постоянные природных и технических сред. Л.: Химия, 1984. 216 с.
15. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. М.: Мир, 1981. Т. 1. С. 202.
16. Кригер В. Г., Каленский А. В., Звеков А. А., Зыков И. Ю., Адуев Б. П. Влияние эффективности поглощения лазерного излучения на температуру разогрева включений в прозрачных средах // Физика горения и взрыва. 2012. Т. 48. № 6. С. 54 – 58.
17. Рутберг Ф. Г., Гусаров В. В., Коликов В. А., Воскресенская И. П., Снегов В. Н., Стогов А. Ю., Черепкова И. А. Исследование физико-химических свойств наночастиц, полученных с помощью импульсных электрических разрядов в воде // Журнал технической физики. 2012. Т. 82. Вып. 12. С. 33 – 36.
18. Светличный В. А., Лапин И. Н. Структура и свойства наночастиц, полученных методом лазерной абляции объемных мишеней металлического Zn в воде и этаноле // Известия вузов. Физика. 2013. Т. 56. № 5. С. 86 – 91.
19. Шифрин К. С. Рассеяние света в мутной среде. М., Л.: Гос. изд-во технико-теоретической лит., 1951. 288 с.

#### Информация об авторах:

**Адуев Борис Петрович** – доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной работе Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [lesinko-iuxm@yandex.ru](mailto:lesinko-iuxm@yandex.ru).

**Boris P. Aduev** – Doctor of Physics and Mathematics, Deputy Vice-Director for Science at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Никитин Андрей Павлович** – аспирант Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [lesinko-iuxm@yandex.ru](mailto:lesinko-iuxm@yandex.ru).

**Andrey P. Nikitin** – post-graduate student at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Нурмухаметов Денис Рамильевич** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [lesinko-iuxm@yandex.ru](mailto:lesinko-iuxm@yandex.ru).

**Denis R. Nurmukhamedov** – Candidate of Physics and Mathematics, Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Звеков Александр Андреевич** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [lesinko-iuxm@yandex.ru](mailto:lesinko-iuxm@yandex.ru).

**Alexander A. Zvekov** – Candidate of Physics and Mathematics, Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Ковалев Родион Игоревич** – магистрант Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [lesinko-iuxm@yandex.ru](mailto:lesinko-iuxm@yandex.ru).

**Rodion I. Kovalev** – Master's Degree student at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОСТИ СПИРАЛЬНО СВЕРНУТОГО МАТЕРИАЛА

*Е. В. Решетникова, А. Е. Гилева*

## IDENTIFICATION OF PARAMETERS OF COMPOSITE MATERIALELASTICITY

*E. V. Reshetnikova, A. E. Gileva*

*Исследование осуществлено при поддержке ЦНИИ специального машиностроения (г. Хотьково Московской области) по контракту № 12-05/3-13.*

Статья посвящена результатами работы по разработке методики идентификации параметров упругости спирально свернутого материала. Описываются результаты вычислительных экспериментов, с помощью которых установлена зависимость между параметрами упругости материала и перемещениями конструкции. Разработаны рекомендации по проведению натурных экспериментов.

The paper is devoted to the results developing the methods of identification of parameters of composite materialelasticity. With the help of a computational experiment the relationship between the parameters of elasticity of the material and construction displacements was discovered. Recommendations for the implementation of full-scale experiments were developed.

**Ключевые слова:** композиционные материалы, напряженно-деформированное состояние, идентификация параметров упругости.

**Keywords:** composite materials, stress-strain state, identification of parameters of elasticity.

В настоящее время композиционные материалы находят всё более широкое применение в различных отраслях промышленности в качестве конструктивных материалов. Внедрение композиционных материалов обусловлено стремлением использовать их преимущества по сравнению с традиционно используемыми металлами и сплавами. Однако наличие различных по своей природе компонентов предъявляет к композиционным материалам высокие требования по контролю состояния внутренней структуры изделия.

Важной особенностью композиционных материалов является анизотропия свойств и, в связи с этим, большое количество подлежащих определению упругих констант материала. Но так как материал формируется одновременно с конструкцией, его свойства существенно зависят от технологических факторов. Повысить объективность диагностики можно, определяя фактические физико-механические характеристики материала непосредственно в изделии. При этом нестабильность физико-механических свойств затрудняет неразрушающий контроль прочности таких конструкций [1; 2].

Традиционные методы идентификации физико-механических свойств основаны на оценивании пара-

метров материала по измерениям характеристик линейных образцов [3]. Однако в случае создания нелинейных конструкций, отсутствие таких образцов делает невозможным их применение.

Рассмотрим идентификацию параметров упругости спирально свернутого материала конической оболочки с использованием результатов натурного эксперимента над образцом, вырезанным из готового изделия. Образец представляет собой цилиндрическое кольцо и может непосредственно использоваться для определения физико-механических и теплофизических характеристик материала конструкции либо разрезаться на отдельные образцы.

Кольцо имеет радиус 282 мм, высоту 15 мм и толщину 10 мм. Конструкция задается в трехмерной ортогональной системе координат  $XYZ$ , начало которой помещено в центр нижнего основания кольца,  $XY$  образуют плоскость нижнего основания кольца, а ось  $Z$  направлена вверх, параллельно образующей. Помимо этой системы координат для удобства анализа откликов (перемещений) они рассматриваются также в цилиндрической системе  $FZ$ , где  $F$  – центральный угол узла поперечного сечения кольца плоскостью  $Z = \text{const}$  (рис. 1).

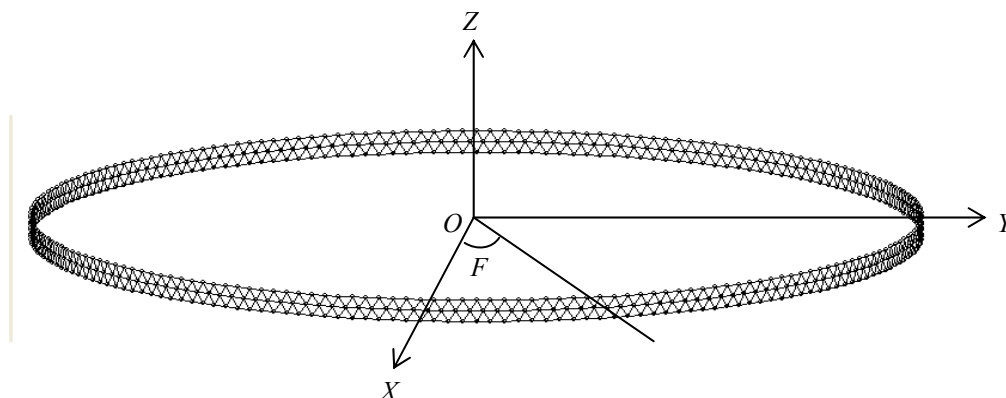


Рис. 1. Сетка конечных элементов кольца в декартовой и цилиндрической системе координат

Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции проводился методом конечных элементов в пакете программ «Композит» [4]. Кольцо разбивалось на равносторонние треугольники по схеме, представленной на рис. 1.

Для проверки сходимости метода расчета напряженно-деформированного состояния конструкции использовался метод Рунге. Исследовалась оценка погрешности вычисления прогибов. К конструкции была приложена распирающая нагрузка в 10 кг, равномерно распределенная по узлам двух противоположных образующих. Результаты вычисления прогибов в узле с координатами (358,2, 15 мм) приведены в таблице.

Как видно из таблицы погрешность вычислений предложенным выше методом уменьшается на порядок с увеличением элементов в два раза. Что свидетельствует о сходимости решения к точному. Для проведения вычислительных экспериментов по выявлению зависимости параметров упругости от перемещений, вызванных определенными нагрузками

образца, использовалось разбиение модели на 4000 элементов.

Таблица

| $W$    | Оценка погрешности по методу Рунге | Число элементов |
|--------|------------------------------------|-----------------|
| 6,2927 | 0,005467                           | 800             |
| 6,2968 | 0,001333                           | 4000            |
| 6,2978 | 0,0004                             | 7200            |
| 6,2981 |                                    | 12800           |

Первый вычислительный эксперимент проводился над конструкцией подверженной распирающей нагрузке в 10 кг, равномерно распределенной по узлам двух противоположных образующих кольца. Наибольших значений при первой схеме нагружения достигают прогибы (перемещения по нормали к поверхности кольца) и окружные перемещения (рис. 2б, в). Перемещения вдоль образующей незначительны (рис. 2а).

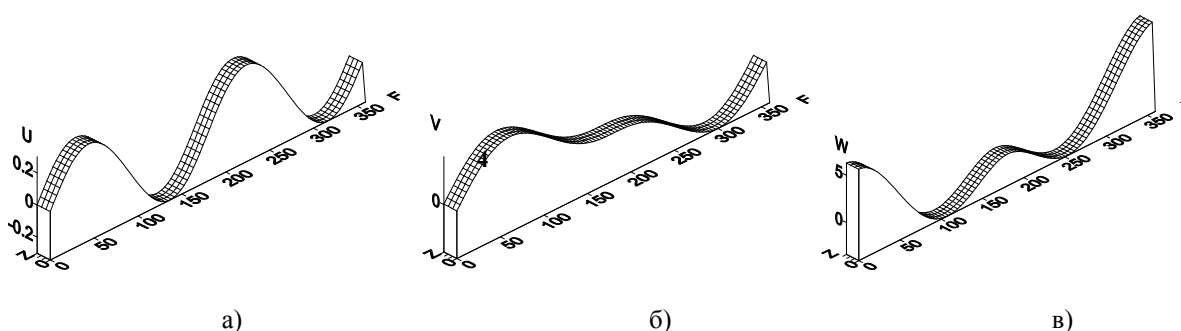


Рис. 2. Перемещения кольца под действием распирающей нагрузки: а) вдоль образующей, б) окружные, в) прогибы

Результаты вычислительного эксперимента показали, что при данных углах армирования такой тип нагружения позволяет установить зависимость модуля упругости материала вдоль утка ( $E_2$ ) от перемещений. Зависимость близка к линейной (рис. 3). Причем зависимость  $E_2$  от окружных перемещений (рис. 3б)

прямая, а от меридиональных и прогибов обратная (рис. 3а, в).

Установить зависимость первого модуля упругости  $E_1$  (вдоль основы ткани) от перемещений удалось, используя нагрузку по 100 кг, направленную по образующей и приложенную в трех узлах верхней части цилиндра, одинаково удаленных друг от друга.

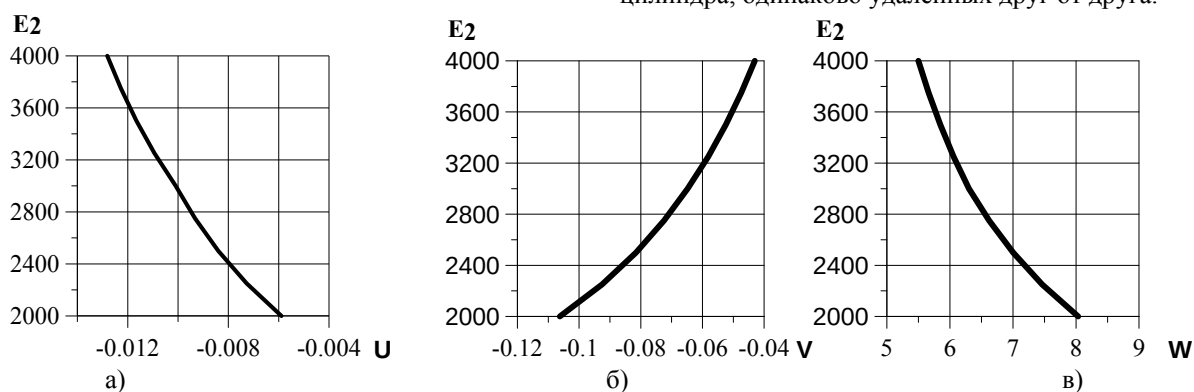


Рис. 3. Зависимость модуля упругости материала вдоль утка от перемещений: а) от меридиональных (вдоль образующей), б) от окружных, в) от прогибов

Наибольших значений при второй схеме нагружения достигают перемещения вдоль образующей (рис. 4а), прогибы и окружные перемещения (рис. 4б, в) незначительны.

На рис. 5 изображена зависимость модуля упругости  $E_1$  от перемещений. Как видно из рисунка она близка к линейной. Причем зависимость  $E_1$  от окруж-

ных перемещений (рис. 3б) прямая, а от меридиональных и прогибов обратная (рис. 3а, в).

Таким образом, согласно результатам вычислительного эксперимента, можно рекомендовать для проведения натурного эксперимента две вышеописанные

схемы нагружения. По результатам натурного эксперимента, используя выведенные зависимости двух модулей упругости от откликов в виде перемещений, могут быть с необходимой степенью точности получены оценки для параметров упругости материала.

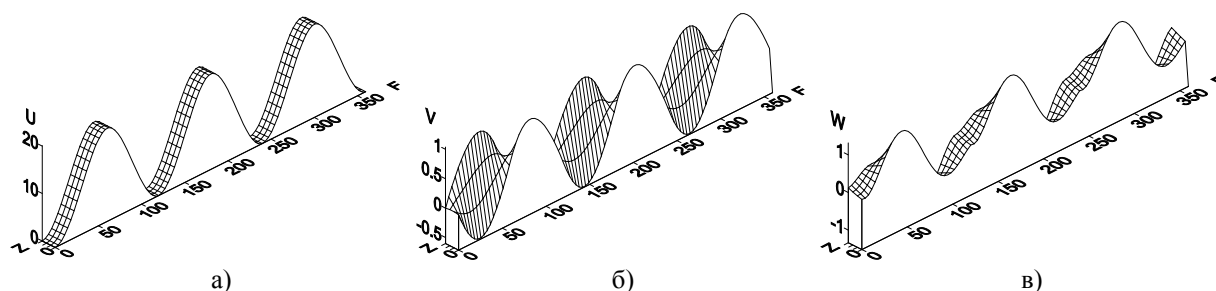


Рис. 4. Перемещения кольца под действием нагрузки вдоль образующей: а) вдоль образующей, б) окружные, в) прогибы

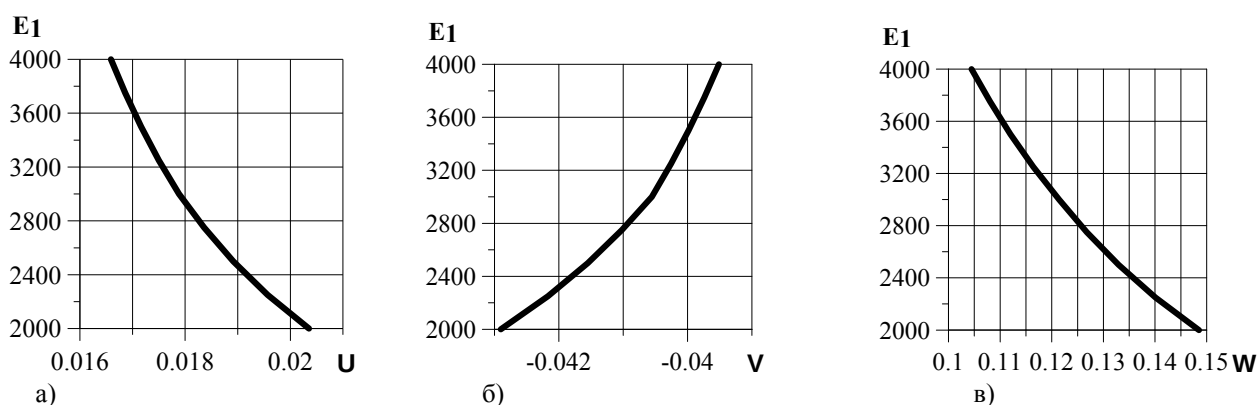


Рис. 5. Зависимость модуля упругости материала вдоль основы от перемещений: а) от меридиональных (вдоль образующей), б) от окружных, в) от прогибов

### Литература

1. Каледин В. О., Миткевич А. Б., Седова Е., Аульченко С. М., Решетникова Е. В., Шпакова Ю. Моделирование статки и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. 196 с.
2. Решетникова Е. В. Численно-аналитическое моделирование статки, устойчивости и колебаний пространственно армированных оболочек вращения: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Новокузнецк, 2005. 16 с.
3. Казначеева О. К., Каледин В. О. Идентификация параметров упругости и жесткости конструкций из армированных материалов: монография. Новочеркасск: ЛИК, 2012. 135 с.
4. Каледин В. О., Нагайцева Н. В., Равковская Е. В., Решетникова Е. В. Применение объектной декомпозиции математических моделей при разработке программного комплекса // В мире научных открытий. 2013. № 10(46). С. 121 – 141.

### Информация об авторах:

**Решетникова Елена Васильевна** – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой математики и математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, elenares@yandex.ru.

**Elena V. Reshetnikova** – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Mathematics and Mathematical Modelling, Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University.

**Гилева Анна Евгеньевна** – магистрант 2-го года обучения кафедры математики и математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, 8(3843)74-46-78.

**Anna E. Gileva** – Master's Degree student at the Department of Mathematics and Mathematical Modelling, Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

## ФИЛОЛОГИЯ

УДК 81'276.1:811.161.1'27

**ФУНКЦИИ ЖАРГОНА НАРКОМАНОВ И СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА  
ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ** (на материале социолингвистических опросов и словарей жаргона)  
*Т. В. Артемова, П. А. Катыхев, С. В. Оленев, Ю. С. Паули, С. К. Соколова*

**FUNCTIONS OF DRUG ADDICTS' JARGON AND WORD-BUILDING MEANS  
OF THEIR IMPLEMENTATION** (a case study of sociolinguistic questionnaires and jargon dictionaries)  
*T. V. Artemova, P. A. Katyshev, S. V. Olenev, Yu. S. Pauli, S. K. Sokolova*

*Исследование выполнено в рамках гранта РГНФ по проекту № 14-14-42005 «Региональные аспекты русской дериватологии» (Артемова Т. В., Катыхев П. А., Оленев С. В., Соколова С. К.) по конкурсу «Российское могущество прирастать будет Сибирью и Ледовитым океаном – 2014» (Кемеровская область).*

В статье раскрывается роль словообразования в выполнении функций жаргона наркоманов: номинативной, утилитарной, мировоззренческой, псевдоэстетической, игровой, агитационной, символической, опознавательной, конспиративной. На материале лексики, собранной в ходе региональных социолингвистических исследований, а также при анализе словарей жаргона наркоманов, исследуются словообразовательные средства выполнения названных функций; обсуждается вопрос о естественных причинах «конспиративности» жаргона наркоманов; делается вывод о том, что жаргон наркоманов не является примитивной подсистемой языка, а его негативная оценка со стороны учёных зачастую обусловлена отрицательным отношением к феномену наркотической зависимости.

The article reveals the role of word-building in the performance of such drug addicts' jargon functions as nominative, utilitarian, worldview, pseudo-aesthetic, playing, agitational, symbolic, identificatory, and conspiratorial. Based on the material of vocabulary gathered during the regional sociolinguistic studies, as well as in the analysis of dictionaries of drug addicts' jargon, the word-building means of implementing the named functions are studied; the issue of natural causes of drug addicts' jargon "conspiracy" is discussed. It is concluded that drug addicts' jargon is not a primitive subsystem of their language, and its negative assessment by scientists is often caused by the negative attitude to the phenomenon of drug addiction.

**Ключевые слова:** жаргон наркоманов, сленг, словообразование, функции жаргонов, субстандарт, социолингвистика.

**Keywords:** jargon of drug addicts, slang, word building, jargons functions, substandard, sociolinguistics.

Научное изучение социально-коммуникативной системы современного крупного города требует разностороннего рассмотрения всех используемых городским населением и взаимодействующих между собой социолектов, а также их социального субстрата, т. е. многообразных социо-коммуникативных сообществ. По замечанию Б. А. Ларина, язык зачастую выступает «фактором социальной дифференциации не в меньшей мере, чем социальной интеграции. Мы сильнее даже ощущаем его организационную роль – поскольку он бывает средством обособления общественных групп» [13, с. 191].

Развитие русистики свидетельствует о преимущественном интересе ученых к таким городским подсистемам национального языка, как разговорная речь, просторечие, общий жаргон (сленг), молодежный жаргон, для которых, вероятно, всего, интегративная функция (объединение крупных открытых коммуникативных сообществ) важнее дифференцирующей (изоляция отдельного коммуникативного сообщества). Л. П. Крысин указывает, что «до сравнительно недавних пор в отечественной русистике считалось, что коммуникативная роль социальных жаргонов и аргоневелика» [11, с. 25]. Этим, равно как и существовавшим ранее негласным запретом на изучение «языковых

коррелятов» негативных социальных явлений, объясняется всё ещё недостаточная изученность многих разновидностей социальных жаргонов (жаргоны наркоманов, гомосексуалистов, проституток, представителей молодежных субкультур и т. д.). Поэтому «задача русистики заключается, в частности, в том, чтобы изучить многообразие современных социальных жаргонов и их связи с порождающей эти жаргоны человеческой средой» [11, с. 26]. Её решение требует прикладных исследований, помогающих через анализ «языка», используемого той или иной замкнутой социальной группой, понять специфику сознания ее членов, их ценностей, мотивов и потребностей.

В данной статье речь пойдет о жаргоне наркоманов, собиранием и изучением которого в основном занимаются криминалисты, наркологи и психологи (С. В. Березин, А. Г. Данилин, К. С. Лисецкий, А. Г. Ломтев, Л. Д. Мирошниченко, Е. А. Назаров и др.; за рубежом наблюдается аналогичная тенденция; см., например: [25; 27]). При этом, как отмечает В. Е. Пелипас, «в литературе почти нет примеров лингвистического и, в частности, фонетического анализа сленга наркоманов» [18, с. 75]. По-видимому, можно согласиться с тем, что данное обстоятельство объясняется «социальной отдаленностью потенциальных рес-

пондентов от языковедов» [2]. И хотя за последнее десятилетие появились даже диссертационные лингвистические исследования жаргона наркоманов [12; 15], о его активном изучении пока говорить не приходится: есть лишь несколько научных статей, в которых он выступает в качестве относительно самостоятельного лингвистического объекта исследования [5; 8; 9; 19; 21; 22; 24; 26].

О недостаточном изучении жаргона наркоманов лингвистами свидетельствует и то, что степень его распространенности и употребительности по-разному оценивается лингвистами и специалистами, которые непосредственно взаимодействуют с наркозависимыми. О. П. Ермакова пишет об «определенной кастовости» жаргона наркоманов, о том, что он «ограничен узким кругом носителей, и лишь отдельные слова выходят за пределы этой сферы» [6: X], тогда как Л. Д. Мирошниченко характеризует его как «широко использующийся язык» и «довольно значительную часть культуры России» [16, с. 3], что обусловлено постоянным увеличением числа наркозависимых (в России их более трёх миллионов человек). Экспансия жаргона наркоманов проявляется в его внедрении в повседневную речь ненаркотизованной молодежи, что подтверждается результатами социо-психолингвистического исследования, проведенного нами в г. Кемерово (подробнее см. [17]), а также данными сопоставительного словаря [16]. Закономерно, что А. С. Меркулова определяет жаргон наркозависимых в качестве «полукоткрытой лексико-фразеологической подсистемы, применяемой той или иной социальной группой с целью обособления от остальной части языкового сообщества» [15, с. 11].

Итак, цель настоящей работы состоит в развитии социолингвистических аспектов исследования жаргона наркоманов, а именно, в осмыслении вклада словообразовательных единиц и механизмов в выполнение его основных функций. При этом материалом для анализа является не только уже зафиксированная в словарях лексика, но и слова, полученные в ходе анонимного социолингвистического опроса наркозависимых г. Кемерово.

Обращение к особенностям словообразования жаргона наркоманов обусловлено тем, что, в той или иной степени, именно благодаря словообразовательным средствам реализуются функции жаргона наркоманов: (1) номинативная, (2) утилитарная (функция экономии речевых средств), (3) мировоззренческая, (4) псевдоэстетическая (защитно-компенсаторная), (5) игровая, (6) агитационная, (7) символическая, (8) опознавательная (стратифицирующая), (9) конспиративная [2; 15; 18; 23].

(1) О преобладании *номинативной* функции над остальными имеет смысл говорить в том случае, если жаргонное слово создается для наименования реалии, действия и т. д., а также их разновидностей, не имеющих односложного названия в литературном языке или в профессиональной лексической системе медиков и криминалистов; ср.: *чек* ‘доза наркотика (обычно героина) в пакетике, приготовленная для продажи’, *взрывать* ‘зажигать сигарету с наркотиком’, *поискуха* ‘навязчивое состояние поиска якобы спрятанных наркотиков, появляющееся при наступлении наркотического голодания’, *свиньяк*, *свин* ‘состояние сильного голода

после употребления наркотика’, *волокушка* ‘состояние наркотического опьянения во второй, наиболее продолжительной фазе с переживанием легкости, отрешенности’, *побочка* ‘нежелательный побочный эффект от употребления наркотика’, *сексовуха* ‘кустарно изготовленный первитин, обладающий свойствами афродизиака’ и др. (здесь и далее приводятся примеры из [16], а также слова, собранные в процессе собственных исследований). «Ценность» того или иного жаргонного слова редко заключается в удовлетворении лишь номинативных потребностей, поэтому создание большинства слов связано с реализацией ряда функций.

(2) *Утилитарная* функция реализуется словами, образованными с помощью разного рода усечений, сокращений и стяжений; ср.: *дичка* ‘дикорастущая конопля’, *барби* ‘барбитураты’, *фен* ‘фенамин’, *цикл* ‘циклодол’, *химка* ‘наркотик, изготовленный из растений конопли с использованием химических растворителей’, *нарк* ‘наркоман’ и др.

(3 – 6) *Мировоззренческая*, *псевдоэстетическая*, *игровая* и *агитационная* функции жаргона наркоманов теснейшим образом взаимосвязаны. Основные ценности наркоманического мировоззрения – само наркотическое вещество и состояния, достигаемые с его помощью [20, с. 47], при этом использование жаргона «оформляет в речевую форму новую систему смыслов, порожденную новым ценностно-смысловым образованием – стремлением к состоянию наркотического опьянения» [20, с. 59]. Вербализация такой социально неодобряемой ценностной установки связана с эстетизацией, окружением особым таинственным ореолом всего, что связано с наркотиками. О *псевдоэстетизации* речь идет потому, что употребление большинства наркотических веществ разрушает здоровье человека и может привести к мучительной преждевременной смерти, что нормальным человеком не может быть отнесено к потенциальным объектам эстетизации, романтизации. Предпосылкой эстетизации образа жизни наркомана является разрушение представления об опасности наркомании, что достигается превращением употребления наркотиков в беззаботную игру. Ср.: *экскурсия* ‘поиски наркотиков’, *булавка*, *пчёлка* ‘игла для инъекций’, *чпокнуться*, *втрескаться* ‘сделать инъекцию’, *забалдеть* ‘начать испытывать наркотическое опьянение’, *цветомузыка* ‘состояние наркотической эйфории’ и т. д. В результате, слова, участвующие в эстетизации наркоманского образа жизни и затрудняющие его адекватное восприятие, выполняют и агитационную функцию, т. к. служат своего рода приманкой для потенциальных новичков.

Как правило, перечисленные функции, формирующие наркоманское сознание и мировоззрение, выполняются словами, несущими положительную эмоционально-экспрессивную окраску. Прежде всего, это достигается использованием уменьшительно-ласкательных суффиксов при образовании жаргонных слов. Ср., например, некоторые «ласковые» названия наркотиков: *мультишка* ‘героин’, *беляшка* ‘кокаин’, *черняшка*, *черныш* ‘опий-сырец’, *кислушка* ‘ЛСД’, *травка* ‘наркотик из конопли’, *морфуша* ‘морфий’, *релашка* ‘реланиум или реладорм’, *лошадка* ‘метадон’. Кроме того, для многих единиц жаргона, образованных с помощью семантической деривации, производящими являются слова литературного языка, содержащие в

своем лексическом значении элемент положительной оценки и ассоциирующиеся с романтикой приключений или, напротив, связанные с повседневной, а значит, неопасной жизнедеятельностью. Ср.: *юбилар* ‘человек, впервые попробовавший наркотики’, *омолодиться* ‘снизить толерантность к наркотику, намеренно перенести для этого абстиненцию’, *малинка* ‘смесь наркотиков’, *бухта, вила* ‘притон наркоманов’, *витамин* ‘амфетамин’, *компот* ‘отвар из маковых головок с сахаром’, *фестиваль* ‘вечеринка с наркотиками’, *рафинад, рай* ‘кокаин’, *учитель* ‘опытный наркоман, обучающий начинающих приготовлению и приему наркотиков’, *марафон* ‘длительное непрерывное употребление наркотиков’, *пират* ‘торговец наркотиками’ и т. д.

(7) *Символическая* функция многих элементов жаргона наркоманов проявляется в том, что они способны выступать словесной заменой, «символом получаемой эйфории, вербальным знаком, включенным в комплексное личностное (психофизиологическое) переживание состояния одурманивания» [23, с. 73]. Вследствие этого, употребление жаргонных слов может обострять влечение к психоактивным веществам и служить своеобразным условно-рефлекторным «пусковым механизмом», инициирующим цепь действий, связанных с приемом наркотика. Прежде всего, такой функцией обладают слова, описывающие приятные ощущения при приеме наркотиков и наделенные в пределах жаргона положительной эмоционально-экспрессивной окраской. Выделить здесь следует бесприставочные (*балдеть, кайфовать, плыть, лететь, переться, тащить, тасковать, торчать, хумарить* и т. д. ‘испытывать состояние наркотической эйфории’) и приставочные (*припереться, протащить, проторчаться, удалбаться, улететь, оторваться, разломиться* и т. д. ‘достичь состояния эйфории’) глаголы, а также многочисленные существительные: непроемные и производные, образованные при помощи суффиксации, в том числе и нулевой (*приход, разлом* ‘начало наркотической эйфории’, *волок, волокуха, волокуша, тяга* ‘вторая, длительная стадия наркотической эйфории’, *балдёж, бодряк, волна, пруха, распорка, таска, угар, улет, умати* и т. д. ‘состояние наркотической эйфории вообще’).

(8) *Опознавательная* (стратифицирующая) функция жаргона наркоманов проявляется в том, что его элементы способны служить индикатором вовлеченности использующих их людей в коммуникативное сообщество, связанное с незаконным оборотом и употреблением психоактивных веществ. Иногда эту функцию, в немного более узком смысле, связанном с ограничением общения пределами группы, также называют «символьной» [3, с. 252]. Об особой роли словообразовательных средств в данном случае имеет смысл говорить применительно к словам, имеющим формально подобные эквиваленты в литературном языке, но отличающимся от них морфемным составом; ср.: *абстиненция* – *абстязга, абстязк*; *ампула* – *ампуляк*; *вена* – *веняк, венярка*; *игла* – *игляк, морфий* – *морфуша*; *наркоман* – *нарк, нарик, наркоша, наркот*; *опий* – *опиуха* и др. Опознавательную функцию могут выполнять и семантические дериваты, используемые в нетипичных для литературного языка сочетаниях; ср. возможные выражения \**купить децил пыли* (т. е. небольшое количество наркотика в виде порошка), \**насобирать денег*

*на два чека* (т. е. на две дозы наркотика, чаще героина, упакованные в бумажный пакетик).

(9) Выполнение жаргоном наркоманов *конспиративной* функции обусловлено тем, что, в силу незаконности оборота большинства наркотических веществ (в отличие, например, от алкоголя и табака), «наркоман принуждается обстоятельствами нарушать закон и входить в какую-то секту, хотя предпочел бы получать удовольствие от наркотиков в нормальной человеческой среде, не нарушая законов» [16, с. 7]. Поэтому сообщество наркоманов стремится вести по возможности замкнутую жизнь, тесно связанную основными ситуациями жизни наркомана: поиск, приобретение, приготовление, употребление наркотиков и переживание эйфории. В результате постепенно вырабатывается особая лексика, отражающая эти нуждающиеся в сокрытии ситуации и потому непонятная обычным носителям языка, что и делает элементы жаргона наркоманов средством конспирации.

В связи с тем, что жаргон наркоманов, как и уголовный жаргон, выполняет конспиративную функцию, некоторые исследователи считают его «ведущим отличительным признаком» [12, с. 10]. При этом В. Е. Пелипас оценивает жаргон (в терминологии ученого, сленг) наркоманов как примитивную и грубую разновидность шифрованного языка, «не требующую особого образования, тонкости владения языком, вкуса и других признаков интеллектуальности» [18, с. 75], и наиболее близкую к уголовному аргю. Примитивность наркоманского и уголовного «языков», с точки зрения автора, проявляется в следующем: «В обоих случаях формообразование новояза идет с помощью словотворчества – довольно прямолинейного, спонтанного, бессистемного (внесистемного) и неэкономного, о чем свидетельствуют многочисленные синонимы. При этом игнорируются более тонкие способы шифровки, – например, вербигерация, специальные синтаксические и грамматические искажения, языковые вставки, подмены и т. д.» [18, с. 75]. На наш взгляд, ученый требует от жаргона наркоманов того, на что он, подобно уголовному аргю, не нацелен, в отличие от так называемых тарабарских языков. М. А. Грачёв в связи с этим указывает, что если в тарабарских языках «лексемы создаются механически, волевым усилием, то арготизмы нарождаются стихийно. Арготическое словопроизводство не используется в качестве средства изменения общенародных лексем для конспиративных целей, а выполняет другие функции, главными из которых являются: усиление экспрессивности речи, создание новых номинаций, а также – в ряде случаев – стремление к экономии языкового материала» [4, с. 11 – 12]. Заметим, что по происхождению и функциям жаргон наркоманов очень схож с такой подсистемой национального языка, как аргю. Ср.: «Если в профессиональных “языках” и аргю доминирующим социальным признаком является род занятий (во втором случае род занятий с негативной характеристикой со стороны общества), то жаргоны определяются социальным признаком возраста. Первые две разновидности социальных диалектов обусловлены социально-производственным запросом (уже – родом осуждаемых занятий), отвечают на него, и рассматриваются нами как типы речи. Жаргоны цементируются лишь эмоционально-психологическим запросом и являются социально-речевым стилем молодых» [7, с. 13]. В то же время, жаргон нарко-

манов наделен многими чертами жаргона в собственном смысле слова, т. к. появление многих слов мотивировано именно «эмоционально-психологическим запросом», что вполне закономерно, т. к. большинство носителей жаргона наркоманов – молодые люди. Другими словами, конспиративная функция арго (и, следовательно, жаргона наркоманов) вторична относительно других его функций и не связана с целенаправленными искусственными видоизменениями внешней формы слов, призванными скрыть содержание речевого сообщения. Поэтому «зашифрованность арготизмов, на которую указывают исследователи, есть непонятность их происхождения и смысла» [4, с. 16], подобная известному случаю с последовательной трансформацией имени «Александр → Алексаиша → Саиша → Саишур → Шура» и обусловленная устной формой существования жаргона, предполагающей формальную диффузность слов. По-видимому, следует согласиться с тем, что на современном этапе развития языка и науки о языке тайный, зашифрованный характер арго – это «красивая, еще не до конца развеянная легенда» [14, с. 7].

Непонятность, кажущаяся зашифрованность жаргона наркоманов связана еще с двумя обстоятельствами. Во-первых, многие его элементы служат для наименования реалий, неизвестных обычному носителю языка (аналогично, слово *форсунка* может показаться зашифрованным человеку, не знающему ничего об устройстве двигателей и паровых котлов). Во-вторых, многие слова жаргона представляют собой заимствования из английского, арабского, китайского, таджикского и др. языков. Ср.: *спид* ‘амфетамин’ (от англ. *speed* ‘скорость’); *драгстор* ‘аптека, в которой можно получить одурманивающие препараты’ (от англ. *drugstore* ‘аптека’); *эйч* ‘героин’ (от англ. *H* ‘первая буква слова heroin’); *пушер* ‘розничный торговец наркотиками’ (от англ. *pusher* ‘букв. толкач’); *кизяк*, *хусус*, *чарс* ‘гашиш’; *кара-хан*, *кашкар*, *хань* ‘опий’ и т. д.

Подводя итоги, хотелось бы подчеркнуть, что негативная оценка жаргона наркоманов и, в частности, действующих в нем механизмов образования новых слов как «довольно прямолинейных, спонтанных, бессистемных (внесистемных) и неэкономных» [18, с. 75] в значительной мере не соответствует действительности

и обусловлена общим негативным отношением к наркомании как вредному социальному явлению.

Жаргон наркоманов, как и любая естественная подсистема языка, «живет» по общим законам этого языка и в своем функционировании вполне соответствует общим системным закономерностям, действующим в языке. Так, наиболее типичные для русского языка способы образования новых слов (аффиксация, сложение, сращение, семантическая деривация и т. д.) используются и в жаргоне наркоманов. Кроме того, в жаргоне наркоманов присутствуют и такие слова, которые свидетельствуют о наличии у его пользователей лингвокреативных способностей.

Одним из проявлений языковой игры в жаргоне наркоманов является довольно частотное действие механизма так называемой вторичной номинации (подробнее о нем см. в [10]), предполагающего сознательное игровое трансформирование внешнего облика слова для создания «особой фамиллярности как по отношению к предмету речи, так и к собеседнику» [10, с. 256]. Ср., например, наименования наркотиков: *Гашик* ‘гашиш’, *Герасим* ‘героин’, *Дима* ‘димедрол’, *Катя* ‘кодеин’, *Люся* ‘ЛСД’, *Марфа* ‘морфий’, *Марья Ивановна* ‘марихуана’, *пендель* ‘пентальгин’, *салют* ‘солутан’, *Федя* ‘эфедрин’, *Феня* ‘фенамин’.

Другое направление языковой игры – пародирование медицинской терминологии, обычно проявляющееся в создании слов с использованием особых формантов, участвующих в образовании терминов различных областей медицины; ср.: *дурмашина* ‘шприц’, *стрёмопатия* ‘состояние неосознанного страха, связанное с наступлением наркотического голодания’, *дурцефал* ‘наркоман, употребляющий опий’, *торчико* ‘прием наркотиков’. Многие слова жаргона наркоманов представляют собой образные, метафоричные в своей основе наименования. Ср.: *метро* ‘подмышечная вена’, *инжектор* ‘шприц’, *кролик* ‘наркоман, используемый другими наркоманами для испытания действия самодельных наркотиков’.

Очевидно, что во всех описанных выше явлениях, характеризующих функционирование жаргона наркоманов, словообразование играет значительную – если не ключевую – роль.

## Литература

1. Бабина А. К. Жаргон наркоманов и молодежный язык (словарь). URL: <http://annababina.narod.ru/slovarik1.html> (дата обращения: 15.12.2012).
2. Бабина А. К. Трансформация лексики наркоманов в молодежной культуре. URL: <http://annababina.narod.ru/transform1.html> (дата обращения: 15.12.2012).
3. Беликов В. И., Крысин Л. П. Социоллингвистика: учебник для вузов. М.: РГГУ, 2001. 315 с.
4. Грачёв М. А. Происхождение и функционирование русского арготизма: автореф. дис. ... д-ра филол. наук: 10.02.01. СПб., 1995. 35 с.
5. Елистратов А. А. Лексико-семантические параллели между жаргоном спортсменов и жаргоном наркоманов // Вестник Российского государственного гуманитарного университета. 2010. № 9. С. 27 – 46.
6. Ермакова О. П., Земская Е. А., Розина Р. И. // Источники пополнения и тематические группы жаргона. Слова, с которыми мы все встречались: Толковый словарь русского общего жаргона: Ок. 450 слов. М.: Азбуковник, 1999. С. IX – XVII.
7. Ерофеева Т. И. Социолект: стратификационное исследование: автореф. дис. ... д-ра филол. наук: 10.02.19. СПб., 1995. 32 с.
8. Кобзева И. В. Жаргон как проявление субкультуры потребителей наркотических средств // Юрислингвистика. 2007. № 8. С. 194 – 203.
9. Ковалев Ю. В. Краткий словарь жаргонной лексики украинского языка (на укр. языке) / авт. сост. Л. Ставицкая. – Киев: Критика, 2003 // Вестник Российского университета дружбы народов. (Серия: Лингвистика). 2005. № 7. С. 205 – 207.

10. Кронгауз М. А. Вторичная номинация и языковая игра // Актуальные проблемы современного словообразования: мат. Междунар. науч. конф. Кемерово: ИНТ, 2009.
11. Крысин Л. П. Введение. Активные процессы в русском языке конца XX – начала XXI века // Современный русский язык: активные процессы на рубеже XX – XXI веков. М.: Языки славянских культур, 2008.
12. Ланцова Л. К. Экстра- и интралингвистические факторы формирования жаргона наркоманов в английском языке: автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.02.04. Саратов, 2006. 22 с.
13. Ларин Б. А. История русского языка и общее языкознание. М.: Просвещение, 1977. 224 с.
14. Липатов А. Т. Сленг и его место на речевом лимбе русского социолекта // Социальные варианты языка: мат-лы Междунар. науч. конф. (25 – 26 апреля 2002 г.). Н. Новгород: Нижегородский гос. лингвистич. ун-т им. Н. А. Добролюбова, 2002.
15. Меркулова А. С. Наркозависимый как тип языковой личности: автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.02.01. Тамбов, 2006. 22 с.
16. Мирошниченко Л. Д. Жаргон наркоманов. Словарь. Русско-английский, англо-русский, двуязычный. М.: Анахарсис, 2002. 160 с.
17. Оленев С. В. Жаргон наркоманов как элемент языка современного города // Речевая коммуникация в современной России: материалы I Междунар. науч. конф. (Омск, 27 – 29 апреля 2009 г.). Омск: Изд-во ОмГУ, 2009. С. 211 – 218.
18. Пелипас В. Е. О сленге наркоманов // Вопросы наркологии. 1999. № 2.
19. Распопова Т. А. Методика проведения судебных лингвистических экспертиз по делам о незаконном обороте наркотических и психотропных веществ // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований. Брянск, 2010. № 1. С. 111 – 122.
20. Самыкина Н. Ю., Серебрякова М. Е. Динамика ценностно-смысловой сферы личности в процессе наркотизации. Самара: Универсгрупп, 2007. 48 с.
21. Халиуллова Н. Ф. О словаре русской лексики и фразеологии языка наркоманов // Проблемы истории, филологии, культуры. Магнитогорск, 2009. № 24. С. 546 – 550.
22. Халиуллова Н. Ф. Тропеизированные лексемы жаргона наркоманов в русском и английском языках // Вестник Томского государственного университета. Томск, 2010. № 337. С. 30 – 31.
23. Шайдукова Л. К., Цетлин М. Г., Мельчихин С. И. Социально-психологическое и клиническое значение сленга русскоязычных больных алкоголизмом и наркоманиями // Вопросы наркологии. 1999. № 2.
24. Щенникова Е. В. Специализированная лексика языка наркоманов // Вестник Московского университета. (Серия 9: Филология). 2012. № 3. С. 128 – 132.
25. Cromwell Paul F. Slang usage in the addict subculture // Crime & Delinquency. Sage Publications. 1970. Vol. 16. № 1. P. 75 – 78.
26. Lillo A. The rhyming slang of the junkie // English Today. Cambridge University Press. 2001. Vol. 17. № 2. P. 39 – 45.
27. Maarefvand M., Ghiasvand H. R., Ekhtiari H. Drug Craving Terminology among Opiate Dependents; A Mixed Method Study // Iranian Journal of Psychiatry. 2013. Vol. 8. № 2. P. 97 – 103.

#### Информация об авторах:

**Артемова Татьяна Викторовна** – кандидат филологических наук, старший преподаватель кафедры стилистики и риторики КемГУ, [artemova-tv@mail.ru](mailto:artemova-tv@mail.ru).

**Tatyana V. Artemova** – Candidate of Philology, Senior Lecturer at the Department of Stylistics and Rhetoric, Kemerovo State University.

**Катышев Павел Алексеевич** – доктор филологических наук, профессор кафедры стилистики и риторики КемГУ, [katpa@rambler.ru](mailto:katpa@rambler.ru).

**Pavel A. Katyshev** – Doctor of Philology, Professor at the Department of Stylistics and Rhetoric, Kemerovo State University

**Оленев Станислав Владимирович** – кандидат филологических наук, доцент кафедры стилистики и риторики КемГУ, [stanislav.olenev@gmail.com](mailto:stanislav.olenev@gmail.com).

**Stanislav V. Olenov** – Candidate of Philology, Assistant Professor at the Department of Stylistics and Rhetoric, Kemerovo State University.

**Паули Юлия Сергеевна** – кандидат филологических наук, доцент кафедры стилистики и риторики КемГУ, [pauliyulia@rambler.ru](mailto:pauliyulia@rambler.ru).

**Yulia S. Pauli** – Candidate of Philology, Assistant Professor at the Department of Stylistics and Rhetoric, Kemerovo State University.

**Соколова Светлана Константиновна** – кандидат филологических наук, доцент кафедры стилистики и риторики КемГУ, [sokolova.82@list.ru](mailto:sokolova.82@list.ru).

**Svetlana K. Sokolova** – Candidate of Philology, Assistant Professor at the Department of Stylistics and Rhetoric Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# СТРАТЕГИИ ТОЛКОВАНИЙ ЛАТИНСКИХ КРЫЛАТЫХ ФРАЗ В ЛИНГВОПЕРСОНОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

*Н. В. Мельник, Г. И. Нургалева*

## STRATEGIES OF LATIN PHRASES EXPLICATIONS IN THE ASPECT OF LINGUISTIC PERSONOLOGY

*N. V. Melnik, G. I. Nurgaleeva*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках реализации проекта проведения научных исследований "Деривация русского текста: лингвоперсоналогический и лингвокультурологический аспекты", проект № 14-34-01271.*

Данная статья посвящена изучению особенностей интерпретаций латинских крылатых фраз рядовыми носителями языка. Цель ее состоит в изучении взаимодействия наивного и профессионального компонентов языкового сознания. В статье рассматриваются различия в толкованиях латинских выражений представителями разных социокультурных групп. Особое внимание уделяется анализу и исследованию подходов к описанию языковой личности и такого явления когнитивной области языка и речевой деятельности, как обыденное метаязыковое сознание. Материалом исследования явились вторичные тексты, характеризующие языковую личность в аспекте ее профессионального становления. Практическая значимость данного исследования заключается в том, что полученные в исследовании результаты вносят вклад в лингвоперсоналогию текста, обыденную металингвистику и теорию вторичного текста.

The paper is devoted to the peculiarities in explication of Latin phrases by ordinary native speakers. It aims at the study of interaction of naive and professional components of linguistic consciousness. The differences in interpretations of Latin phrases by representatives of different social and cultural groups are reviewed in the paper. Particular attention is paid to the analysis and study of the approaches to definition of linguistic personality and the phenomenon of such cognitive field of language and speech activity as ordinary metalinguistic consciousness. The material of the study in the article was secondary texts describing linguistic personality in terms of its professional development. The practical significance of this study lies in the fact that the results obtained in the study contribute to linguistic personology of the text, ordinary metalinguistics and secondary text theory.

**Ключевые слова:** языковая личность, лингвоперсоналогия, профессиональное становление, обыденное метаязыковое сознание, интерпретация латинских крылатых фраз.

**Keywords:** linguistic personality, linguistic personology, professional development, ordinary metalinguistic consciousness, interpretations of Latin phrases.

Идея антропоцентричности языка, доминирующая в настоящее время в лингвистике, предполагает изучение взаимодействия языка и человека и определяет центральным понятием антропоцентрической лингвистики понятие языковой личности. В рамках такого подхода сложилась лингвистическая дисциплина – лингвоперсоналогия (термин ввел Н. П. Нерознак) – интегрированная область научного знания, объектом которой выступает языковая личность. Современные исследования посвящены описанию языковой личности, а также теоретическому и методологическому обоснованию ее изучения. Так, в концепции Ю. Н. Караулова, под языковой личностью понимается «совокупность способностей и характеристик человека, обуславливающих создание и восприятие им речевых произведений (текстов)...» [6, с. 51]. Г. И. Богин дает следующее определение языковой личности – это «человек, рассматриваемый с точки зрения его готовности производить речевые поступки, создавать и принимать произведения речи» [2, с. 1]. Согласно теории, разработанной Н. Д. Голевым, языковая личность – это носитель языковой способности [3]. Исследования, проводимые с целью описания языковой личности, изучения ее структуры, создания типологии, предполагают анализ языкового материала.

Материалом для исследования в лингвоперсоналогии является текст, который рассматривается как «персонотекст» (Н. Д. Голев), то есть «текст, воплощающий языковую личность его автора и являющийся для лингвиста источником информации о ней» [3], или как метатекст, то есть текст о тексте, в котором эксплицитно и имплицитно, осмысленно, сознательно и интуитивно, качественно и количественно представлена о нем самая разнообразная информация, причем сама эта информация детерминирована не только и не столько первичным, исходным текстом, сколько во многом обусловлена языковой личностью автора вторичного текста.

В данной работе мы анализируем лингвоперсоналогические различия персонотекстов, позволяющие говорить о становлении профессионального сознания языковой личности, а также исследуем соотношение обыденного и культурного метаязыкового сознания. Феномен языковой личности, который в рамках данного исследования рассматривается в аспекте ее профессионального становления, а также проблема взаимодействия обыденного (наивного) и профессионального компонентов языкового сознания специалиста являются актуальными для современной лингвистической науки, входящей в антропоцентрическую парадигму.

Таким образом, исследование выполнено на стыке лингвоперсонологии и «наивной лингвистики» (обыденной), под которой понимаются «спонтанные представления о языке и речевой деятельности, сложившиеся в обыденном сознании человека» [1, с. 7]. Субъектом обыденной лингвистики является «стихийный (наивный) лингвист» – то есть «носитель языка, не занимающийся профессионально лингвистикой» [12, с. 88]. Следовательно, профессиональным лингвистам, носителям научно-лингвистического знания, противопоставлены рядовые носители языка, носители обыденного метаязыкового сознания. Метаязыковое сознание, как категория обыденной лингвистики, представляет собой «совокупность знаний, представлений, суждений о языке, элементах его структуры, их формальной и смысловой соотносительности, функционировании, развитии и т. д.» [10, с. 45]. В понимании М. Р. Шумариной, метаязыковое сознание является областью языкового сознания, которая: а) включает в себя совокупность знаний и представлений о языке / речи; б) содержит определенные лингвистические технологии для «обработки» метаязыковой информации; в) способно продуцировать метаязыковые суждения – как связанные с процессом порождения и восприятия речи, так и вне непосредственной связи с ними [12].

Вслед за Н. Д. Голевым мы считаем, что одним из аспектов речевой деятельности, при котором происходит «включение» метаязыкового сознания является интерпретация речевых произведений получателем [4], т. е. «процесс последовательного перехода от текста к смыслу, объективированному в форме текста, процесс, представляемый в модели «текст – смысл – текст» [7, с. 139], «при этом в гораздо большей степени, чем другие формы речевой деятельности, здесь представлен осознанный уровень рефлексирования, так как у реципиента речевого произведения больше возможности мысленно «остановиться» на сказанном (и – особенно – написанном)» [4, с. 11].

Степень проявленности метаязыкового компонента в процессе интерпретирующей деятельности детерминирована качеством языковой способности. Любая языковая личность обладает разным качеством языковой способности в силу индивидуальных и профессиональных предпочтений.

В нашем исследовании было выдвинуто предположение, что вариативность персонотекстов обусловлена помимо особенностей языковой личности автора и разного качества языковой способности формированием профессионального сознания, поскольку «усвоение профессиональных знаний обуславливает восприятие действительности через призму сформированного профессионального образа, так называемый «профессиональный взгляд» на жизнь» [9, с. 154]. Верификация сформулированной гипотезы осуществлялась методом лингвистического эксперимента в форме анкетирования, предлагающего информантам (рядовым носителям языка), принадлежащим к разным социокультурным группам, дать интерпретации латинских крылатых фраз.

В качестве испытуемых были привлечены студенты Новосибирского государственного медицин-

ского университета (различных факультетов: лечебного, педиатрического, стоматологического) и студенты филологических специальностей Кемеровского государственного университета. Анкета состояла из 16 крылатых латинских фраз, которые подбирались по медицинской тематике. В ходе изучения реакций на афоризмы анализировались проявления действий различных установок языковой личности – на форму или содержание, т. е. реализация семасиологической или ономасиологической стратегий метатекстовой деятельности. Семасиологическая и ономасиологическая модели построения вторичного текста являются результатом различного соотношения означающего и означаемого под влиянием двух факторов: субъективного и/или объективного. Тексты, построенные по семасиологической модели, тяготеют к полюсу «объективное» и представляют собой тождественное исходному тексту соотношение означающего и означаемого. Тексты, построенные по ономасиологической модели, тяготеют к полюсу «субъективное» и представляют собой новый тип соотношения означающего и означаемого, не детерминированного формой исходного текста [8; 11].

Остановимся подробно на анализе интерпретаций выражений «Врач – это философ, ведь нет большой разницы между мудростью и медициной» и «Истина в вине, здоровье в воде». При сравнении наивных толкований испытуемых мы увидели в ответах студентов-филологов признаки семасиологической (формально-семантической) стратегии метатекстовой деятельности: воспроизведение синтаксической модели интерпретируемого выражения, так как полученные метатексты представляют собой суждения, структурно соответствующие высказыванию: «Врач лечит тела, философия, в какой-то степени, души»; «Истина в вине – априорное утверждение. Вода в этом же контексте – необходимое условие крепкого здоровья»; воспроизводимость ключевых лексем исходной фразы: «Медицина как наука вышла из философии, мудрость – и есть философия. Следовательно врач – мудрец и философ в одном лице». Реализация семасиологической стратегии толкований свидетельствует о склонности языковой личности студента-филолога к проявлению метатекстовой рефлексии. Отличительная черта текстов, ориентированных на форму, от текстов, ориентированных на содержание, в лингвоперсонологическом аспекте заключается в более высокой степени их метатекстовости, в том, что именно в формальном типе персонотекстов в большей мере проявлено метатекстовое сознание создающей их личности.

Метаязыковые суждения студентов-медиков построены в большей степени по семантическому (ономасиологическому) принципу метатекстовой деятельности, в интерпретациях актуализирована содержательная составляющая. Рассуждения не учитывают внутреннюю форму исходного текста, выходят за пределы первичного выражения: «Медицина – это мудрость веков, вместе взятая и объединённая, ведь чтобы понять, чем болен человек, нужно было понять, в чём причина. Либо это внешний фактор, либо психологический, либо ещё какой-либо»; «Пьяный человек – болтлив и растор-

можен, поэтому не контролирует свои мысли и поведение. Здоровье в воде – наш организм на 95 % состоит из воды, благодаря ей идут все обменные процессы в организме человека, да и в целом мире без воды жизнь не существует». В некоторых реакциях студентов-медиков реализована семасиологическая стратегия толкования, но была выявлена доминанта содержательной стороны: метаязыковые термины, указывающие на рефлексию на семантику выражения (значит, имелось в виду, смысл высказывания таков и др.): «Означает, что мудрость есть в медицине, ведь без неё медицина не развивалась. Врач должен быть очень мудрым, чтобы поставить правильный диагноз, понять, почему возникло это заболевание, постоянно развивать свои медицинские знания»; «Т. е. такое выражение/пословица: «Что у трезвого на уме, то у пьяного на языке», значит, что истину можно узнать у человека, опьянённого вином, или же пьяный человек впадает в раздумья и начинает размышлять и способен прийти к истине. А вода – основа жизни».

Анализируя интерпретации других крылатых выражений студентами-медиками, мы также видим результат «окультуренного» сознания испытуемых в применении профессиональных формулировок и научно-медицинской терминологии при объяснении значений, поскольку «наивное толкование включает в себя черты как терминологических понятий, так и обыденных. Пропорции зависят от того, насколько близок индивид по своим социальным характеристикам той специальной сфере, к которой относится терминологическое понятие» [5, с. 258]: «Предупреждай приближающуюся болезнь» – «Регулярные медосмотры помогут выявить какое-либо заболевание на ранних стадиях», «Нет лекарства от любви» – «Это переживания, которые вызывают расстройства в работе сердечно-сосудистой системы и многих других, и как лечить это, люди ещё не придумали», «Старость-неизлечимая болезнь» – «Жизнь – есть существование белковых молекул, с прекращением их жизнедеятельности наступает смерть»; «Предупреждай приближающуюся болезнь» – «совокупность мер по предупреждению развития патологических процессов»; «Нельзя лечить неопознанную болезнь» – «...при неточном установлении симптоматики заболевания, атипичном течении болезни».

При анализе профессиональной составляющей в толкованиях филологов можно выделить категорию интертекстуальности: «Всякое излишество – вредно» – «Так сладок мед, что, наконец, и горек

В. Шекспир»; «Врач – это философ, ведь нет большой разницы между мудростью и медициной» – Солженицын «Раковый корпус». Вот мой пример медицины, как философии; «Истина в вине, здоровье в воде» – Блок, «Незнакомка», «Все мы, когда здоровы, легко даем советы больным» – «Ремарк «Жизнь взаимы», «Болезни лечатся не красноречием, а лекарствами» – «Красный смех» Леонид Андреев». Наличие интертекста в анализируемых персонотекстах является следствием филологического образования испытуемых.

О формировании профессионального сознания испытуемых также говорит аксиологическая составляющая сообщаемого или его части при интерпретировании: «Я вообще не согласна с этим выражением, врач не должен быть философом» (фил.); «Не согласна. Врач помогает (в большинстве случаев), а философ рассуждает (к тому же, философ не всегда мудр)» (фил.); «Врач – это врач, а философ – это философ. И разница есть между мудростью и медициной. Все намного проще, чем кажется, не выдумывайте» (фил.); «Самая лучшая, самая полезная и самая благородная профессия – Врач» (мед.); «Врач – мудрейший человек» (мед.); «Врач – развитый со всех сторон человек» (мед.). Оценочность проявляется и в употреблении эмоционально-восклицательных высказываний как реализация авторского субъективного начала: «Вообще-то, вино считают святым напитком, но лучше им не злоупотреблять, т. к. это алкоголь как-никак! А вода действительно лечит»; «Не пейте алкогольные напитки, друзья! Пейте воду!».

В результате анализа материала можно сделать вывод, что различия в интерпретациях крылатых выражений представителями разных социокультурных групп (студентами-филологами и студентами-медиками) существуют, и особенности толкований обусловлены не только разным качеством языковой способности, но и формированием профессионального языкового сознания. Анализ, представленный в данной статье, лишь в общем виде намечает один из путей изучения взаимодействия наивного и профессионального компонентов языкового сознания в рамках настоящего исследования. Дальнейшая работа над данной проблемой будет реализована за счет расширения материала, полученного в ходе эксперимента, с дополнительными типами заданий, а также включения интерпретаций третьей группы студентов-менеджеров (контрольная группа), что позволит ввести параметры типологии языковой личности.

## Литература

1. Арутюнова Н. Д. Наивные размышления о наивной картине языка // Язык о языке. М.: Языки русской культуры, 2000. С. 7 – 22.
2. Богин Г. И. Модель языковой личности в ее отношении к разновидностям текстов: автореф. дис. ... д-ра филол. наук. Л., 1984.
3. Голев Н. Д. Лингвистические и лингводидактические проблемы языкового образования: опыт построения концепции единого курса развития языковой способности. Томск, 2004.
4. Голев Н. Д. Обыденное метаязыковое сознание как онтологический и гносеологический феномен (к поискам «лингвогносеологем») // Обыденное метаязыковое сознание: онтологические и гносеологические аспекты: коллективная монография. Кемерово; Барнаул, 2009. Ч. 1.

5. Ерофеева Е. В. Вариативность наивных толкований в разных социальных группах // Обыденное метаязыковое сознание и наивная лингвистика: сборник научных статей. Кемерово, 2012. 292 с.
6. Караулов Ю. Н. Русский язык и языковая личность. М., 1987.
7. Ким Л. Г. Роль метаязыкового сознания в интерпретации текста. Обыденное метаязыковое сознание: онтологические и гносеологические аспекты: коллективная монография. Ч. 1. Кемерово; Барнаул, 2009. 400 с.
8. Мельник Н. В. Деривационное функционирование текста: лингвоцентрический и персоноцентрический аспекты: монография. Кемерово: ИНТ, 2010. 212 с.
9. Мыскин С. В. Языковая профессиональная личность // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2013. № 12(30). Ч. 1.
10. Ростова А. Н. Метатекст как форма экспликации метаязыкового сознания (на материале русских говоров Сибири). Томск: Изд-во Томского ун-та, 2000. 194 с.
11. Сайкова Н. В. Модели построения вторичных текстов // Человек и его язык (К 75-летию проф. В. П. Недялкова). Кемерово: Графика, 2003. Вып. 4. С. 162 – 169.
12. Шумарина М. Р. Метаязыковая рефлексия в фольклорном и литературном тексте: дис. д-ра филол. наук. Московский педагогический государственный университет. М., 2011.

#### **Информация об авторах:**

**Мельник Наталья Владимировна** – доктор филологических наук, профессор кафедры стилистики и риторики КемГУ.

**Natalia V. Melnik** – Doctor of Philology, Professor at the Department of Stylistics and Rhetoric, Kemerovo State University.

**Нургалеева Гульнара Ильясовна** – соискатель кафедры стилистики и риторики КемГУ, преподаватель кафедры лингвистики НГМУ, nurgaleevagulnara@yandex.ru

**Gulnara I. Nurgaleeva** – post-graduate student at the Department of Stylistics and Rhetoric, Kemerovo State University; Lecturer at the Department of Linguistics, Novosibirsk State Medical University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ХИМИЯ

УДК 546.98

### ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ПАЛЛАДИЯ НА УГЛЕРОДНЫХ НОСИТЕЛЯХ В АВТОКЛАВНЫХ УСЛОВИЯХ

*Р. В. Борисов, О. В. Белоусов*

### PREPARATION OF PALLADIUM NANOPARTICLES ON CARBON SUBSTRATES IN AUTOCLAVE CONDITIONS

*R. V. Borisov, O. V. Belousov*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-03-31075 мол\_а.*

Восстановлением хлорид тетраамин палладия (II) при температуре 170°C в автоклавных условиях в щелочной среде получен и охарактеризован комплекс современных физико-химических методов нанодисперсный металлический палладий. Данный подход использован для синтеза наноразмерных частиц палладия на различных углеродных носителях.

The palladium nanoparticles are obtained by the decomposition of chloride tetraammine palladium (II) at 170 C under autoclave conditions and are characterized by complex modern physico-chemical methods. This approach is used for the synthesis of palladium nanoparticles on different carbon substrates.

**Ключевые слова:** углеродные материалы, наноразмерный палладий, автоклавы.

**Keywords:** carbon materials, nanosized palladium, autoclaves.

Наноразмерные порошки металлов платиновой группы сочетают в себе уникальные физико-химические свойства и находят обширное применение во многих областях науки и технологии. В ряду платиновых металлов наибольшее научное и практическое внимание уделено палладию [1], который активно используется в медицине, в электротехнической промышленности, в водородной энергетике и при создании катализаторов [2]. Физико-химические свойства таких катализаторов во многом определяются дисперсностью и строением, как носителя, так и нанесенного металла. Важное место среди носителей для приготовления палладиевых катализаторов занимают углеродные материалы. Среди большого числа методов получения палладий-углеродных композитов, весьма актуальным представляется метод формирования металлических фаз восстановлением соответствующих комплексных соединений палладия в водных растворах при повышенных температурах [3]. Проведение процессов с участием химически инертных соединений металлов платиновой группы в автоклавах позволяет эффективно использовать реагенты, плавно варьировать структурные характеристики металлических фаз, интенсифицировать протекание кинетически заторможенных процессов. Например, в работах [4; 5] детально изучено поведение высокодисперсных фаз металлов платиновой группы в автоклавных условиях. Предложены модели образования твердых растворов, подробно исследованы процессы укрупнения и растворения высокодисперсных порошков в солянокислых растворах.

Цель работы заключалась в получении наноразмерных металлических фаз палладия на углеродных

носителях восстановлением хлорид тетраамин палладия (II) в автоклавных условиях.

#### *Экспериментальная часть*

В работе использовали реактивы квалификации не ниже «х. ч.». Хлорид тетраамин палладия (II) синтезировали по методике, описанной в работе [6]. Структуру соединения контролировали методом рентгенофазового анализа. В работе использовали следующие углеродные материалы: нанопористый углеродный модифицированный сорбент НУМС, углеродный наноматериал «Таунит» и ультрадисперсный алмазный порошок УДП-А.

Восстановление аммиачных соединений проводили в титановых автоклавах с фторопластовыми вкладышами объемом 30 см<sup>3</sup> (рис. 1). Нагрев реализовывали в воздушном термостате, который позволяет осуществлять перемешивание в вертикальной плоскости со скоростью 9 об/мин, что особенно актуально при исследовании гетерогенных процессов. Значения температуры поддерживали с точностью  $\pm 2^0$  С комплексом термопар.

Получение металлических частиц на углеродном материале осуществляли по следующей методике. Во фторопластовый автоклав помещали заданные навески углеродного материала и комплексного соединения, заливали 20 см<sup>3</sup> 0,05М КОН, удаляли воздух продувкой аргоном и герметизировали автоклав. В течение 120 минут перемешивали содержимое автоклава при комнатной температуре. Затем помещали автоклав в нагретый до необходимой температуры воздушный термостат на заданное время и включали перемешивание. После эксперимента автоклав охлажда-

ли проточной водой, разбирали, жидкую фазу отбирали на анализ, а твердую многократно промывали горячей дистиллированной водой и высушивали при 100<sup>0</sup>С.

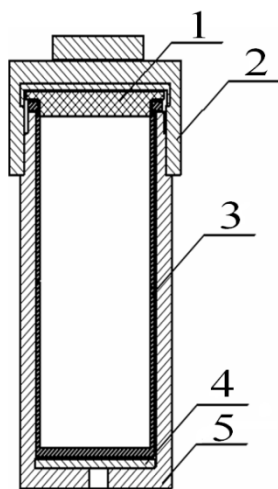


Рис. 1. Схема автоклава  $V = 30 \text{ см}^3$ :  
1 – тefлоновая крышка; 2 – титановая гайка;  
3 – тefлоновый стакан-вкладыш;  
4 – подпятник; 5 – титановый корпус

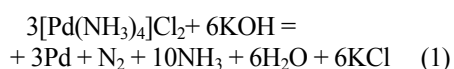
Концентрации элементов в растворах определяли методами атомно-абсорбционной спектроскопии AAnalyst-400 (Perkin Elmer, США) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой ICP-MS 7500a (Agilent, США).

Микроскопические исследования проводили на сканирующих электронных микроскопах TM-3000 и S5500 (Hitachi, Япония), укомплектованных рентгеноспектральным анализатором. Удельную поверхность и объем пор определяли газовой адсорбцией азота с помощью анализатора ASAP-2420 (Micromeritics, США) при 77 К. Расчет удельной поверхности образцов осуществляли с использованием модели BET. Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре X'Pert Pro MPD (PANalytical, Нидерланды) с излучением Cu-K $\alpha$  ( $\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$ ).

### Результаты и обсуждение

В работах [3; 7] показано, что аммиачные комплексы цветных и благородных металлов неустойчивы и в водных растворах должны восстанавливаться внутрисферным аммиаком до металла. Однако, при обычных условиях данные реакции не реализуются в силу кинетических затруднений, которые можно преодолеть проведением процессов при повышенных температурах в автоклавах.

Восстановление хлорид тетраамин палладия(II) до металлического палладия в щелочной среде (0,05M KOH) при 170<sup>0</sup>С происходит согласно уравнению:



В настоящей работе на первоначальном этапе были подобраны условия для восстановления  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  до металлических нанодисперсных фаз при минимальных

температурах. При 150<sup>0</sup>С глубина процесса незначительна и возможно образование гидроксидных и оксидных форм, а при 200<sup>0</sup>С происходит полное восстановление до металлического состояния. Однако, в данном случае существует вероятность укрупнения металлических частиц [4]. Экспериментально была установлена оптимальная температура, которая составила 170<sup>0</sup>С. Восстановление начинается через 60 минут контакта хлорид тетраамин палладия (II) с раствором гидроксида калия, а после 240 минут значимых количеств ионов палладия в растворе по данным атомно-абсорбционного анализа не обнаружено, т. е. восстановление произошло полностью. Образовавшийся черный осадок, согласно рентгенофазовому анализу, соответствует металлическому палладию (0). На рентгенограмме присутствуют уширения пиков, которые могут быть обусловлены малостью размеров блоков когерентного рассеяния. Исследования осадка методом электронной микроскопии показали, что размер частиц находится в диапазоне 60 – 70 нм, а удельная поверхность, согласно данным адсорбции азота, составляет 7,7 м<sup>2</sup>/г.

В таблице 1 представлены результаты исследования углеродных материалов методом газовой адсорбции с использованием модели БЭТ. Внешне углеродные носители представляет собой: НУМС – прочные округлые гранулы черного цвета диаметром около 2 мм; таунит – одномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита длиной более 2 мкм с наружными диаметрами от 15 до 40 нм в виде сыпучего порошка черного цвета; УДП-А – порошок серого цвета без посторонних включений.

Таблица 1

### Характеристики углеродных материалов

| Носитель | Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г | Объем пор, см <sup>3</sup> /г | Средний диаметр пор, нм |
|----------|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| НУМС     | 372                                     | 0,80                          | 7,5                     |
| Таунит   | 152                                     | 0,27                          | 6,9                     |
| УДП-А    | 286                                     | 1,10                          | 14,2                    |

Установлено, что носители хорошо смачиваются водой и раствором гидроксида калия, и методом декантации достаточно легко отделяются от жидкой фазы. При контакте носителей с раствором 0,05M KOH в течение 120 мин при температуре 170<sup>0</sup>С значительных изменений удельных поверхностей не происходит.

Нанесение палладия на углеродные носители проводили по вышеописанной методике. Процесс восстановления во всех случаях прошел полностью, что подтверждается отсутствием значимых концентраций (<1 мг/л) ионов палладия в растворах после экспериментов. В таблице 2 приведены данные по изменению удельных поверхностей материалов после автоклавного восстановления. На всех образцах произошло сокращение поверхности. После нанесения палладия на НУМС и УДП-А наблюдается уменьшение объема и диаметра пор с увеличением доли палладия. В случае таунита объем и диаметр пор не изменился.

Удельные поверхности Pd/C образцов,  
полученных восстановлением  $[Pd(NH_3)_4]Cl_2$  (0,05M KOH, 240 мин., 170° C)

| № образца | Тип УН | Содержание палладия, % | S пов-ти, м <sup>2</sup> /г | Объем пор, см <sup>3</sup> /г | Средний диаметр пор, нм |
|-----------|--------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1         | НУМС   | 0,4                    | 365                         | -,74                          | 7,4                     |
| 2         | НУМС   | 0,9                    | 353                         | 0,68                          | 6,9                     |
| 3         | НУМС   | 4,7                    | 304                         | 0,60                          | 6,8                     |
| 4         | НУМС   | 8,0                    | 258                         | 0,48                          | 6,5                     |
| 5         | Таунит | 0,5                    | 150                         | 0,26                          | 6,9                     |
| 6         | Таунит | 4,7                    | 147                         | 0,25                          | 6,9                     |
| 7         | Таунит | 8,3                    | 144                         | 0,26                          | 6,9                     |
| 8         | УДП-А  | 0,5                    | 276                         | 0,92                          | 13,4                    |
| 9         | УДП-А  | 3,5                    | 275                         | 0,88                          | 12,8                    |

На рис. 2 показаны результаты микроскопических исследований палладия, нанесенного на углеродный материал НУМС. На микрофотографиях видно, что углерод (темная фаза) покрыт светлой фазой, которая, согласно результатам энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, представляет собой металлический палладий. Распределение частиц по носителю равномерное

(а). При большем увеличении обнаружено (б), что агрегаты палладия имеют размер порядка 200 нм и состоят из более мелких частиц. При раскалывании гранулы установлено (рис. 2в), что формирование металлических фаз на НУМС происходит преимущественно по ее поверхности.

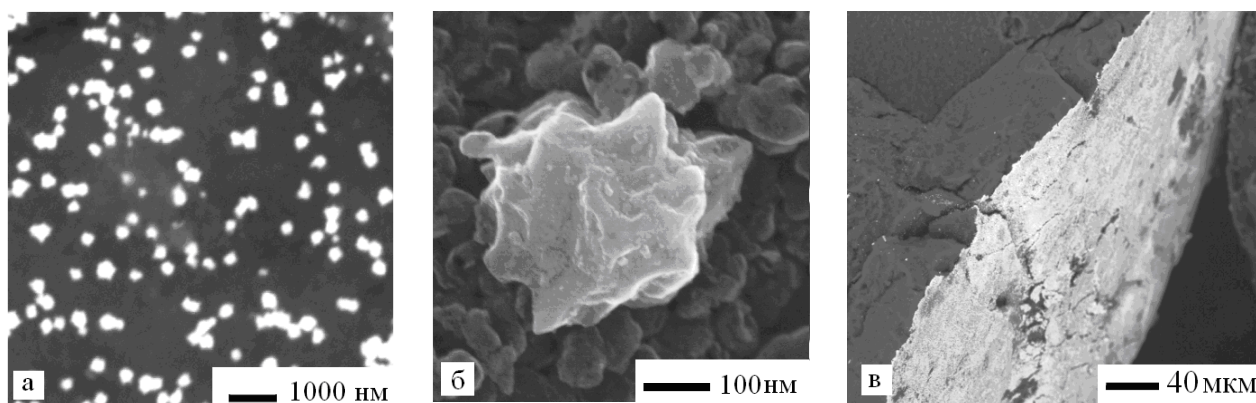


Рис. 2. Микрофотографии Pd-НУМС: а – распределение палладия по поверхности носителя (обр. № 2); б – вид частицы палладия (обр. № 2); в – скол гранулы (обр. № 4)

На рис. 3 приведены исследования образцов палладий/таунит. На фрагменте микрофотографии (3а) видно, что палладий (светлая фаза) достаточно равномерно распределен по поверхности носителя. При более высоком увеличении (3б) видно, что фаза палладия представляет собой группировки наноразмерных частиц диаметром менее 50 нм, находящиеся среди нитевидных образований углерода. Рентгенографические исследования образца с высоким содержанием палладия (8,3 % масс) показали наличие набора рефлексов свойственных металлическому палладию, что свидетельствует о протекании реакции (1).

На рис. 4 приведен снимок ультрадисперсного алмазного порошка с нанесенным палладием (3,5 % масс.). Светлые области, согласно энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, отвечают фазе металлического палладия. Следует отметить, что наряду с равномерно распределенными по поверхности частицами палладия размером около 100 – 150 нм, встречаются единичные агломераты размером 200 – 500 нм.

### Заключение

В работе показаны возможности автоклавных технологий для формирования наноразмерных частиц палладия на углеродных носителях. Восстановлением хлорид тетраамин палладия (II) при температуре 170° C в щелочной среде получены и охарактеризованы комплексом современных физико-химических методов частицы металлического палладия, в т. ч. на углеродных носителях. Методом газовой адсорбции определены текстурные характеристики углеродных материалов. Методом электронной микроскопии исследовано распределение и размеры частиц палладия на поверхностях углеродных носителей.

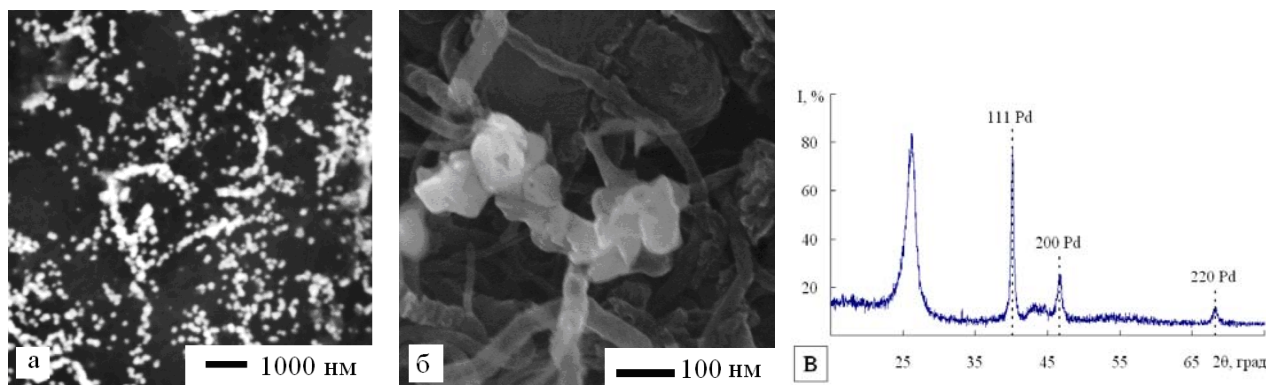


Рис. 3. Исследования системы Pd/таунит: а – фрагмент микрофотографии, распределение палладия по поверхности носителя (обр. № 6); б – фрагмент микрофотографии, вид частиц палладия (обр. № 6); в – рентгенограмма 8,3 % масс. Pd (обр. № 7)

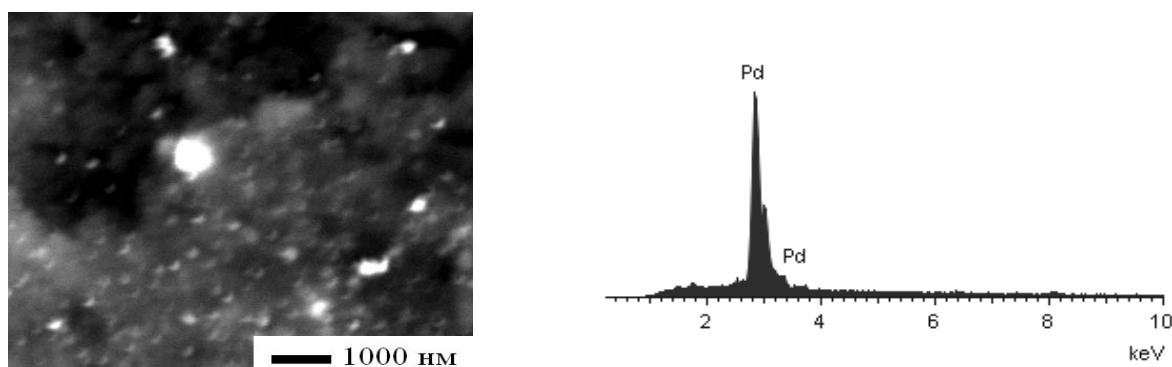


Рис. 4. Фрагмент микрофотографии Pd/УДП-А (обр. № 9) и энергодисперсионный рентгеновский спектр (с области светлых включений)

#### Литература

1. Губин С. П. Наночастицы палладия // Российский химический журнал. 2006. Т. 50. №. 4. С. 46 – 55.
2. Лисицын А. С., Пармон В. Н., Дуплякин В. К., Лихолобов В. А. Современные проблемы и перспективы развития исследований в области нанесенных палладиевых катализаторов // Российский химический журнал. 2006. Т. 50. №. 4. С. 140 – 154.
3. Belousov O. V., Sirotina A. V., Belousova N. V., Fesik E. V., Borisov R. V., Malchikov G. D. Formation of Nanomaterials Based on Non-Ferrous and Noble Metals in Autoclaves // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2014. № 2. С. 138 – 145.
4. Белоусов О. В., Дорохова Л. И., Соловьев Л. А., Жарков С. М. Изменение размеров частиц высокодисперсной палладиевой черни в солянокислых растворах при повышенных температурах // Журнал физической химии. 2007. Т. 81. № 8. С. 1479 – 1482.
5. Belousov O. V., Solovyov L. A., Zhyzhaev A. M., Mikhlin Y. L., Belousova N. V., Sirotina A. V., Zharkov S. M. Formation of Bimetallic Au–Pd and Au–Pt Nanoparticles under Hydrothermal Conditions and Microwave Irradiation // Langmuir. 2011. Vol. 27. Issue 18. P. 11697 – 11703.
6. Черняев И. И. Синтез комплексных соединений металлов платиновой группы: справочник. М.: Наука, 1964. 340 с.
7. Коваленко Н. Л., Вершков А. В., Мальчиков Г. Д. Разложение аминок комплексов платины (II) в щелочных растворах при 170 – 200°C // Координационная химия. 1987. Т. 13. № 4. С. 554 – 557.

#### Информация об авторах:

**Борисов Роман Владимирович** – младший научный сотрудник, кандидат химических наук ИХХТ СО РАН, roma\_borisov@list.ru.

**Roman V. Borisov** – Candidate of Chemistry, Junior Research Associate at the Institute of Chemistry and Chemical Technology, Siberian Branch of the RAS (ICCT SB RAS), Krasnoyarsk, Russia.

**Белоусов Олег Владиславович** – старший научный сотрудник, кандидат химических наук ИХХТ СО РАН, ov\_bel@icct.ru.

**Oleg V. Belousov** – Candidate of Chemistry, Senior Research Associate at the Institute of Chemistry and Chemical Technology, Siberian Branch of the RAS (ICCT SB RAS), Krasnoyarsk, Russia.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

ПОЛУЧЕНИЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ Ni-Cd

А. С. Вальнюкова, В. М. Пугачев, Ю. А. Захаров

## SYNTHESIS AND CRYSTAL STRUCTURE OF NANOSTRUCTURED Ni-Cd SYSTEM

A. S. Valnyukova, V. M. Pugachev, Yu. A. Zaharov

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (госзадание № 2014/64).*

В работе синтезирована и изучены особенности фазового состава и кристаллических структур наноструктурированной системы Ni-Cd, в том числе впервые установлено формирование в наноструктурированной полиметаллической системе упорядоченной фазы интерметаллида ( $\text{Cd}_5\text{Ni}$ ).

The authors synthesized and studied the characteristics of the phase composition and crystal structures of nanostructured Ni-Cd system. The formation of ordered intermetallic phase ( $\text{Cd}_5\text{Ni}$ ) in a nanostructured polymetallic system was established for the first time.

**Ключевые слова:** наноструктурированные порошки, система никель-кадмий, фазовый состав, интерметаллид.

**Keywords:** nanopowders, nickel-cadmium system, phase structure, intermetallic compound.

Одним из основных направлений физико-химии и материаловедения наноразмерных и наноструктурированных полиметаллических систем (НПС) являются исследования особенностей фазовых составов и кристаллических структур таких полиметаллов, связанных с их размерностью и получением как правило, в неравновесных условиях.

Выполненные в этой области работы показали, что практически для всех рассмотренных наноструктурированных двухкомпонентных (Fe-Co, Fe-Ni, Co-Ni, Cu-Ni) и трехкомпонентной (Fe-Co-Ni) систем наблюдаются часто имеющие общий характер существенные отличия фазово-структурных характеристик от установленных для макроразмерных аналогов в равновесных состояниях [1 – 5]. Это естественно, приводит к разного характера, в том числе и глубоким различиям между диаграммами фазовых состояний – ДФС (или фазовыми портретами – изотермическими срезами ДФС) НПС и фазовыми диаграммами равновесных макроразмерных систем с аналогичными элементными составами [5; 6; 7]. Физико-химические причины и основы этих эффектов рассматриваются в [8; 9].

Возможно более полное изучение и выяснение их природы наряду с фундаментальным материаловедением важно также в связи с уже реализуемыми и признанно перспективными направлениями практического использования НПС (катализаторы различных реакций, миниатюрные магниты и магнитопрыводы, электродные материалы).

Одним из основных, остающихся неизученным в этой области является вопрос о возможности и условиях формирования упорядоченных фаз (интерметаллидов) в таких НПС, макроразмерные аналоги которых эти фазы имеют.

Этот вопрос не является тривиальным; ответ на него, исходя из общих положений, без проведения экспериментов, затруднителен. В многокомпонентных металлических системах упорядоченные фазы интерметаллидов устойчивы лишь в ограниченных

областях относительно невысоких температур и деградируют при повышении их вследствие температурных флуктуаций. Наноразмерным же полиметаллическим системам ввиду их энергонасыщенности соответствуют на ДФС области повышенных температур, специфичные для каждой системы [5 – 9], поэтому вопрос о самой возможности реализации интерметаллидов в НПС не имеет априорного ответа и рассматривается нами впервые. Было установлено [7], что например для макроразмерной системы Fe-Ni в области ниже 750 К стабилен интерметаллид  $\text{FeNi}_3$ , в то время как в НПС аналогичного состава он не обнаружен даже при прецизионных исследованиях методами РФА, EXAFS и XANES на синхротронном излучении. При этом оценена область присущих НПС Fe-Ni эффективных температур –  $\approx 700^\circ\text{K}$ .

В тоже время известен ряд биметаллических НПС, для которых характерно наличие температуростойчивых интерметаллидов. Одной из таких является система Ni-Cd, которая по изложенным причинам выбрана в качестве объекта исследования.

Для получения наноструктурированных порошков системы никель-кадмий использовали метод восстановления смесей водных растворов солей (нитрат кадмия и хлорид никеля) гидразингидратом, в сильнощелочной среде [1 – 4]. Оптимизация условий синтеза варьированием температуры ( $70 - 120^\circ\text{C}$ ), концентрации реагентов, щелочности и времени восстановления позволила получить рентгенографически чистую (без промежуточных продуктов) НПС (рис. 1). Химические составы НПС Ni-Cd задавали соотношением солей металлов – прекурсоров. Порошки выбранных составов получали в реакторе открытого типа восстановлением избытком гидразингидрата в сильнощелочной среде при температуре  $120^\circ\text{C}$  при постоянном перемешивании.

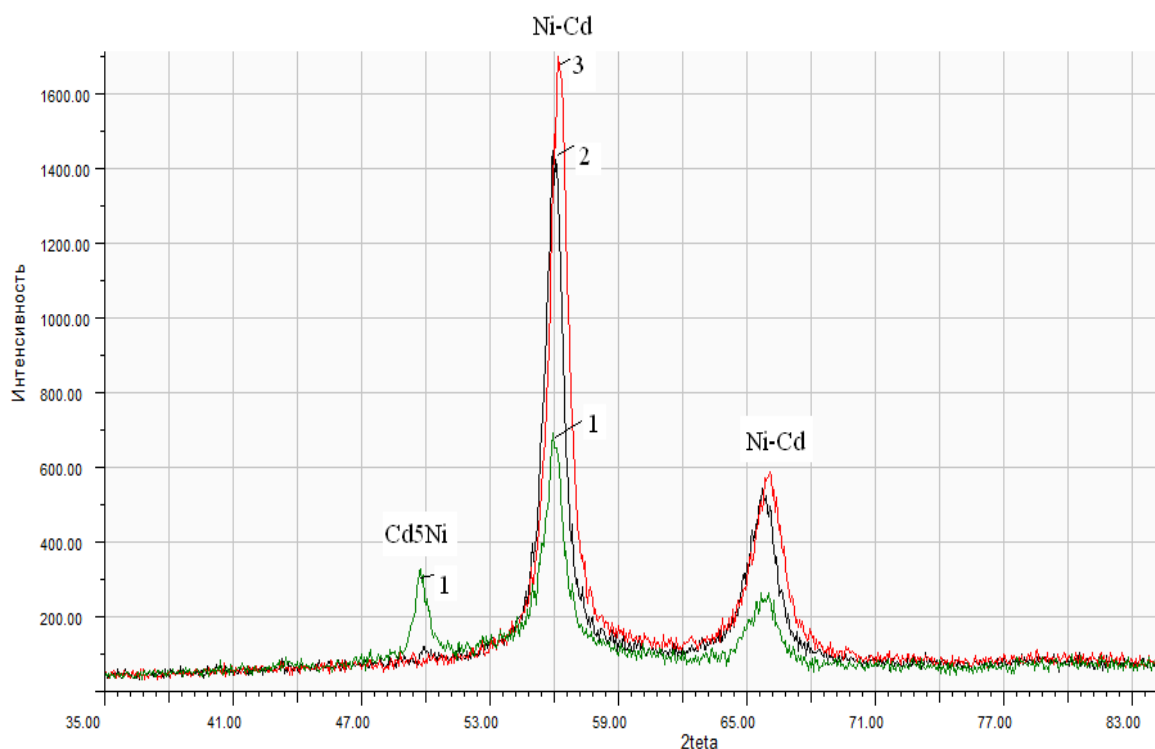


Рис. 1. Рентгенограммы НПС Ni-Cd (1 – 20 мол. % Cd; 2, 3 – 10 и 5 мол. % Cd соответственно)

Кристаллические структуры и фазовые составы полученных объектов идентифицировались методом рентгеновской дифракции. Измерения выполнены на рентгендифрактометрах ДИФРЕЙ-401 и ДРОН-3 (железное излучение). Этим методом рассмотрены особенности фазовых состояний НПС Ni-Cd в области составов богатых никелем (до 20 мол. % кадмия).

Установлено наличие принципиальных отличий фазового состава наноструктурированной системы от известной из литературы для массивного (макноразмерного) сплава Ni-Cd (рис. 2).

В рассмотренной области составов макноразмерная система Ni-Cd является двухфазной (смесь Ni и интерметаллида NiCd), полученная же нами НПС в области  $\leq 12$  мол.% Cd однофазна; положения рефлексов на рентгенограммах не соответствуют стандартным положениям для указанных фаз, а характер зависимости параметров решетки свидетельствует об образовании твердого раствора (рис. 3).

При содержании  $\approx 20$  мол. % Cd формируется также интерметаллид  $\text{Cd}_5\text{Ni}$  (рис. 1), имеющийся на фазовой диаграмме равновесной системы, но в области богатой кадмием ( $\approx 20$  мол.% Cd).

Полученные результаты свидетельствуют о двух фазово-структурных особенностях наноструктурированного Ni-Cd относительно фазовой диаграммы системы в макноразмерном состоянии.

Формирование неравновесных твердых растворов является, как показывает весь комплекс полученных результатов [1 – 9], типичным процессом при синтезе НПС методом жидкофазного восстановления смесей прекурсоров в условиях значительного различия окислительно-восстановительных потенциалов прекурсоров. При высоких скоростях процесса (в нашем случае времени полного превращения  $\approx 20$  мин) восстанавливается с большей скоростью естественно, более благородный металл, в нашем случае – никель, концентрация которого к тому же является более высокой, с включением в фазу НПС в условиях неравновесности процессов менее благородного компонента.

Формирование неравновесного твердого раствора богатого никелем должно приводить по ходу процесса к обеднению никелем смеси растворов прекурсоров и как следствие этого – к созданию условий образования фазы интерметаллида на поздних этапах восстановления раствора, насыщенного кадмием.

Таким образом, в работе изучены особенности фазового состава и кристаллических структур наноструктурированной системы Ni-Cd, в том числе впервые установлено формирование в НПС упорядоченной фазы интерметаллида ( $\text{Cd}_5\text{Ni}$ ).

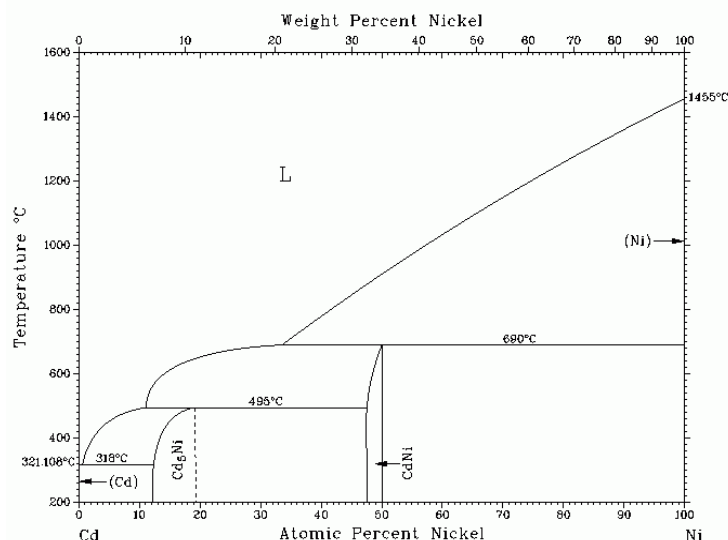


Рис. 2. Диаграмма фазовых состояний для двухкомпонентной системы Ni-Cd

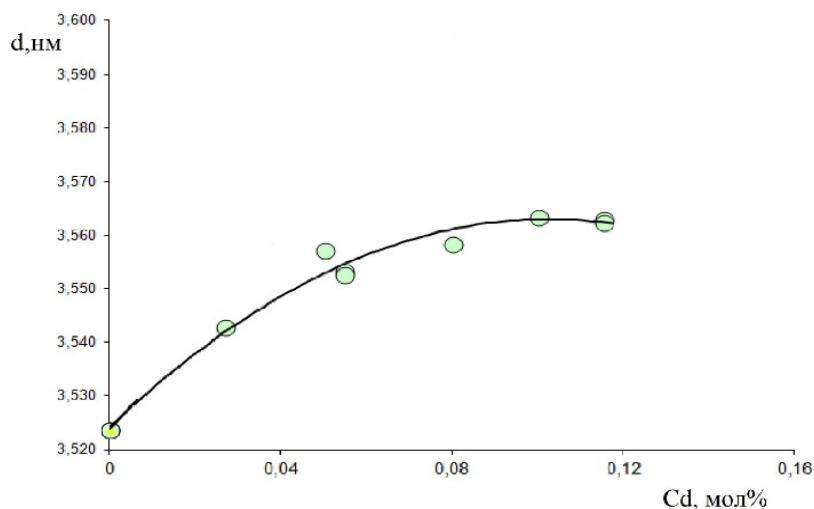


Рис. 3. Зависимость параметра ГЦК ячейки Ni-Cd от мольной доли Cd

#### Литература

1. Захаров Ю. А., Попова А. Н., Пугачев В. М., Додонов В. Г. Некоторые свойства наноразмерных порошков систем железо-кобальт и железо-никель // Ползуновский вестник. 2008. № 3. С. 79 – 83.
2. Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Попова А. Н., Додонов В. Г., Колмыков Р. П. Синтез и свойства наноразмерных порошков металлов группы железа и их взаимных систем // Перспективные материалы. 2008. Вып. 6. С. 249 – 254.
3. Zaharov Yu. A., Popova A. N., Pugachev V. M., Dodonov V. G. Research of synthesis of nanosystems including iron-group metals // Sviridov Readings. Biearus. St. Univ 6 – 9 Aprot. 2010. P. 25.
4. Захаров Ю. А., Попова А. Н., Пугачев В. М., Додонов В. Г. Наноразмерные порошки системы железо-никель // Перспективные материалы. 2010. № 3(1). С. 60 – 72.
5. Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Додонов В. Г., Попова А. Н. Плотность наноразмерных порошков систем Fe-Co и Fe-Ni // Перспективные материалы. 2011. № 11. С. 156 – 164.
6. Zaharov Yu. A., Popova A. N., Pugachev V. M. Chemical synthesis, structure and magnetic properties of nanocrystalline Fe-Co alloys // Mater. Letters. 2012. № 74. P. 173 – 175.
7. Zaharov Yu. A., Popova A. N., Pugachev V. M., Dodonov V. G. Nanosize Powders of Transition Metals Binary Systems // Y. Phys. Conf. Se. 2012, 345012024
8. Васильева О. В. Получение и изучение физико-химических свойств наноразмерной системы никель-медь: дис. ... канд. хим. наук. Кемерово, 2013.
9. Датий К. А. Получение и физико-химические свойства наноструктурированных порошков железо-кобальт-никель: дис. ... канд. хим. наук. Кемерово, 2013.

**Информация об авторах:**

**Вальнюкова Анастасия Сергеевна** – аспирант Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [nastya711@bk.ru](mailto:nastya711@bk.ru)

**Anastasiya S. Valnyukova** – post-graduate student at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Пугачев Валерий Михайлович** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии твердого тела КемГУ, [vm1707@mail.ru](mailto:vm1707@mail.ru)

**Valery M. Pugachev** – Candidate of Chemistry, Assistant Professor at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Захаров Юрий Александрович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии твердого тела КемГУ, [zaharov@kemsu.ru](mailto:zaharov@kemsu.ru)

**Yury A. Zaharov** – Corresponding Member of the RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry of Solids. Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 546.742:54.052

**ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ АМОРФНОГО ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ,  
ПОЛУЧЕННОГО НА ПОРИСТОМ УГЛЕРОДНОМ НОСИТЕЛЕ**

*А. Н. Воронай, В. Г. Додонов, А. В. Самаров*

**EFFECT OF ULTRASOUND ON THE PARTICLE SIZE OF THE AMORPHOUS  
NICKEL HYDROXIDE OBTAINED BY POROUS CARBON SUPPORT**

*A. N. Voronay, V. G. Dodonov, A. V. Samarov*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор 566ГУ1/2013), с использованием оборудования ЦКП КемНЦ СО РАН.*

Гидроксид никеля получают осаждением его из водного раствора на поверхность углеродной матрицы с высокой величиной удельной поверхности. Исследуется влияние ультразвука на размеры частиц рентген аморфного гидроксида никеля. Показано, что ультразвуковое воздействие приводит к формированию большего числа частиц с меньшим размером.

Nickel hydroxide is produced by deposition of its aqueous solution on the surface of a carbon matrix with a big surface area. We study the effect of ultrasound on the particle size of X-ray-amorphous nickel hydroxide. It was shown that ultrasonic influence leads to the formation of a larger number of particles of smaller size.

**Ключевые слова:** гидроксид никеля, углерод, ультразвук.

**Keywords:** nickel hydroxide, carbon, ultrasound.

**Введение**

Получение наноразмерных оксидов ( $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{NiO}$  и т. д.) и гидроксидов ( $\text{Co}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ) переходных металлов на поверхности высокопористых электропроводящих матриц с целью использования сформированных наноструктурированных композитов (НК) в качестве электродов суперконденсаторов [1; 2] является одним из активно развивающихся направлений современного материаловедения. Для НК, наполненных низкоразмерным гидроксидом никеля, актуальной является задача дальнейшего уменьшения размеров его частиц [3], т. к. это позволяет увеличить удельную поверхность и скорость протекания электрохимической реакции в объеме активного вещества.

С этой целью гидроксид осаждают на подложках с высокоразвитой поверхностью, например, графене [4 – 6]. Также прибегают к добавлению различных ПАВ (например, «Brij 56» [7]), используя их в качестве

темплатов для увеличения пористости пленок гидроксидов, или изопропилового спирта (смесь вода/изопропиловый спирт) [5], который, адсорбируясь на гранях с меньшей энергией препятствует росту кристалла в данных направлениях, что приводит к формированию игольчатых кристаллитов оксида марганца, растущих вдоль направления [001] (направление в котором адсорбируются молекулы воды).

В нашей работе рассмотрено влияние ультразвукового (УЗ) воздействия на процесс формирования кристаллитов гидроксида никеля. Получение кристаллитов гидроксида с меньшими размерами перспективно и для синтеза материалов с новыми магнитными свойствами [8; 9], т. к.  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  является промежуточным продуктом в процессе формирования композитов  $\text{Ni}/\text{C}$ , как сообщалось в нашей предыдущей работе [10].

### Экспериментальная часть

Для синтеза использовались реактивы классификации «чда» ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH}$ ). В качестве подложки использовали высокопористый углеродный материал (ВПУМ) Kemerit, полученный путем высокотемпературной карбонизации смеси гидрохинон-фурфурол с параллельной ее активацией щелочью [11].

Были получены образцы композитов  $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{C}$  с весовым содержанием гидроксида 10 масс %. Сначала ВПУМ пропитывался раствором щелочи, затем помещался в 1 М водный раствор хлорида никеля при температуре  $50^\circ - 60^\circ \text{C}$  (без воздействия УЗ – образец ГН/С, при УЗ воздействии – образец ГН/С+УЗ) и выдерживался 20 мин. После образцы промывали дистиллированной водой до нейтральной pH и высушивали в термошкафу при температуре  $80^\circ \text{C}$  в течение 4 часов. Синтез с использованием УЗ проводился в ультразвуковой ванне СТ-400D при мощности (потребляемой) УЗ-генератора 60 Вт.

Рентгенодифракционные исследования и рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) проводились на аппарате ДИФРЕЙ-401 (железное излучение) со встроенным энергодисперсионным детектором

АМРТЕК. Спектры малоуглового рентгеновского рассеяния (МУР) получены на приборе КРМ-1 (железное излучение) в интервале углов от  $0.05^\circ$  до  $6^\circ$  по  $2\theta$  ( $0.002 - 0.35 \text{ \AA}^{-1}$ ). Массовые функции распределения неоднородностей по размерам (МФНР) рассчитаны согласно [12] в приближении сферической формы неоднородностей. Разностные МФНР получены вычитанием сигнала МУР матрицы из сигнала композита при условии, что разностный сигнал всюду остается положительным.

### Результаты и обсуждения

Гидроксид никеля, формирующий на поверхности ВПУМ, является рентген аморфным, видимо в силу малых размеров частиц. Это подтверждается отсутствием основных рефлексов (100 и 101) на рентгенограммах композитов (рисунок 1а). Наличие гидроксида в НК установлено рентгенфлуоресцентным анализом; (рис. 1б) – наличием в РФЛА-спектрах никеля и отсутствием атомов хлора. РФЛА-спектры для образца ГН/С и ГН/С+УЗ практически идентичны, поэтому на рис. 1б приведен только спектр ГН/С+УЗ.

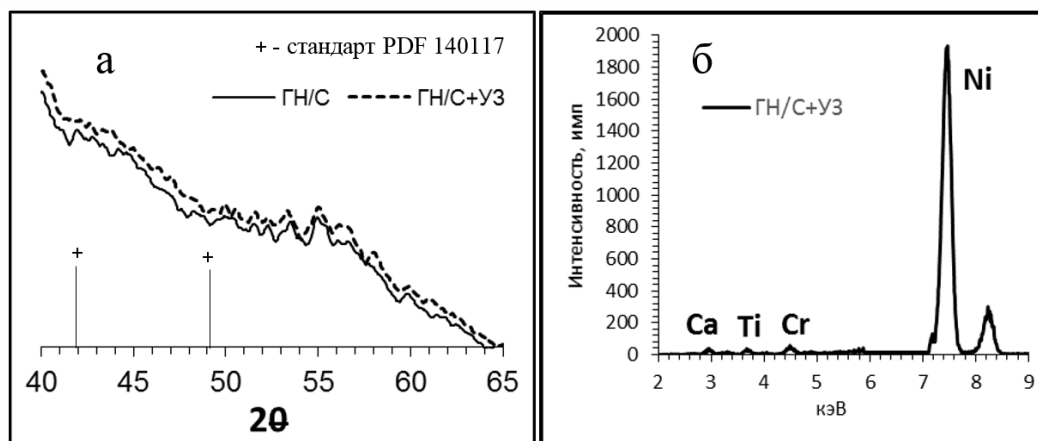


Рис. 1. Рентгенограммы образцов ГН/С и ГН/С+УЗ (а); РФЛА-спектр образца ГН/С+УЗ (б)

На рис. 2 показаны спектры малоуглового рассеяния образцами рентгеновского излучения. В области длин векторов рассеяния  $s < 0.1 \text{ \AA}^{-1}$  спектры для обоих образцов НК довольно похожи на спектр чистой матрицы, однако имеют большую интенсивность, что, скорее всего, является следствием увеличения контраста рассеивающих неоднородностей. Поскольку для образцов композитов наблюдается практически пропорциональное увеличение интенсивности МУР при  $s < 0.1 \text{ \AA}^{-1}$ , предполагаемое увеличение контраста имеет место для всех неоднородностей размером  $d > 6 \text{ нм}$  (что  $\approx$  соответствует  $s < 0.1 \text{ \AA}^{-1}$ ).

В области  $s > 0.1 \text{ \AA}^{-1}$  рост интенсивности не столь существенный. При этом положение максимума функции  $J(s)s^2$  (в области  $s > 0.1 \text{ \AA}^{-1}$ ), соответствующего неоднородностям наименьшего размера (менее 5 нм), для полученных образцов заметно смещается в область меньших углов (примерно на 60 %), что указывает на соответствующее увеличение среднего размера самых мелких неоднородностей по сравнению с

чистой матрицей. Усиление интенсивности сигнала МУР для образца ГН/С+УЗ по сравнению с образцом ГН/С в области длин векторов  $s > 0.1 \text{ \AA}^{-1}$  соответствующих размерам частиц до 5 нм указывает на присутствие в данном образце НК большего числа частиц меньшего размера. Увеличение интенсивности также наблюдается и на МФНР (рис. 3) в ряду Kemerit  $\rightarrow$  ГН/С  $\rightarrow$  ГН/С+УЗ.

Анализ функций  $Dm(d)$  в нанометровой области (рис. 3а) показывает, что дисперсная структура исследуемых композитов довольно близко «повторяет» структуру чистой матрицы, но с некоторым смещением пиков в сторону больших размеров и усилением интенсивности правого крыла первого пика функции распределения. На разностных функциях распределения (рис. 3б) наблюдается противоположная тенденция: сдвиг положения максимума первого пика в сторону меньших размеров: 3.1 нм, 2.8 нм в ряду ГН/С и ГН/С+УЗ, соответственно.

### Закключение

Таким образом, показано, что воздействие ультразвука приводит к формированию большего числа частиц гидроксида с меньшим размером, что может быть

применено для получения новых электродных материалов. Проведена оценка размеров частиц гидроксида никеля по методу МУР, что представляется актуальным ввиду их рентген аморфности.

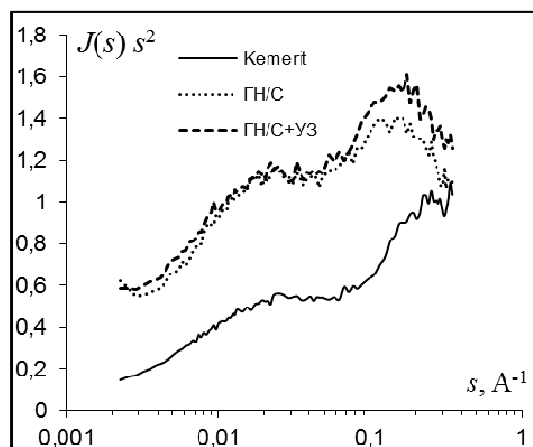


Рис. 2. Исходные спектры МУР (а); разностные МФНР образцов композитов (б)

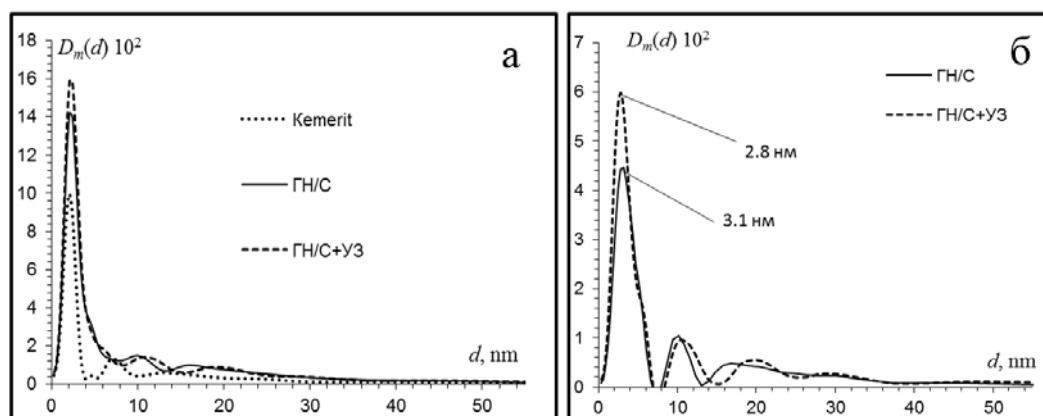


Рис. 3. Массовые функции распределения неоднородностей по размерам: а) композитов и матрицы; б) разностные МФНР образцов композитов

### Литература

1. Кузнецов В., Панькина О., Мачковская Н., Шувалов Е., Востриков И. Конденсаторы с двойным электрическим слоем (ионисторы): разработка и производство // Компоненты и технологии. 2005. № 6. URL: <http://www.kit-e.ru/archive.php?year=2005&number=6> (дата обращения: 05.06.2014).
2. Балышков А. Ионисторы // Электронные компоненты. Украина, 2005. № 11/12. С. 91 – 97.
3. Watanabe K., Kikuoka T., Kumagai N. Physical and electrochemical characteristics of nickel hydroxide as a positive material for rechargeable alkaline batteries // J. Appl. Electrochem. 1995. V. 25. P. 219 – 226.
4. Hailiang Wang, Hernan Sanchez Casalongue, Yongye Liang and Hongjie Dai. Ni(OH)<sub>2</sub> Nanoplates Grown on Graphene as Advanced Electrochemical Pseudocapacitor Materials // J. Am. Chem. Soc. 2010. V. 132. P. 7472 – 7477.
5. Chen S., Zhu J. W., Wang X. One-step synthesis of graphene-cobalt hydroxide nanocomposites and their electrochemical properties // J. Phys. Chem. C. 2010. V. 114 P. 11829 – 11834.
6. Sheng Chen and etc. Graphene Oxide MnO<sub>2</sub> Nanocomposites for Super capacitors // ACS Nano. 2010. V. 4. P. 2822 – 2830.
7. Wen-Jia and etc. Electrode position and characterization of ordered mesoporous cobalt hydroxide films on different substrates for super capacitors // Micro porous and Mesoporous Materials. 2009. V. 117. P. 55 – 60.
8. Котов Л. Н., Носов Л. С. Переориентация намагниченности воднодисперсных частиц и отклик на импульс поля // ЖТФ. 2005. Т. 75 № 10. С. 55 – 60.
9. Багдасарова К. А. Металл-углеродные магнитные наноконкомпозиты на основе ИК-пиролизованного полиакрилонитрила: дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 2008.
10. Воропай А. Н., Колмыков Р. П., Манина Т. С., Барнаков Ч. Н., Иванов А. В., Самаров А. В. Получение Ni/C композита и исследование особенностей его формирования на пористом углеродном носителе // Вестник КемГУ, 2013. № 3. Т. 3. С. 66 – 69.

11. Заявка на патент РФ № 201405027/20(008045) от 11.02.2014 г. Способ получения мезопористого углеродного материала / Ч. Н. Баранков, А. В. Самаров, Г. П. Хохлова, А. П. Козлов, З. Р. Исмагилов.

12. Додонов В. Г. Применение методов рентгеновской дифракции для исследования структуры микрокластеров в конденсированных средах: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Кемерово, 2000.

#### Информация об авторах:

**Воропай Александр Николаевич** – аспирант Института углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, aleksvorop@mail.ru.

**Aleksander N. Voropay** – post-graduate student at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Додонов Вадим Георгиевич** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры химии твердого тела КемГУ, 233191@mail.ru.

**Vadim G. Dodonov** – Candidate of Physics and Mathematics, Senior Research Associate at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Самаров Александр Владимирович** – инженер-технолог лаборатории высокотемпературных процессов химии углеродных материалов и угля Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово, sav335@yandex.ru.

**Alexander V. Samarov** – Candidate of Chemistry, Research Associate at the Laboratory of High Temperature Processes of Carbon Materials and Coal Chemistry, Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 537.311.1:541.182.023.4

### ТЕРМОСТИМУЛИРУЕМЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ Fe-Co-Ni

*К. А. Датий, Ю. А. Захаров, Л. М. Хицова*

### THERMOSTIMULATED PROCESSES ON THE SURFACE OF Fe-Co-Ni NANOSTRUCTURED POWDERS

*K. A. Datii, Yu. A. Zaharov, L. M. Hitsova*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант моб\_а\_№ 14-03-31648) и Министерства образования и науки РФ (госзадание № 2014/64), с использованием оборудования КемЦКП КемНЦ СО РАН.*

В работе рассмотрены физико-химические процессы, протекающие при нагревании в токе аргона в наноструктурированных порошках Fe-Co-Ni разных фазовых составов, синтезированных методом жидкофазного восстановления гидразингидратом растворов солей в сильнощелочной среде. Методом дериватографии в сочетании с масс-спектрометрией газообразных продуктов изучен состав и количество адсорбированных газов в сопоставлении с элементным составом и пористостью образцов, а также характер (виды) продуктов окисления поверхности порошков и их термические превращения.

The paper considers physical and chemical processes at heating in argon stream of Fe-Co-Ni nanostructured powders of different phase compositions, synthesized by method of liquid-phase reduction of aqueous solutions of metal salts in strong alkaline medium by hydrazine hydrate. The composition and amount of adsorbed gases depending on elemental composition and porosity of samples and the character (kinds) of the oxidation products of the powders surface and their thermal transformations are investigated by derivatography method combined with mass spectrometry of gaseous products.

**Ключевые слова:** наноструктурированные порошки железа-кобальт-никель, твердые растворы металлов.

**Keywords:** Fe-Co-Ni nanopowders, solid solutions of metals.

#### Введение

В макроразмерном состоянии сплавы Fe-Co-Ni ввиду широкого практического использования их изучены подробно, в то время как исследования их в наноразмерном и наноструктурированном состояниях ограничено. В тоже время наноструктурированные металлические порошки (НМП) системы Fe-Co-Ni, весьма интересны как в техническом, так и научном

отношениях. Возможности их применения главным образом основаны на высоких магнитных свойствах, которые изменяются в широких пределах при варьировании химического и фазового составов, дисперсности и формо-размерных характеристик частиц. Ввиду изложенного нами проводится комплексное изучение процессов получения и физико-химических

свойств этой системы [1; 2], часть результатов которого представлено в настоящей работе.

В статье рассмотрено состояние поверхности нанопорошков, что является важным при общей их аттестации, т. к. особенности поверхности, состав и количество адсорбированных газов и продуктов окисления металлов определяют многие, в том числе практически актуальные характеристики НМП. Для изучения химического состава поверхности частиц, а также термостимулируемых поверхностных процессов был применен метод дериватографии в сочетании с масс-спектрометрией выделяющихся газообразных веществ как одним из наиболее информативных.

### Экспериментальная часть

Порошки изучаемой системы получали по методике, описанной в [3].

Для проведения дифференциального термического анализа с одновременной термогравиметрией использовался дериватограф NETZSCH STA 409 PC/PG в сочетании с квадрупольным масс-спектрометром, в одном цикле измерений регистрировались с высокой чувствительностью изменения массы (ТГ и ДТГ) и тепловые эффекты протекающих в образце реакций (ДТА), а также проводили масс-спектрометрический анализ (МСА) газообразных продуктов при заданной программе ведения температуры. Исследования проводили в проточной атмосфере газа-носителя (аргон) при скорости нагрева  $10^\circ \text{C}/\text{мин.}$  в интервале температур  $25^\circ - 700^\circ \text{C}$ . Навеска порошка составляла 0,5 г. [4; 5].

Величину удельной поверхности (SBET,  $\text{м}^2/\text{г}$ ) и характеристики пористой структуры (общий объем пор  $V_\Sigma$ ,  $\text{см}^3/\text{г}$ ; объем мезо- и микропор –  $V_{\text{ме}}$  и  $V_{\text{ми}}$ ,  $\text{см}^3/\text{г}$ ) изученных образцов получали из анализа изотерм адсорбции-десорбции  $\text{N}_2$  при  $-195,97^\circ \text{C}$  ( $77,4^\circ \text{K}$ ), измеренных на объемной вакуумной статической установке ASAP-2020.

### Результаты и обсуждение

Рассмотрение типичных результатов ДМА образцов (рис. 1 – 3), составы которых на диаграмме фазовых состояний (ДФС) системы Fe-Co-Ni соответствуют монофазным зонам твердых растворов, а также пограничным областям переходов в двухфазную область [1; 2], позволяет сделать следующие заключения.

При прогреве порошков протекает последовательно ряд процессов. Типичными, наблюдаемыми для всех образцов в широкой области составов бедных кобальтом, являются следующие.

Десорбция при  $80-120^\circ \text{C}$  воды,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ , отчетливо наблюдаемая масс-спектрометрически и сопровождающаяся потерей веса и типичными для десорбционных процессов эндотермическими эффектами. Количество сорбированных газов уменьшается в приведенном порядке. Эти процессы сильнее выражены в двухфазных составах с ГЦК- и ОЦК-структурами, что естественно связать с установленной большей пористостью и удельной поверхностью агломератов частиц в этой фазовой области (таблица).

Таблица

Характеристики пористости и оценка размера НРП (по методам БЭТ, МУР)

| Состав<br>образа<br>(Fe – Co – Ni) | Удельная<br>поверхность,<br>$\text{м}^2/\text{г}$ | Общий<br>объем<br>пор, $\text{см}^3/\text{г}$ | Объем<br>микропор,<br>$\text{см}^3/\text{г}$ | Объем<br>мезопор, $\text{см}^3/\text{г}$ | Средний размер частиц<br>по БЭТ/МУР, нм |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 25/15/60                           | 10,0                                              | 0,04                                          | 0                                            | 0,04                                     | 72 нм/160 нм                            |
| 30/15/55                           | 10,5                                              | 0,04                                          | 0                                            | 0,04                                     | 74 нм/130 нм                            |
| 40/30/30                           | 6,2                                               | 0,02                                          | 0                                            | 0,02                                     | -                                       |
| 40/20/40                           | 5,6                                               | 0,02                                          | 0                                            | 0,02                                     | 126 нм/ 140 нм/                         |
| 80/10/10                           | 4,2                                               | 0,015                                         | 0                                            | 0,015                                    | 180 нм/ 170 нм                          |

В области температур около  $200^\circ \text{C}$  и несколько выше протекает термораспад поверхностных (островковых) гидрокарбонатов, одновременно с термическим разложением гидроксидов металлов. Процессы фиксируются выделением  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , потерей массы образцов и присущими для термораспада этих соединений эндо-эффектами; присутствие поверхностных гидроксидов установлено нами также методом РФЭС [2]. Гидроксидов и гидроксикарбонатов заметно больше в богатых железом составах (ОЦК и прилегающая к ней область).

В богатых железом ОЦК составах в основном в области около  $350^\circ \text{C}$ , а в ГЦК составах – при  $550^\circ - 600^\circ \text{C}$  протекает наблюдаемый масс-спектрометрически термораспад поверхностных карбонатов (возможно, смешанных).

Заметно также окисление высокодисперсных порошков Fe-Co-Ni остаточным кислородом, присут-

ствующим в условиях эксперимента в газе-носителе. В итоге фиксируется возрастание веса образцов, связывание кислорода и наблюдаемый в широком интервале температур размытый экзоэффект.

Наблюдаемая картина во многом аналогична установленной в [6] для наноразмерных Fe-Co и Fe-Ni; в этих системах протекают такие же термостимулируемые процессы.

Процессы окисления составов из фазовых областей с ГЦК и ОЦК структурами соотносятся с особенностями морфологии и пористости частиц. Образцы, богатые железом, начинают окисляться при относительно низких температурах, но с повышением температуры ввиду меньшей пористости, их окисление протекает со скоростями, близкими к скоростям окисления составов с небольшим содержанием железа (рис. 2).

Расположение на поверхности НМП оксидов, гидроксидов и карбонатов методами дифракции рентгеновского излучения не фиксируется ввиду установленного МСА малого их содержания и сформированы они скорее всего в виде наноразмерных островковых образований.

### Выводы

Для различных фазовых зон показано качественное подобие химического состава сорбированных газов, а также характера протекающих на поверхности термостимулируемых процессов: десорбция газов, термораспаднаноостровковых гидроксидов и карбонатов или гидрооксикарбонатов ( $230 - 260^{\circ}\text{C}$ ) и карбонатов ( $550 - 600^{\circ}\text{C}$ ). Установлена взаимосвязь структуры частиц и окисляемости.

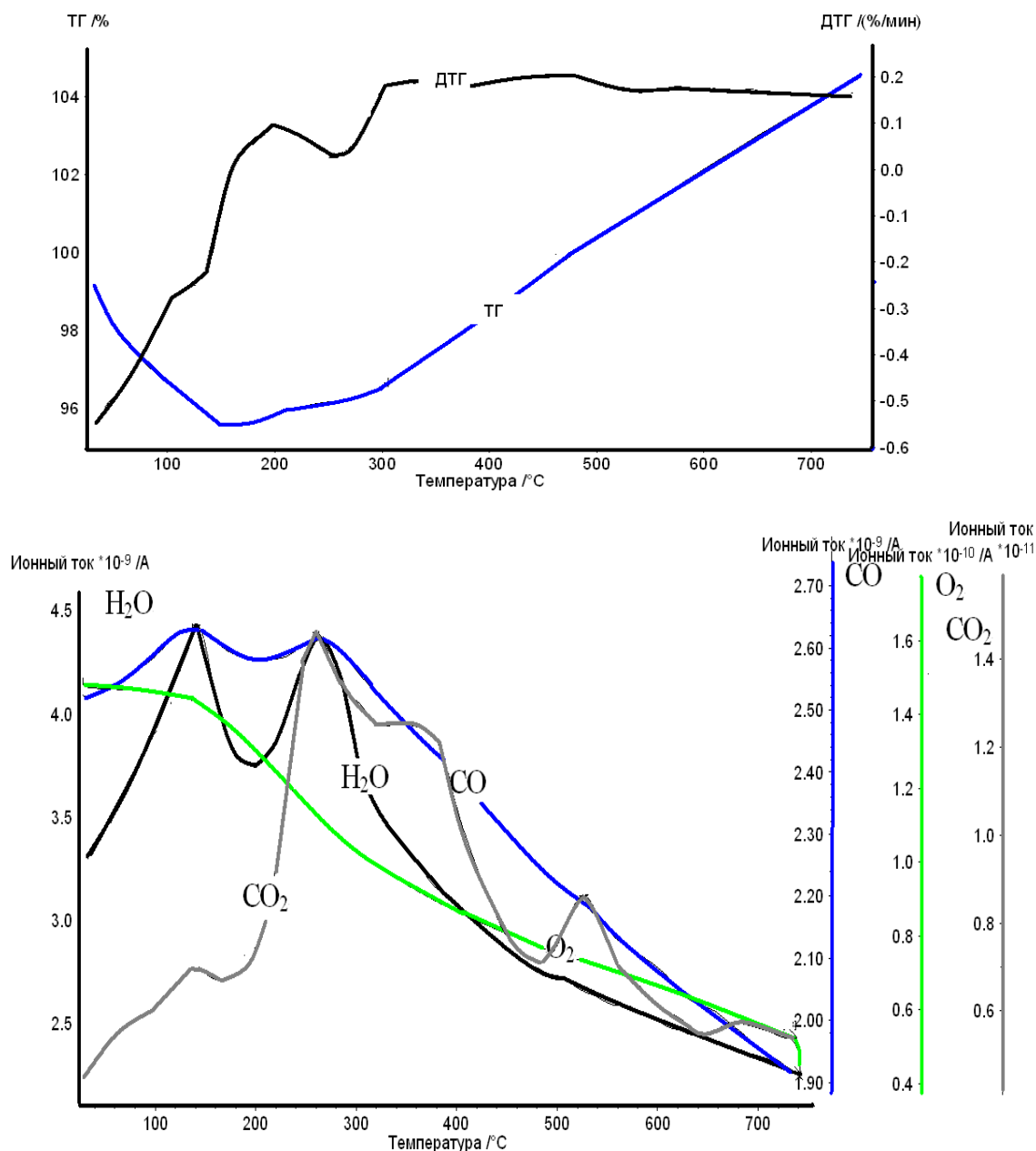


Рис. 1. ТГ (ДТГ), ДТА и МСА образца наноразмерной системы Fe-Co-Ni (20/30/50), расположенной на ДФС на границе монофазной ГЦК области и двухфазной ГЦК-ОЦК области

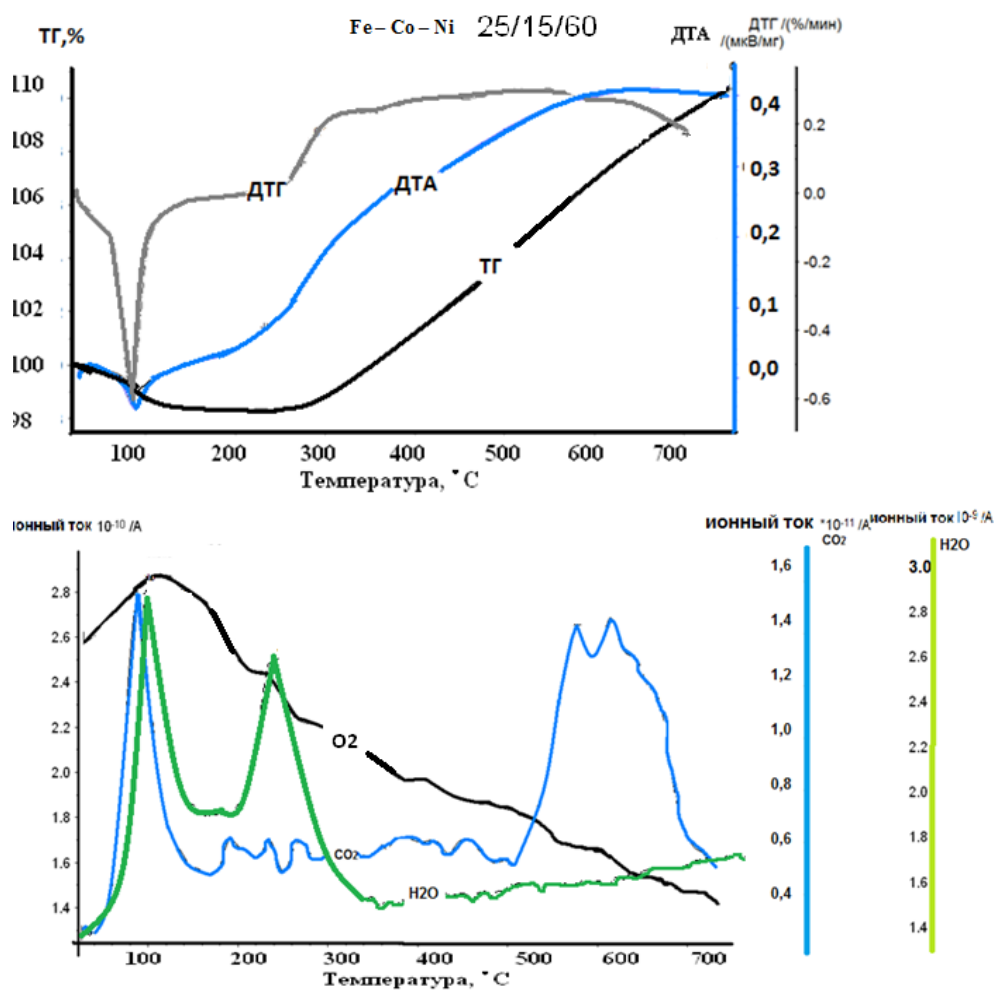
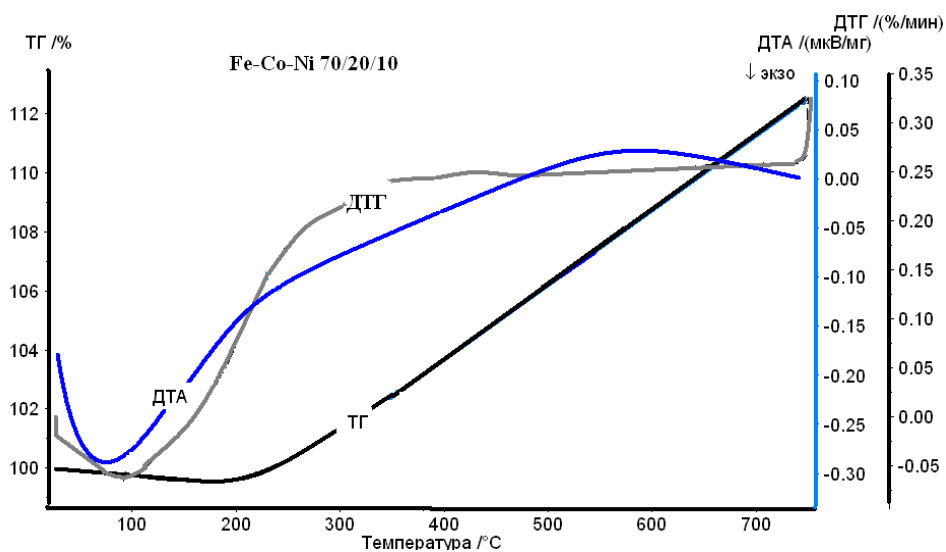


Рис. 2. ДТА, ТГ и МСА образца наноразмерной системы Fe-Co-Ni (25/15/60) – область ГЦК – твердого раствора на ДФС



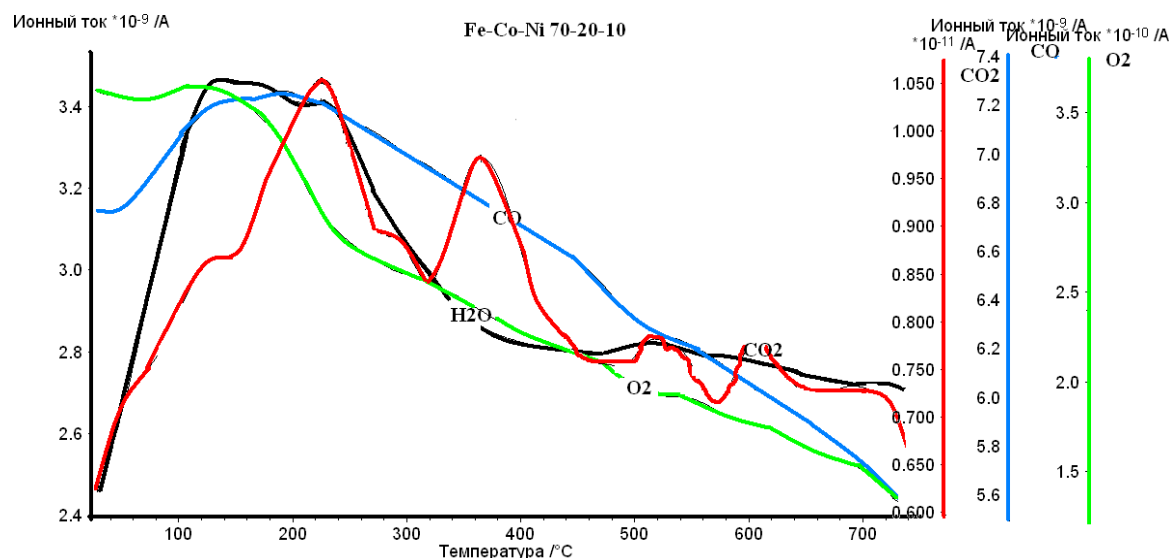


Рис. 3. ДТА, ТГ и МСА образца наноразмерной системы Fe – Co – Ni (70/20/10) – область ОЦК – твердого раствора на ДФС

#### Литература

1. Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Датий К. А., Додонов В. М., Карпушкина Ю. В. Получение и некоторые свойства наноразмерных порошков системы Fe-Co-Ni // Вестник КемГУ. 2013. № 3(55). Т. 3. С. 77 – 80.
2. Датий К. А. Получение и физико-химические свойства наноструктурированных порошков системы Fe-Co-Ni: автореф. ... дис. канд. хим. наук. Кемерово, 2013. 20 с.
3. Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Попова А. Н., Додонов В. Г., Колмыков Р. П. Синтез и свойства наноразмерных порошков металлов группы железа и их взаимных систем // Перспективные материалы. 2008. № 6(1).
4. ГОСТ 22662-77. Порошки металлические. Методы седиментационного анализа. Введ. 1979-01-01. М.: Межгосударственный стандарт; М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 8 с.
5. URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-245148.html>
6. Попова А. Н. Синтез и физико-химические свойства наноразмерных систем Fe – Co и Fe – Ni: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Кемерово, 2011. 15 с.

#### Информация об авторах:

**Датий Ксения Алексеевна** – аспирант, учебный мастер кафедры химии твердого тела КемГУ, [zaharov@kemsu.ru](mailto:zaharov@kemsu.ru).

**Kseniya A. Datii** – post-graduate student, engineer at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Захаров Юрий Александрович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии твердого тела КемГУ, [zaharov@kemsu.ru](mailto:zaharov@kemsu.ru).

**Yury A. Zaharov** – Corresponding Member of the RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Хицова Людмила Михайловна** – ведущий инженер Кемеровского научного центра СО РАН, [hitluda@mail.ru](mailto:hitluda@mail.ru).

**Lyudmila M. Hitsova** – engineer at Kemerovo Scientific Centre of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# СИНТЕЗ И МОРФОЛОГИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ Co/Au СО СТРУКТУРОЙ ЯДРО-ОБОЛОЧКА

*Н. К. Еременко, В. Г. Додонов, Ю. А. Захаров, И. И. Образцова, А. Н. Еременко*

## SYNTHESIS AND MORPHOLOGY OF Co/Au BIMETAL NANOPARTICLES WITH CORE-SHELL STRUCTURE

*N. K. Yeremenko, V. G. Dodonov, Yu. A. Zaharov, I. I. Obraztsova, A. N. Yeremenko*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (госзадание 2014/64).*

Биметаллические наночастицы со структурой ядро-оболочка синтезированы из водных растворов прекурсоров на основе реакции восстановления – электрохимического замещения. Структура ядро-оболочка доказана методами спектроскопии в видимой области и малоуглового рассеивания рентгеновского излучения. Показано, что строение частиц может быть описано в рамках модели «ядро-оболочка» сферической формы. По кривым малоуглового рассеяния рассчитаны массовые функции распределения неоднородностей по размерам в приближении однородных сферических частиц и модели «ядро-оболочка». На основании анализа профиля функции распределения частиц по размерам в рамках модели «ядро-оболочка» проведена оценка размерных и морфологических параметров частиц Co/Au.

Bimetal systems of Co/Au nanoparticles with core-shell structure were synthesized by the reduction – electrochemical replacement reaction in aqueous solutions. The core-shell structure is proved by spectroscopy in the visible area and by SAXS. Structure and properties of Co/Au nanoparticles can be successfully described by the «core-shell» model of spherical shape. Mass functions of particle size distribution were computed from the small-angle X-ray scattering curves in the approximation of homogeneous spherical particles and of the «core-shell» model. Evaluation of size and morphology of Co/Au particles in the assumption of «core-shell» model based on analysis of profile of particle size distribution function was performed.

**Ключевые слова:** наночастицы металлов, синтез, малоугловое рентгеновское рассеяние, функция распределения частиц по размерам, ядро-оболочка, Co/Au.

**Keywords:** metal nanoparticles, synthesis, small angle X-ray scattering, particle size distribution function, core-shell, Co/Au.

### Введение

В последнее десятилетие значительное внимание уделяется получению магнитных наночастиц из-за их уникальных свойств, существенно отличающихся от свойств массивных (макноразмерных материалов), и перспектив применения в спинтронике, электронике, магнитотехнике, катализе. Нанометровые ферромагнитные частицы как правило супермагнитны, что имеет существенное значение для использования их в биомедицине, например, при разделении клеток, в биосенсорных технологиях и др.

Получение химически чистых наночастиц наиболее высоко магнитных металлов, таких как железо, кобальт и никель, достаточно затруднительно из-за их чрезвычайно высокой окисляемости. Покрытие тончайшей золотой оболочкой наночастиц магнитных металлов эффективно тормозит окисление ядер без изменения их магнитных свойств. Кроме того, золотая оболочка предоставляет возможность мультифункционализации наночастиц путем конъюгирования биомолекул с целью совместимости наночастиц с человеческим организмом.

В этом плане значительный интерес представляет синтез наночастиц Co, покрытых плотной оболочкой золота, так как достаточно высокие магнитные характеристики кобальта (намагниченность насыщения, коэрцитивная сила) в сочетании с высокими температурами блокировки суперпарамагнетизма частиц размерами 10 – 15 нм и относительно невысокой (по

сравнению с железом) окисляемостью определяют перспективность использования таких систем в локальной гипертермии с магнитной доставкой их к органам-мишеням.

### Методика эксперимента

Методика синтеза основана на реакциях совместного восстановления и электрохимического замещения металлов.

На первом этапе получали наночастицы кобальта в коллоидном состоянии восстановлением  $\text{CoSO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$  и  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  боргидридом натрия в водном растворе: при  $12^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  к 0.5 мл раствора соли кобальта (0.1 М) в 20 мл воды добавляли 0.5 мл раствора боргидрида натрия (0.1 М) при перемешивании магнитной мешалкой в течение 20 минут. Процесс восстановления контролируется оптическим методом по исчезновению поглощения  $\text{HAuCl}_4$ .

Затем к полученному коллоидному раствору  $\text{Co}(0)$  добавляли раствор золотохлористоводородной кислоты. При этом происходит частичное окисление наночастиц кобальта с образованием зародышей золота на поверхности частиц Co и последующее восстановление  $\text{Au}^{+3}$  до  $\text{Au}^0$  боргидридом натрия на поверхности с образованием золотой оболочки [1].

Измерения интенсивности малоуглового рассеяния рентгеновского излучения (МУРР) выполнены на дифрактометре КРМ-1 «на просвет» в железном характеристическом излучении подсчетом импульсов в

точках в интервале  $0.002 - 0.175 \text{ \AA}^{-1}$ . По кривым малоуглового рассеяния рассчитаны функции распределения частиц по размерам в приближении однородных сфер и модели «ядро-оболочка». Компьютерная обработка данных (учет инструментальных искажений и расчет функций распределения) проведена согласно [2; 3]. Для измерения малоуглового рассеяния образец, представляющий собой высоко дисперсный порошок, приклеивался тонким слоем ( $\sim 50 - 100 \text{ мкм}$ ) к лавсановому окошку кюветы с таким расчетом, чтобы поверхностная плотность препарата, оцененная по поглощению, составляла  $3 - 4 \text{ мг/см}^2$ . Спектры оптического поглощения взвеси Co/Au регистрировали на спектрофотометре П.Э. – 5400В.

### Результаты и их обсуждение

Ранее возможность синтеза различных структур ядро-оболочка методом, использованным в настоящей работе, была установлена при проведении процесса в органических средах [4; 5].

Полученные нами спектры поглощения в видимой области продуктов реакции, полученных из водных

растворов прекурсоров, чистого Co и чистого Au представлены на рис. 1 – 3. Сопоставление абсорбционных спектров коллоидных продуктов – предполагаемо наночастиц Co/Au, полученных из водных растворов прекурсоров, со спектрами наночастиц чистого никеля и чистого золота в коллоидном состоянии, приготовленных по одинаковой методике, показывает следующее: коллоидное золото имеет четкую полосу поглощения при  $527 \text{ нм}$ . Спектр поглощения взвеси кобальта показывает монотонное уменьшение поглощения с увеличением длины волны, в то время как для наночастиц Co/Au наблюдается выраженная полоса поглощения с максимумом при  $527 \text{ нм}$ . Эта полоса известна в оптике наноразмерных металлических частиц как поглощение света нанометровым золотом с образованием поверхностных плазмонов, что свидетельствует о формировании при последовательном (двухстадийном) восстановлении частиц «ядро-оболочка» с внешним слоем в виде золота нанометровой толщины.

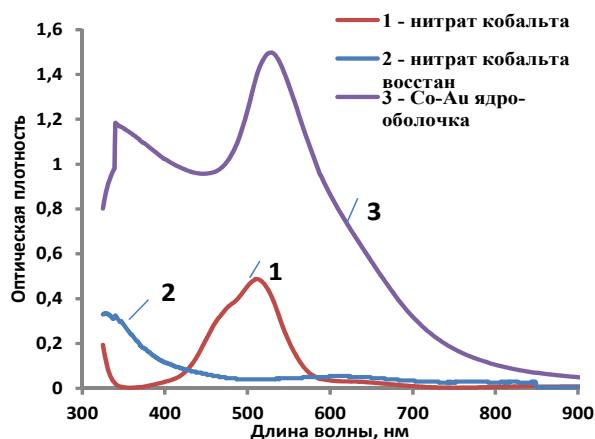


Рис. 1.

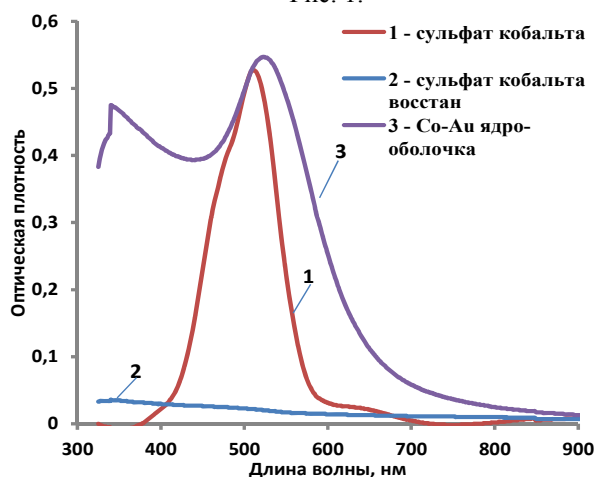


Рис. 3.

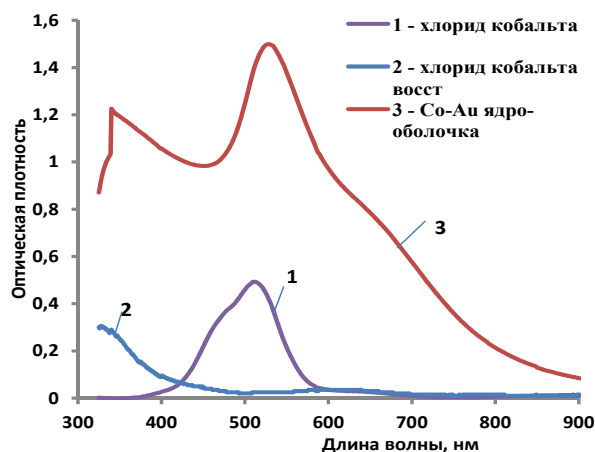


Рис. 2.

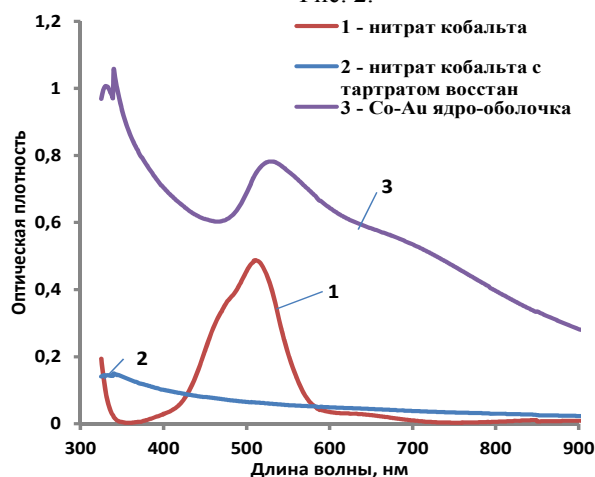


Рис. 4.

Рис. 1 – 4. Оптические спектры коллоидной взвеси наночастиц Co/Au, Co растворов прекурсоров

Было установлено, что биметаллические частицы Co/Au со структурой ядро-оболочка, полученные из растворов солей кобальта с различными анионами, отличаются по стабильности и способности к агрегированию и в итоге к коагуляции: наименее стабильными оказались наночастицы Co/Au, полученные из раствора хлорида (не более суток) и нитрата (не более двух суток) кобальта. Частицы Co/Au, полученные из раствора сульфата кобальта, показали высокую стабильность (более двух месяцев), что указывает на существенную роль природы прекурсора на стабильность конечного продукта.

Установлено, что на стабильность наночастиц Co/Au также влияет и природа стабилизатора. На рис. 4 представлены спектры биметаллических наночастиц Co/Au, полученных из растворов нитрата кобальта с использованием стабилизатора – тартрата натрия. Положение плазмонной полосы при 527 нм указывает на аналогичную структуру наночастиц Co/Au, как и в случае использования цитрата натрия.

Экспериментальная кривая малоуглового рассеяния для образца системы Co/Au показана на рис. 5. Рассчитанная по ней в приближении *однородных* сферических частиц функция распределения бимодальна (рис. 6), положения максимумов:  $d_1=75$  Å,  $d_2=160$  Å, соответственно.

#### Оценка параметров модели «ядро-оболочка»

Ранее, на основании результатов компьютерного моделирования, было показано [6], что бимодальное распределение, полученное в приближении *однородных* сферических частиц, можно интерпретировать как результат наличия у этих частиц внешней оболочки, плотность которой *больше*, чем плотность внутреннего «ядра». При этом один из двух параметров

модели – отношение радиуса  $r$  менее плотного ядра к внешнему радиусу частицы  $R$  – можно в первом приближении оценить по положению максимумов функции распределения  $d_1$  и  $d_2$  из соотношения:

$$\frac{r}{R} \approx \frac{d_2/2 - d_1/1.74}{d_2/2} = 0.46. \quad (1)$$

Однако полученное в первом приближении значение  $r/R = 0.46$  может быть в нашем случае существенно заниженным из-за близкого расположения и перекрытия пиков и, как следствие, «эффекта наложения» их друг на друга.

Для более корректной оценки величин  $d_1$  и  $d_2$  (после проведения в первом приближении пробных расчетов по модели «ядро-оболочка») исходное распределение было разложено на две моды, относящиеся, соответственно, к «оболочке» и внешнему диаметру частиц (линии 1 и 2 на рис. 6). Далее, соотношение  $r/R$  для модели «ядро-оболочка» оценивалось двумя способами: 1) по уточненному положению максимумов  $d_1$  и  $d_2$  и 2) – по соответствующим средневзвешенным значениям  $\langle d_1 \rangle$  и  $\langle d_2 \rangle$ , рассчитанным по разделённым модам. В свою очередь, средневзвешенное значение  $\langle d_2 \rangle$  также было рассчитано двумя способами: по всей кривой распределения и по её ограниченному участку в области главного максимума (без учета вклада длинной пологой правой ветви, которая может быть обусловлена агрегационной структурой). Начальный участок функции  $D_m(d)$  при этом аппроксимировали логарифмически-нормальным распределением. Результаты оценки параметров модели «ядро-оболочка» и модельных расчетов функции распределения приведены в таблице 1 и показаны на рис. 7. Видно, что формально величина  $r/R$  для исследуемой системы Co/Au варьируется в довольно широких пределах: 0.46 - 0.77.

Таблица 1

| № | Способ оценки параметров модели «ядро-оболочка» для системы Au-Co-2402                                                                                                                 | $d_1$ , Å | $d_2$ , Å | $r/R$ | $\rho_{\text{яд}}/\rho_{\text{об}}$<br>(оптимальное) |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------|------------------------------------------------------|
| 1 | По положению максимумов исходной функции $D_m(d)$                                                                                                                                      | 75        | 160       | 0.46  | –                                                    |
| 2 | По положению максимумов выделенных мод $D_m(d)$                                                                                                                                        | 60        | 174       | 0.60  | 0.40 – 0.50                                          |
| 3 | Расчет средневзвешенных значений $\langle d_1 \rangle$ и $\langle d_2 \rangle$ на ограниченном участке функции $D_m(d)$ без учета правой ветви, обусловленной агрегационной структурой | 90        | 344       | 0.70  | 0.55 – 0.60                                          |
| 4 | Расчет средневзвешенных значений $\langle d_1 \rangle$ и $\langle d_2 \rangle$ по всей функции распределения $D_m(d)$                                                                  | 90        | 447       | 0.77  | 0.60 – 0.65                                          |

На первый взгляд, оценка параметров модели «ядро-оболочка» представляется довольно неоднозначной. Однако учитывая, что соотношение электронных (рассеивающих) плотностей металлов Co/Au *a priori* известно и составляет:

$$\frac{\rho_e \text{ Co}}{\rho_e \text{ Au}} = \frac{2.389}{4.704} = 0.508, \quad (2)$$

варианты оценок № 1 и № 4, представленные в таблице 1, можно отбросить. Действительно, в одном случае (при  $r/R = 0.46$ ) не удается полностью устранить дополнительный максимум ни при каких значениях плотности ядра (рис. 7а), в другом случае (при  $r/R = 0.77$ ) – функция  $D_m(d)$  в области, близкой к идеальному соотношению (2), имеет явный, не имеющий

физического смысла, отрицательный участок (рис. 7з). С учетом сказанного можно считать, что наиболее подходящим (в разумно достижимых пределах точности) является значение  $r/R \approx 0.65$  (рис. 8а, б), поскольку в этом случае оптимальное соотношение плотности ядра и оболочки лучше всего соответствует априорному отношению (2).

Результаты оценок структурных параметров наночастиц для исследуемой системы Co/Au, представленные в таблице 2, хорошо согласуются с результатами, полученными оптическим методом.

Таким образом, результаты численного моделирования данных МУРП подтверждают получение методом частиц Co/Au со структурой ядро-оболочка и позволяет оценить размерные параметры частиц.

Оценка параметров модели «ядро-оболочка» для системы Au-Co по данным МУР

| Параметры частиц Au-Co, нм | Средне-взвешенное значение | Положение максимума | Оценка по первой моде (средне-взвешенная) | Оценка по положению первой моды |
|----------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|
| Внешний диаметр            | 28 – 35                    | 18                  |                                           |                                 |
| Толщина оболочки           | 5 – 6                      | 3.2                 | 5.2                                       | 3.7                             |
| Диаметр ядра               | 18 – 23                    | 12                  | 19 – 25                                   | 11                              |

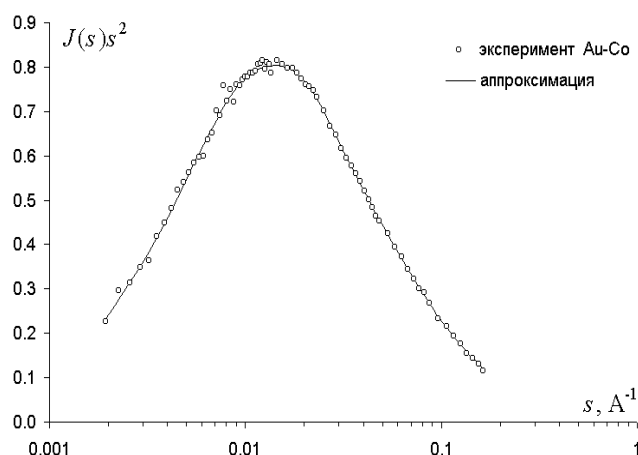


Рис. 5. Кривая интенсивности малоуглового рентгеновского рассеяния для системы Co/Au; точки – экспериментальные значения, сплошная линия – аппроксимация согласно [2; 3]

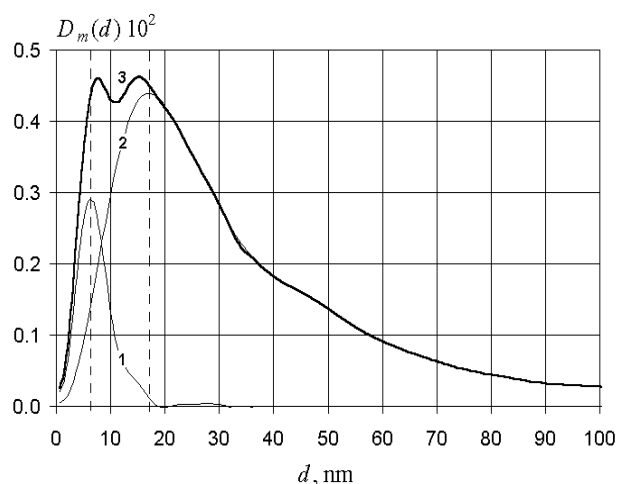


Рис. 6. Разложение функции распределения по размерам, рассчитанной для системы Co/Au по однородным сферам (3), на две моды (линии 1, 2) для уточнения положения максимумов

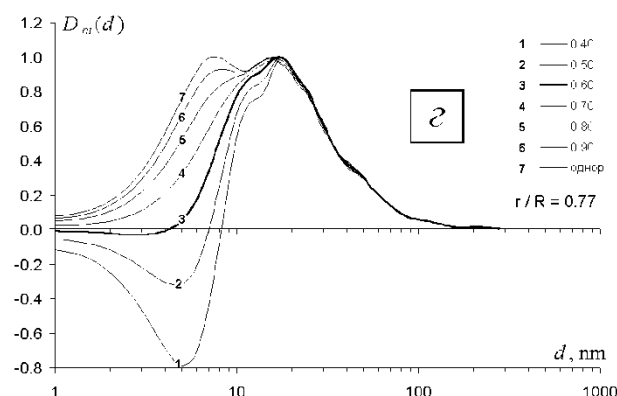
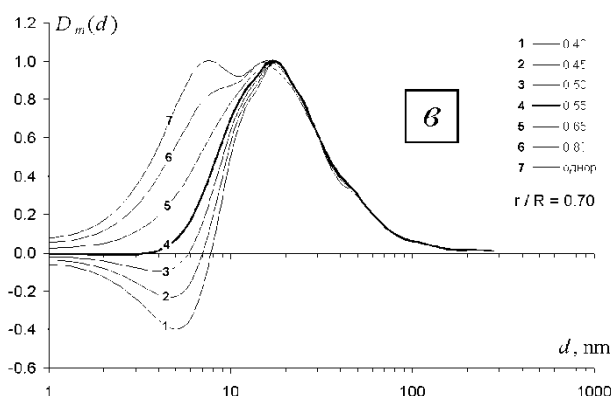
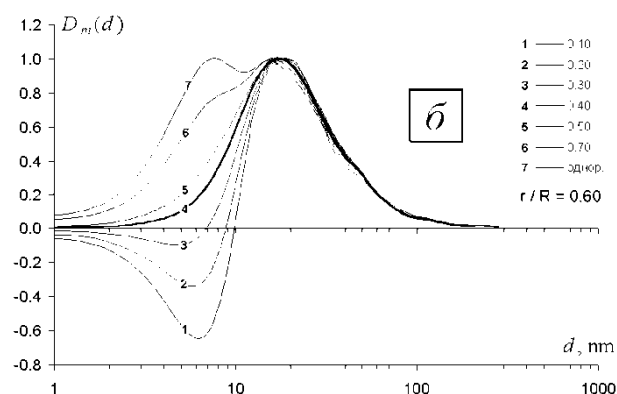
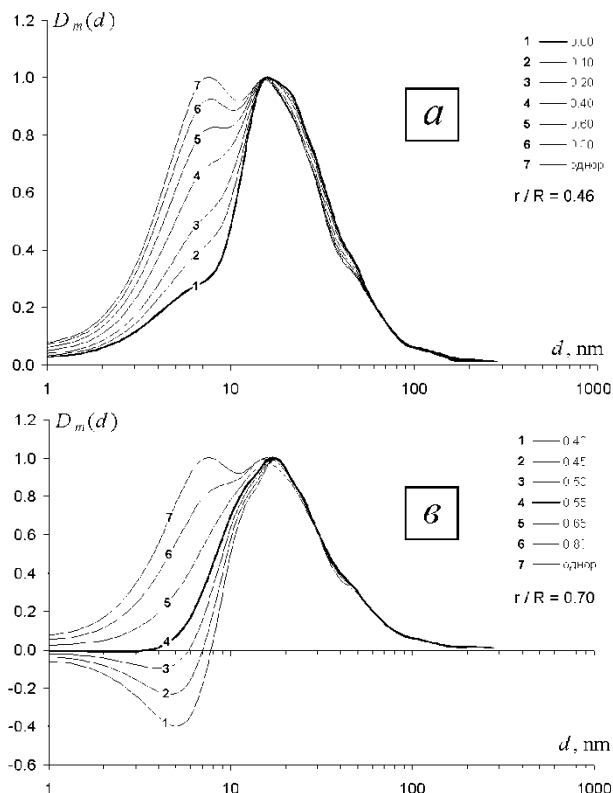


Рис. 7. Варьирование параметров модели «ядро-оболочка».

Результаты расчета функций  $D_m(d)$  при разных соотношениях плотности внутреннего ядра и оболочки  $\rho_{\text{ядра}}/\rho_{\text{оболочки}}$  (1-7) для различных значений  $r/R$  (а, б, в, г). Графики, выделенные жирной линией, соответствуют варианту наиболее близкому к одномодальной функции распределения. Шкала размеров логарифмическая

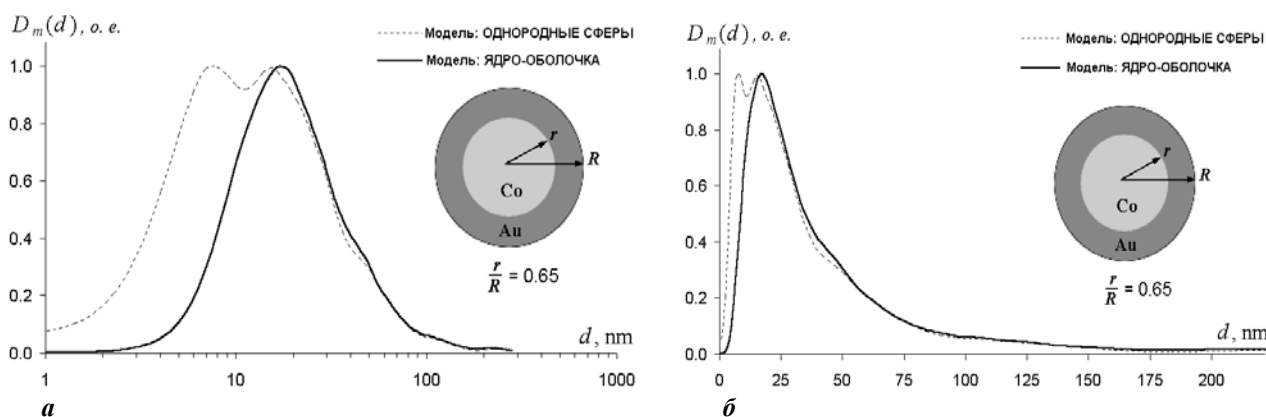


Рис. 8. Функции распределения частиц по размерам для системы Co/Au, рассчитанные по однородным сферам (пунктирная линия) и по модели «ядро-оболочка» с параметрами:  $r/R = 0.65$  и  $\rho_{\text{ядро}}/\rho_{\text{оболочка}} = 0.5$  (величина  $d$  по оси абсцисс – внешний диаметр частиц)

### Заключение

Показана перспективность получения наночастиц металлов со структурой ядро-оболочка методом восстановления – электрохимического замещения металлов из водных растворов прекурсоров. Полученные результаты по получению наносистемы Co/Au являются основой для разработки высокоэффективного и

достаточно универсального метода синтеза гетероструктур ядро-оболочка, где ядро – переходный металл и оболочка – золото, в том числе для биомедицинских целей.

Авторы выражают благодарность за помощь в снятии УФ спектров кандидата химических наук Г. Ю. Сименюк.

### Литература

1. Xiaowen Xu, Cheng Yang, Fan Yang, Xiurong Yang, Jia Zhang. Colorimetric Iodide Recognition and Sensing by Citrate-Stabilized Core // Shell Cu@Au Nanoparticles // Anal. Chem. 2011. V. 83. P. 3911 – 3917.
2. Dodonov V. G. The improved method of particle size distribution analysis from the small-angle X-ray scattering data // Z. für Kristallogr. Suppl. issue. 1991. № 4. P. 102.
3. Додонов В. Г. Применение малоуглового рассеяния для анализа структуры неоднородных материалов. Пакет прикладных программ // IX Международн. конф. по радиационной физике и химии неорганических материалов РФХ-9. Тез. докл. Томск, 1996. С. 139 – 140.
4. Dong Chen, Jiajun Li, Chungsheng Shi, Xiwen Du, Naiqin Zhao, Jing Sheng, Shuo Li. Properties of core-shell Ni-Au nanoparticles synthesized through a redox-transmetalation method in reverse microemulsion // Chem. Mater. 2007. V. 19. P. 3399 – 3405.
5. Zhihui Ban, Yuri A. Barnakov, Feng Li, Vladimir O. Golub, Charles J. O'Connor. The synthesis of core-shell iron@gold nanoparticles and their characterization // J. Mater. Chem. 2005. V. 15. P. 4660 – 4662.
6. Kagakin E. I., Dodonov V. G., Petrushina A. V., Pugachev V. M., Pashkovsky S. V. Evolution of Silver Sulphide Centres on AgBr Microcrystals Surface during Chemical Sensitisation // IS & T's 50-th Annual Conference, a Celebration of All of Imaging. Coll. Abstracts. Massachusetts, 1997. С. 169 – 172.

### Информация об авторах:

**Еременко Николай Кондратьевич** – доктор химических наук, главный научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, [iccms\\_id@rambler.ru](mailto:iccms_id@rambler.ru).

**Nikolay K. Yermenko** – Doctor of Chemistry, Leading Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Додонов Вадим Георгиевич** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры химии твердого тела КемГУ, [233191@mail.ru](mailto:233191@mail.ru).

**Vadim G. Dodonov** – Candidate of Physics and Mathematics, Senior Research Associate at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Захаров Юрий Александрович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [zaharov@kemsu.ru](mailto:zaharov@kemsu.ru).

**Yury A. Zaharov** – Corresponding Member of the RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Laboratory at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Образцова Ираида Ивановна** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, [irenaobr@yandex.ru](mailto:irenaobr@yandex.ru).

**Iraida I. Obratsova** – Candidate of Chemistry, Senior Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Еременко Анастасия Николаевна** – кандидат химических наук, научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, [iccms\\_id@rambler.ru](mailto:iccms_id@rambler.ru).

**Anastasia N. Yermenko** – Candidate of Chemistry, Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

УДК 537.311.1:541.182.023.4

## ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МОРФОЛОГИЯ НАНОПОРОШКОВ СИСТЕМЫ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЬ

Ю. А. Захаров, Р. П. Колмыков, В. М. Пугачев, С. Ю. Лыршиков

## PHASE STRUCTURE AND MORPHOLOGY OF COBALT-NICKEL SYSTEM NANOPOWDERS

Yu. A. Zaharov, R. P. Kolmykov, V. M. Pugachev, S. V. Lyrshchikov

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, в рамках госзаказа № 2014/64. В работе использовано оборудование Кемеровского государственного университета и Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра в рамках соглашения о НОЦ «Химическое материаловедение».*

Способом восстановления из водных растворов хлоридов кобальта и никеля получены нанопорошки системы кобальт-никель. Показано образование твердых растворов системы кобальт-никель, построен ее фазовый портрет. На основании полученных результатов осуждаются особенности фазового состава и морфологии исследуемой системы.

The nanopowders of cobalt-nickel system are synthesized by reduction of cobalt and nickel chlorides water solutions. Formation of solid solutions of cobalt-nickel system is shown, its phase portrait is built. On the basis of the received results, features of phase structure and morphology of the investigated system are discussed.

**Ключевые слова:** система кобальт-никель, нанопорошок, фазовый состав, морфология.

**Keywords:** cobalt-nickel system, nanopowder, phase structure, morphology.

### Введение

Нанопорошки (НП) двойной системы Co-Ni имеют значительные перспективы (а также уже реализованные варианты) использования в практике. Благодаря большой индукции магнитного насыщения они являются перспективными материалами для создания магнитных жидкостей и компактных композиционных материалов, используются в системах записи и хранения информации, для создания постоянных магнитов, в качестве магнитных сенсоров, а также в медицине и биологии (для направленного переноса лекарственных, в магниторезонансной томографии и т. п.).

Расширяющееся применение НП переходных металлов требует изучения процессов, протекающих при различных вариантах их получения, а также широкого спектра физико-химических свойств, в том числе формо-размерных характеристик, параметров агрегации частиц, фазового и химического составов. Опубликованные работы по комплексному изучению НП Co-Ni отсутствуют, что не позволяет рассмотреть фундаментальный вопрос об особенностях свойств и поведении этой системы, связанных с наноразмерностью. В настоящей работе представлены результаты изучения морфологии получаемых восстановлением гидразингидратом частиц, и взаимосвязи ее с установленным фазовым составом системы.

### Методика эксперимента

Объекты получали методом восстановления гидразингидратом водных растворов хлоридов кобальта и никеля [1].

Поставленная в работе задача решалась сочетанием методов растровой электронной микроскопии (РЭМ), методом атомно-силовой микроскопии, методов рентгенографии и определения удельной поверхности по Брунауэру-Эммету-Теллеру (БЭТ).

Фазовый состав и дисперсную структуру образцов исследовали методами малоугловой и широкоугловой рентгенографии. Кривые интенсивности малоуглового рассеяния рентгеновского излучения были получены на дифрактометре КРМ-1 (Cu K $\alpha$  излучение, Ni-фильтр), рентгенофазовые и рентгеноструктурные анализы проведены на дифрактометрах Дифрей 401 и ДРОН-3 в медном и железном излучении. По кривым малоуглового рассеяния рассчитывались массовые функции распределения неоднородностей по размерам (МФРНР). Результаты сопоставлялись с функциями распределения по размерам кристаллитов, рассчитанными по уширению профиля дифракционного пика (111).

Информация о рельефе поверхности, формах и размерах агломератов получена при помощи растровой электронной микроскопии на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM 6390 SEM и атомно-силовой микроскопии на многофункциональном сканирующем зондовом микроскопе «Фемтоскан».

Площадь удельной поверхности исследуемых порошков определяли на «Сорбтометре-М» по методу БЭТ.

### Результаты эксперимента

Форморазмерные характеристики получаемых восстановлением гидразингидратом частиц системы кобальт-никель в области составов, где содержание никеля больше, чем кобальта, одинаковы. На рис. 1а приведена типичная микрофотография, полученная для системы с массовым отношением  $\text{Co:Ni} = 40\% : 60\%$ . На этой микрофотографии представлены частицы сферической формы размерами 100 – 300 нм. Признаков игольчатых структур для этого и подобных ему образцов, синтезированных при использовании стабилизирующих добавок, не наблюдалось.

В области же составов, богатых кобальтом, или при равных долях двух компонентов, на электронно-микроскопических фотографиях можно наблюдать агрегационные структуры различных форм даже для образцов одинаковых составов. Если не использовать стабилизаторы в процессе синтеза, то на микрофотографиях (рис. 1б) отчетливо проявятся как структуры типа «снежинки», характерные для порошков индивидуального кобальта, так и мелкие сферические наночастицы, характерные для порошков индивидуального никеля. При рентгенофлуоресцентном анализе таких объектов массовое содержание кислорода может достигать 10 – 20 %, при этом заложенное при синтезе соотношение основных компонентов системы

соответствует отношению, полученному при определении элементного состава.

При введении стабилизатора (тарtrat-лиганда) в реакционную среду у получаемого продукта наблюдаются структуры как минимум двух типов (рис. 1в): агрегаты размером около микрона и размером в несколько микрон. При РФЛА этих агрегационных структур среднее соотношение кобальт-никель – 50 % : 50 %, кислорода не обнаружено. При синтезе систем  $\text{Co-Ni}$  с большим содержанием кобальта ( $\geq 70$  вес. %), образуются структуры фракталоподобного типа (рис. 1г).

На рис. 2 приведены результаты рентгенофлуоресцентного анализа системы с заданным массовым соотношением  $\text{Co:Ni} = 60\% : 40\%$ , содержащий два вида частиц. Локальный микроанализ был выполнен для скоплений частиц каждого типа, и его результаты показали резкие отклонения от заданного соотношения компонентов. Причем, в зоне, где реализуется фракталоподобная («кобальтовая») форма частиц, наблюдается увеличенное (относительно расчетного) содержание кобальта (1 на рис. 2), в зоне, где реализуется сфероподобная агрегация, содержание никеля выше расчетного. При анализе зон совместного залегания различных частиц в соизмеримых количествах элементный состав практически соответствует или близок к расчетному.

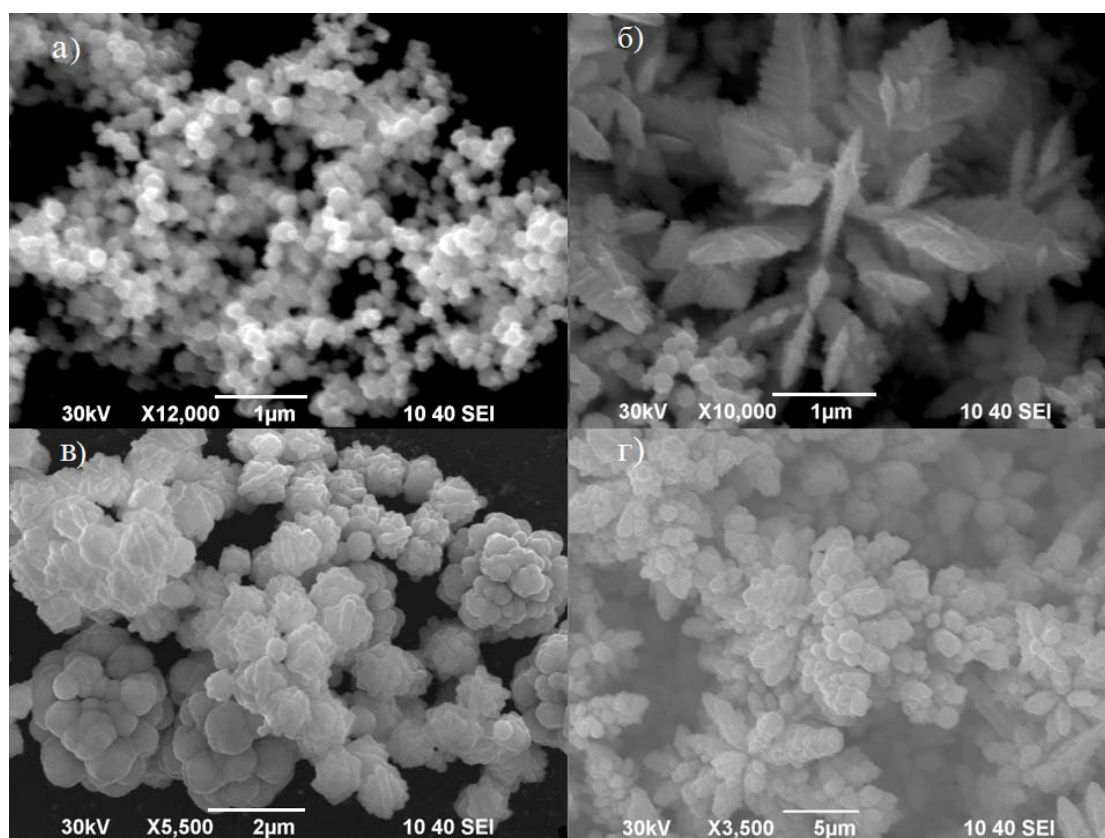


Рис. 1. Типичные микрофотографии образцов системы  $\text{Co-Ni}$ : а) 40 % : 60 %, наличие тарtrat-лигандов при синтезе; б) 60 % : 40 %, без стабилизаторов; выделены сфероподобные частицы; в) 50 % : 50 %, наличие тарtrat-лигандов при синтезе; г) 90 % : 10 %, тарtrat-лиганды в синтезе

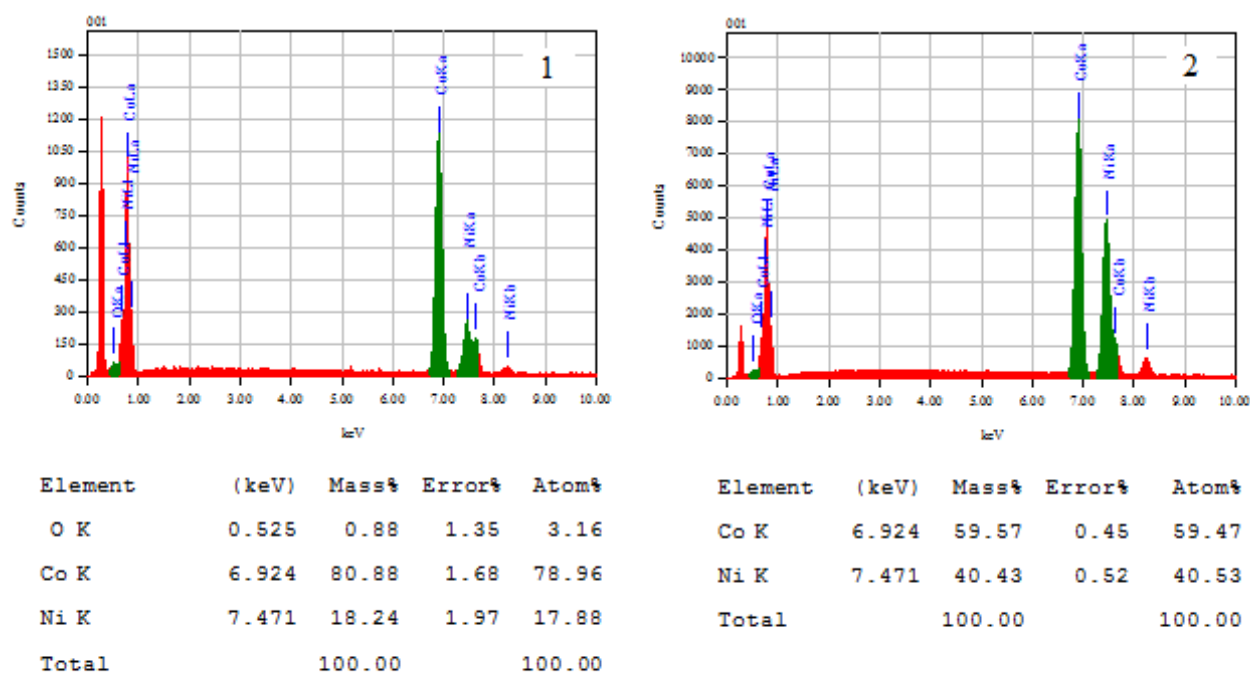


Рис. 2. Результаты локального микроанализа в двух контрольных областях для системы кобальт-никель с содержанием кобальта 60 вес. %, полученной при синтезе со стабилизацией тарترات-лигандами

При исследовании образцов, содержащих только частицы сферической формы, методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) определены их размеры (рис. 3). При обработке результатов была установлена

«многоэтажность» получаемых частиц – показано, что агрегаты размерами 200 – 500 нм состоят из более мелких структурных элементов размерами 15 – 40 нм (рис. 3б).

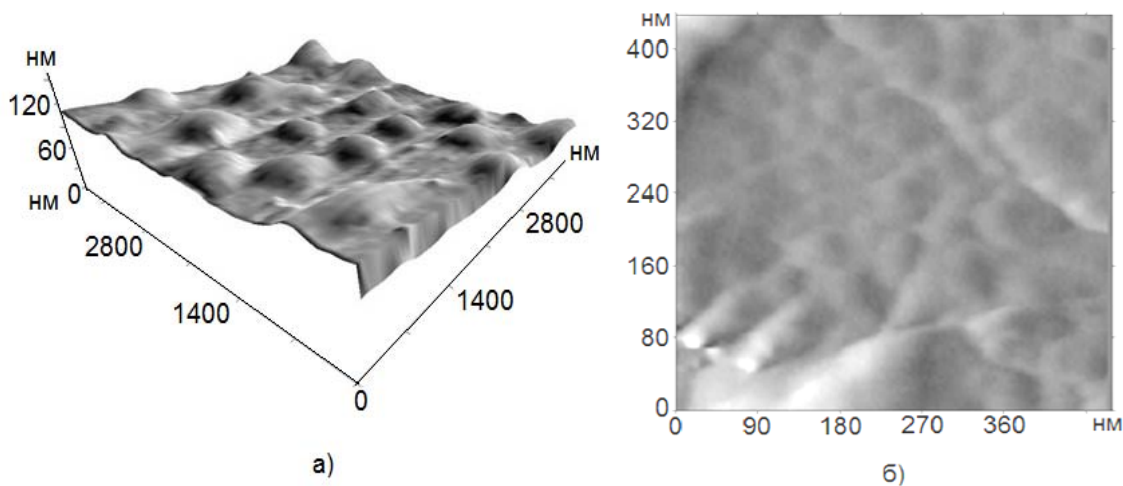


Рис. 3. АСМ-изображения твердорастворной системы  $Co_{40}Ni_{60}$ : а) рельеф поверхности; б) тонкая структура сферических субмикронных частиц

Методом МУР была получена МФНР (рис. 4), ее мода находится в области 16 нм. По характеру функции можно определить, что в исследуемом образце содержатся частицы с размерами 10÷30 нм. Полученная оценка согласуется с определенными размерами наноблоков, определенных из АСМ-изображений (рис. 3б). В дополнение к этому, размер нанокристаллитов, рассчитанный из уширения рентгеновского дифракционного профиля (рис. 5) методом Селякова-

Шеррера, составляет около 20 нм. Таким образом, для нанопорошков системы Co-Ni характерна структура частиц типа «наноблок-агломерат», так же как и для других монокомпонентных систем [1 – 3].

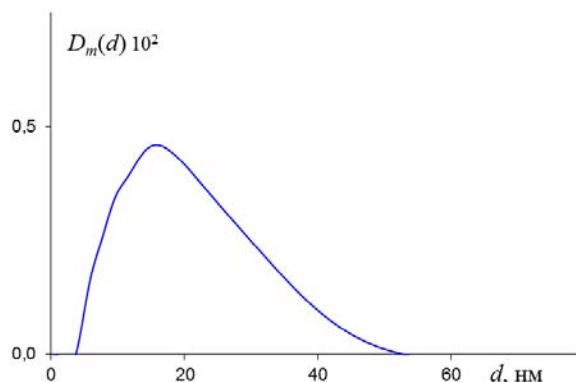


Рис. 4. Массовая функция распределения наночастиц твердорастворной системы  $\text{Co}_{40}\text{Ni}_{60}$  по размерам

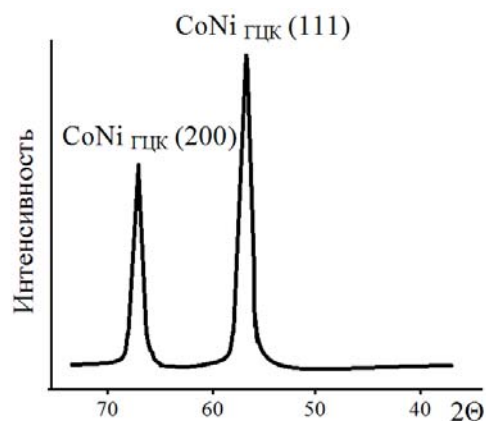


Рис. 5. Рентгенограмма нанопорошка системы  $\text{Co}_{40}\text{Ni}_{60}$

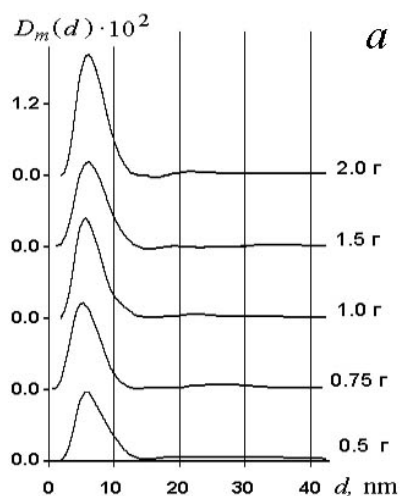
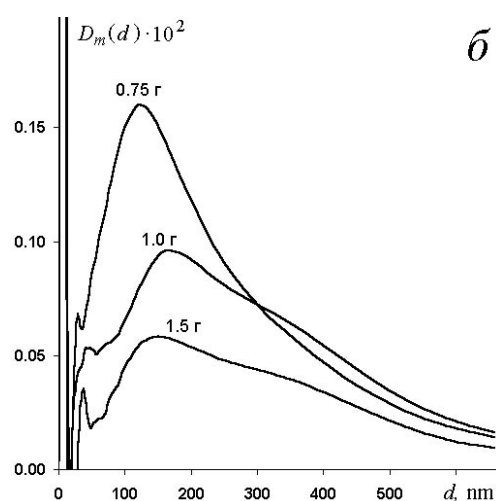


Рис. 6. Изменение нанокристаллитного (а) и агрегационного максимумов (б) на МФРНР системы  $\text{Co}_{40}\text{Ni}_{60}$  в зависимости от количества тартрата калия-натрия



Согласно результатам малоуглового рентгеновского рассеяния, добавление тартрат-лигандов в различном количестве заметно влияет и на дисперсную структуру продукта (рис. 6). Рост первого (предположительно, нанокристаллитного) пика МФРНР с увеличением количества стабилизатора в реакционной среде указывает на изменение типа дисперсной структуры в синтезируемых образцах. Возможно, по причине уменьшения вероятности слипания формирующихся наночастиц идет образование всё более рыхлых агрегатов с меньшей объемной концентрацией наночастиц. При этом наблюдается закономерное снижение интенсивности агрегационного пика функции распределения и его смещение и размывание в сторону больших размеров.

По-видимому, добавление стабилизатора сдерживает рост частиц осаждаемого гидроксида, вследствие чего восстановление последнего протекает полнее. Следует также заметить, что вещества со структурой типа брусита имеют пластинчатое строение, и, возможно, наличие в реакционной среде выражено анизометричных частиц гидроксида с относительно большими плоскими гранями способствует образованию при восстановлении также более выражено слоистой структуры металла типа ГПУ. Естественно, уменьшение размера частиц восстанавливаемого гид-

роксида при добавлении стабилизатора ослабляет влияние данного фактора.

Двойные системы Co-Ni, не содержащие гидроксидные фазы, возможно получать методом восстановления гидразингидратом при добавлении в ходе синтеза стабилизаторов. Причем, по электронно-микроскопическим фотографиям, видно, что размеры сферических частиц в этом случае больше, чем для индивидуального никеля. Вероятно, это связано с тем, что наличие органических лигандов в процессе получения металлических порошков приводит к «разрыхлению» агрегационных структур, вследствие чего и происходит их увеличение в размерах, и соответственно, уменьшение плотности. Для метода определения удельной поверхности адсорбцией азота при 77° К (БЭТ) доступна только поверхность этих сферических структур. Поэтому логично ожидать сильных расхождений экспериментально и расчетно определенных размеров удельных поверхностей. В качестве такого примера, в таблице 1. для 3-х различных нанопорошков твердорастворной системы кобальт-никель приведены экспериментальные и расчетные значения площади удельной поверхности, полученные при одинаковых условиях, но с различным содержанием компонентов.

Экспериментальные и расчетные значения удельной поверхности нанопорошков системы Co-Ni, полученных восстановлением гидразингидратом

| № образца            | $S_{уд} БЭТ, м^2/г$ | $S_{уд} МУР, м^2/г$ | $S_{уд} РЭМ, м^2/г$ |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| CoNi35 (20 % : 80 %) | $3,4 \pm 0,4$       | $15,2 \pm 0,3$      | $5,8 \pm 0,6$       |
| CoNi36 (10 % : 90 %) | $2,6 \pm 0,3$       | $8,7 \pm 0,2$       | $3,3 \pm 0,4$       |
| CoNi37 (30 % : 70 %) | $3,3 \pm 0,4$       | $13,6 \pm 0,2$      | $5,5 \pm 0,5$       |

Наблюдаемые методом БЭТ значения удельных поверхностей нанопорошков системы кобальт-никель варьируется в интервале 2,5 – 6,0 м<sup>2</sup>/г. Такое колебание величин вполне объяснимо при анализе данных, полученных с помощью электронной микроскопии, по результатам которых можно говорить о больших разбросах частиц по размерам, что характерно для большинства исследуемых образцов системы. Из экспериментальных данных по измерению удельной поверхности можно определить средние размеры частиц исследуемых твердорастворных образцов, содержащих только сферические частицы, они составляют порядка 300 – 600 нм. Такая оценка, при сравнении с микрофотографиями систем кобальт-никель, является несколько завышенной. Возможно, объяснение этого явления заключается в блокировании стабилизирующими лигандами площадок сорбции азота, а следовательно, искажает (завышает) оценки размеров частиц.

Для области температур ниже 200 – 300°С фазовую диаграмму состояния двухкомпонентной системы (макросистемной) кобальт-никель нельзя считать твердо установленной имеется несколько существенно различных вариантов [4 – 5], что затрудняет изучение этого объекта. На рис. 7 представлен один из вариантов фазовой диаграммы для макросистемы кобальт-никель.

В указанных выше условиях в отсутствии тартрата калия-натрия образование рентгенографически чистых твердых растворов Co-Ni происходит лишь при относительно высоком содержании никеля в системе (70 % и более). При меньшем его содержании в продуктах остается смешанный гидроксид никеля-кобальта (структурный тип брусита), а также появляется металлическая фаза твердого раствора с гексагональной плотно упакованной структурой (ГПУ).

Нарушения идеального порядка чередования слоев при формировании плотнейших атомных металлических упаковок достаточно известны [6], поэтому появление фрагментов двухслойности (ГПУ) при образовании трехслойной упаковки (ГЦК) в условиях довольно высокой скорости образования металла и неравновесности процесса получения само по себе не удивительно. Необычно то, что двухслойность в данном случае не проявляется как дефектность или сверхструктура, а реализуется в довольно большом, хотя и нанометровом масштабе.

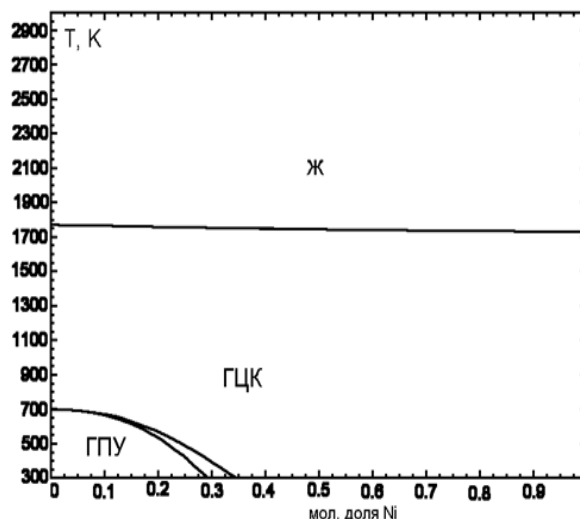


Рис. 7. Диаграмма фазового равновесия для системы кобальт-никель [4]

Добавление в реакционную среду стабилизирующего агента (тартрат-лигандов) приводит к резкому снижению количества (или даже исчезновению) обоих побочных продуктов – смешанного гидроксида и ГПУ фазы металла для составов в области 40 – 60 % Ni. Установлено также, что на полученном продукте отражается не только сам факт присутствия стабилизатора в реакционном растворе, но и концентрация тартрат-лигандов (рис. 8).

В случае образования двух металлических фаз, ГЦК твердые растворы содержат меньше кобальта, а ГПУ, соответственно, – меньше никеля. Это отчетливо видно на рис. 9 для точки 1 при 40 % Ni, когда в системе остается небольшое количество ГПУ фазы металла. Аналогичная тенденция прослеживается и для состава с 60 % Ni, где ГПУ фаза также была заметна. Точки для 50 %-ной системы (рис. 9) получены на неполностью восстановленных образцах, в которых осталось довольно большое количество гидроксида. «Правильное» положение этих точек на графике показывает, что состав гидроксидов (как и восстановленного металлического твердого раствора) совпадает с общим составом системы (по металлу).

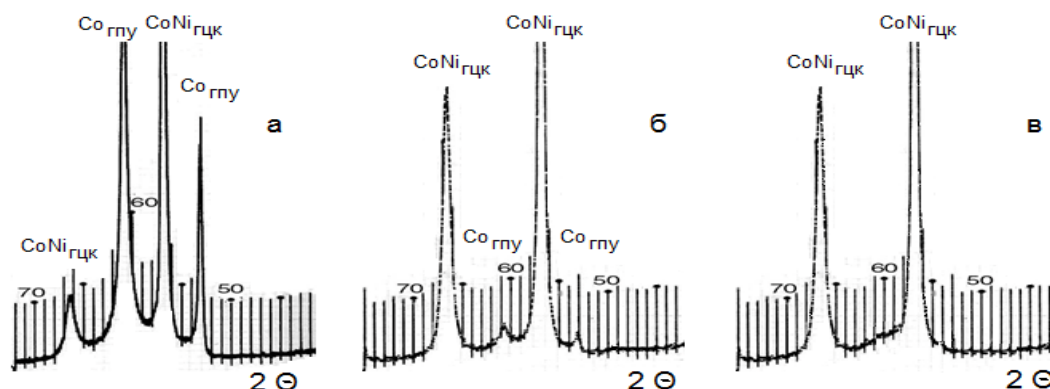


Рис. 8. Изменение фазового состава в восстановленной системе Co-Ni (60% Ni) в зависимости от количества тартрата калия-натрия: а – 0,5 г, б – 0,75 г, в – 1,5 г (излучение железное)

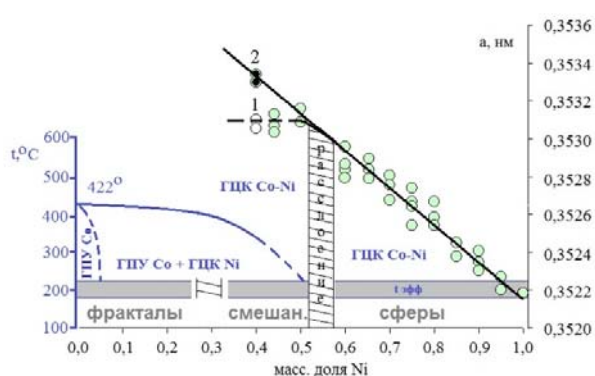


Рис. 9. Зависимость параметра решетки от состава и фазовый портрет наноразмерной системы кобальт-никель, полученной при жидкофазном восстановлении гидразингидратом

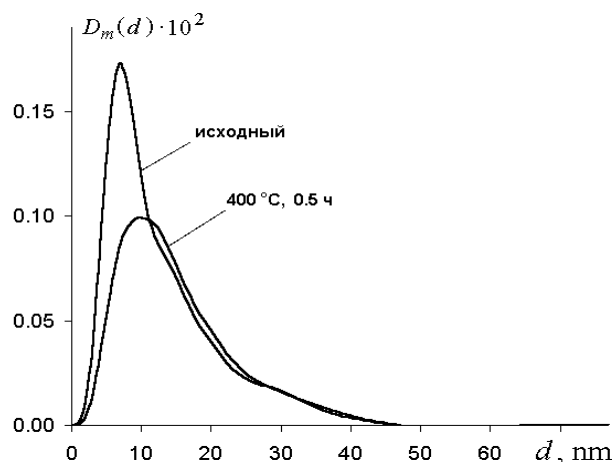


Рис. 10. Изменение функции распределения нанокристаллитов по размерам в системе Co-Ni (40 % Ni) при прогреве

Прогрев продукта с 40 % Ni при 400° С в вакууме приводит к существенному уменьшению количества ГПУ фазы и, одновременно, к увеличению параметра решетки (точки 2 на рис. 4), что может указывать на частичное растворение фазы ГПУ в ГЦК при высокой температуре. С этим согласуется наблюдаемое по данным МУР (рис. 10) увеличение характерного минимального размера наночастиц при уменьшении общей асимметрии функции распределения (что естественно при переходе от пластинчатой формы к глобулярной). Оценка среднего размера кристаллитов по уширению дифракционных линий удовлетворительно совпадает с данными МУР. Для однофазных образцов при аналогичной термообработке также наблюдается некоторое сужение дифракционных линий, указывающее на увеличение размеров нанокристаллитов.

#### Обсуждение результатов

Установлена качественно подобная для всех образцов системы Co-Ni структура частиц: нанокристаллиты (5÷30 нм) – сложенные из них компактные, не имеющие открытых пор, не разрушаемые ультразвуком агрегаты (диаметром 80 – 500 нм для сферической формы) – состоящие из агрегатов более крупные агломерационные структуры.

На основании полученных результатов можно сделать предположение о том, что исследуемые порошки по-разному структурированы. Образцы, проявляющие двойственность форм частиц (содержание никеля 30 – 50 вес. %) гетерофазны, т. е., в соответствии с известной диаграммой состояния массивной системы Co-Ni (рис. 7), в получаемых образцах отдельно друг от друга могут содержаться как частицы твердорастворной системы кобальт-никель (сферические), так и индивидуальный кобальт (либо богатые им составы), при этом их общее содержание в объекте соответствует заложенному при синтезе соотношению Co:Ni. Правило Вегарда для таких систем не выполняется.

Образцы же с одинаковыми формами частиц (сферическими), вероятно, монофазны, что можно считать косвенным признаком твердорастворности системы в этой области составов. При этом для системы выполняется правило Вегарда (рис. 9).

Получаемые в области составов с содержанием кобальта  $\geq 70$  вес. % фракталоподобные структуры, вероятно, тоже представляют собой твердорастворные системы, но уже с другой структурой.

Введение стабилизатора в процессе синтеза влияет на форму частиц, в определенной степени на их однородность, а также значительно уменьшает содержание сорбированного на поверхности нанопорошков кислорода в различных его формах [1].

Изложенное – на основе определения областей формирования твердого раствора и двухфазности составов – позволяет построить фазовый портрет системы Co-Ni.

Энергонасыщенность НРЧ выражается введением области эффективных повышенных температур, определяющей состояние системы на фазовой диаграмме.

При сравнении значений  $S_{уд}$ , определенных различными методами, наименьшим является  $S_{уд}$  по БЭТ, а наибольшим –  $S_{уд}$  по МУР. Интересно отметить, что для исследуемых систем оценки удельной поверхности по микрофотографиям дают заниженные значения, особенно в сравнении с оценками из МУР. Объяснить такое расхождение полученных значений  $S_{уд}$  по РЭМ и МУР можно рыхлой структурой агрегатов

системы – при помощи малоугловой рентгенографии можно «увидеть» внешнюю, и внутреннюю поверхности. Внутренняя поверхность не является суммарной поверхностью всех кристаллитов, слагающих агломераты, но в ее величину, вероятно, вносят вклад и отдельно залегающие кристаллиты. Напротив, на микрофотографиях можно увидеть только внешнюю поверхность. Оценка  $S_{уд}$  по РЭМ оказалась завышенной по сравнению со значениями  $S_{уд}$  по БЭТ, что, вероятно, связано с блокированием поверхности стабилизирующими агентами.

#### Заключение

В результате выполнения работы определены возможные условия получения рентгенографически чистых нанопорошков двойной системы кобальт-никель, построен фазовый портрет и определена эффективная температура получения системы, исследована ее морфология, выявлена взаимосвязь между формой получаемых частиц и фазовым портретом системы.

Авторы благодарят В. Г. Додонова, А. А. Владимирову и О. С. Гладкову за помощь в проведении исследований.

#### Литература

1. Колмыков Р. П. Получение и изучение свойств нанопорошков никеля, кобальта и их взаимной системы: дис. ... канд. хим. наук; защищена: 26.03.2012. Кемерово, 2011. 160 с.
2. Захаров Ю. А., Колмыков Р. П. Получение наноразмерных порошков никеля и кобальта для современной промышленности // Ползуновский вестник. 2008. № 3. С. 157 – 161.
3. Додонов В. Г., Колмыков Р. П., Пугачев В. М. Особенности определения размеров кристаллических наночастиц переходных металлов по рентгенографическим данным // Ползуновский вестник. 2008. № 3. С. 134 – 137.
4. FSstel – FactSage Steel Alloy Phase Diagrams. URL: <http://www.crct.polymtl.ca/fact/documentation/FSstel/FSstel Figs.htm> (дата обращения: 21.02.2011).
5. Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник: в 3 т. Т. 2 / под общ. ред. Н. П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1997. 1024 с.
6. Физическое металловедение / под ред. Р. Канна; пер. с англ. под ред. Н. Т. Чеботарева. М.: Мир, 1967. 336 с.

#### Информация об авторах:

**Захаров Юрий Александрович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии твердого тела КемГУ, [zaharov@kemsu.ru](mailto:zaharov@kemsu.ru).

**Yury A. Zaharov** – Corresponding Member of the RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Колмыков Роман Павлович** – кандидат химических наук, заведующий лабораторией кафедры химии твердого тела КемГУ, научный сотрудник Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра СО РАН, [kolmykoff.roman@yandex.ru](mailto:kolmykoff.roman@yandex.ru).

**Roman P. Kolmykov** – Candidate of Chemistry, Head of the Laboratory at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University; Research Associate at the Centre of Collective Use, Kemerovo Research Centre of the Siberian Branch of the RAS.

**Пугачёв Валерий Михайлович** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии твердого тела КемГУ, [vml707@mail.ru](mailto:vml707@mail.ru).

**Valery M. Pugachev** – Candidate of Chemistry, Assistant Professor at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Лырищikov Сергей Юрьевич** – научный сотрудник Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра СО РАН, [serstud@mail.ru](mailto:serstud@mail.ru).

**Sergey Yu. Lyrchikov** – Research Associate at the Centre of Collective Use, Kemerovo Research Centre of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

УДК 537.311.1:541.182.023.4

## НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОРОШКИ СИСТЕМЫ НИКЕЛЬ-МЕДЬ

Ю. А. Захаров, В. М. Пугачев, О. В. Васильева, Ю. В. Карпушкина, И. П. Просвирин, С. Ю. Лырищikov

## NANOCRYSTALLINE POWDERS OF NICKEL-COPPER

Yu. A. Zaharov, V. M. Pugachev, O. V. Vasilieva, Yu. V. Karpushkina, I. P. Prosvirin, S. V. Lyrshchikov

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (проект 2014/64), с использованием оборудования ЦКП НЦ СО РАН.*

Методами рентгеновской дифрактометрии и рентгеновского малоуглового рассеяния (МУР) исследованы процессы формирования нанокристаллических частиц в системе никель-медь. Рассмотрены состав и структура промежуточных продуктов и их влияние на состав наноразмерных частиц Ni-Cu. Измерены параметры решетки фаз от состава системы.

The processes of formation of nano-crystalline particles in the nickel-copper systems are investigated by the methods of X-ray diffractometry and small angle X-ray scattering. The composition and structure of intermediate products and the their influence on the composition of Ni-Cu nano-size particles are considered. The lattice parameters of phases depending on system composition are determined.

**Ключевые слова:** нанокристаллические порошки, твердый раствор, параметры решетки, кристаллическая структура, система никель-медь.

**Keywords:** nanocrystalline powder, solid solution, lattice parameters, crystalline structure, nickel-copper systems.

## Введение

Настоящая работа является частью общего цикла исследований наноразмерных (НР) взаимных систем металлов железной группы, а также двухкомпонентных систем с другими переходными металлами [например 1 – 8].

Изучение фазового состава, физико-химических свойств, особенностей атомной и надатомной структуры таких систем необходимо для понимания механизмов формирования наноразмерного и наноструктурированного состояний многокомпонентных металлов и разработки методов получения на их основе новых материалов с заданными свойствами.

Ввиду известного широкого использования, в литературе подробно рассмотрены свойства массивных (макроразмерных) образцов Cu-Ni, хотя и здесь по ряду вопросов в литературе нет единого мнения. Последнее касается, например, фазовой диаграммы системы в области относительно низких температур (рис. 1), механизма окисления в разных условиях.

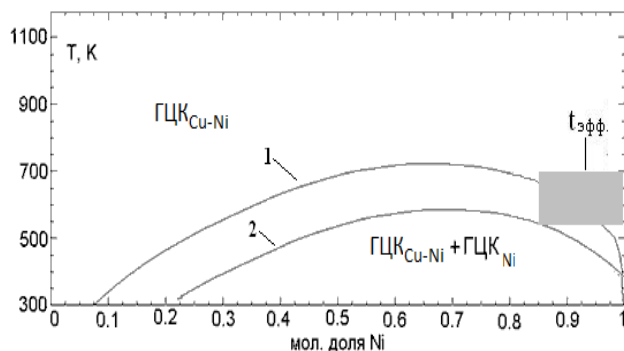


Рис. 1. Варианты низкотемпературных полей фазовых диаграмм системы никель-медь [11; 12] и область эффективных температур наноразмерного биметалла

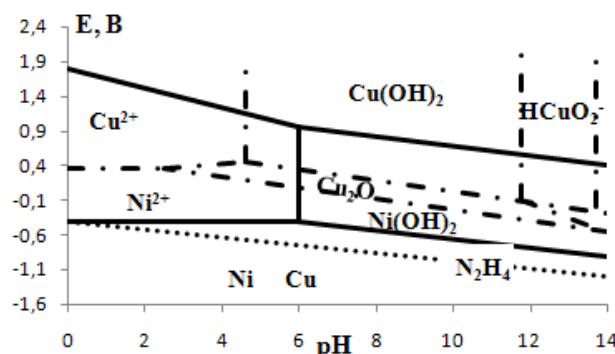


Рис. 2. Диаграмма равновесного потенциала  $E_{\text{Red/Ox}} - \text{pH}$  для систем Cu, Ni – H<sub>2</sub>O (относительно водородного электрода)

Закономерности же, условия получения химическими методами наноразмерных порошков (НПП) Cu-Ni и свойства их не изучены, настоящая работа является по сути, первой, посвященной этим вопросам.

## Получение объектов исследования

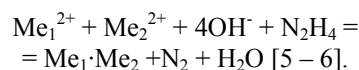
Среди известных методов получения наноразмерных двухкомпонентных систем переходных металлов рядом особенностей и преимуществ выделяется вариант восстановления растворов прекурсоров (солей, комплексов) при контролируемых условиях проведения реакций [1; 2].

Объекты исследования получались в реакторе открытого типа объемом 0.2÷0.3 дм<sup>3</sup> восстановлением 3 – 5-кратным избытком гидразин-гидрата в сильнощелочной среде (pH = 12 – 14) при 80<sup>0</sup>С и интенсивном перемешивании:

а) смесей 0.5 N растворов хлоридов металлов;

б) предварительно соосажденных гидроксидов.

В этих условиях брутто-реакция получения металлов:



Одним из важнейших факторов, влияющих на ход процесса, является различие величин стандартных окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП) как  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  (-0.257В и +0.342В соответственно) так и их гидроксидов (-0.72В и -0.22В). Это приводит к тому, что в условиях высокой щелочности, когда ОВП гидразин-гидрата достаточен для восстановления как меди так и никеля [12], процесс  $Cu^{2+} \xrightarrow{N_2H_4} Cu$  протекает с существенно большей скоростью; последствия этого рассмотрены ниже.

Спустя 5 – 10 минут после сливания реагентов реакционную смесь заливали большим количеством воды (не менее 1 дм<sup>3</sup>) для остановки реакции и понижения щелочности. Влажные осадки промывали ацетоном, фильтровали и сушили в условиях форвакуума. Образцы представляют собой высокодисперсный черный порошок.

При содержании меди 80 вес. % и выше в получаемых образцах присутствуют оксиды меди (здесь и далее состав указан в масс. % по металлу). Для предотвращения образования оксидов синтез проводили в герметичном боксе, заполняемым азотом. Еще один вариант защиты образцов от окисления заключался в добавлении небольшого количества глицерина (1 – 3 капли) к ацетону, которым промывали образцы перед фильтрованием.

#### Техника эксперимента

Рентгенофазовый анализ (РФА), измерения параметров решетки нанокристаллических фаз, а также размеров кристаллитов методом [13] выполнены на дифрактометре ДРОН – 3.0 в медном излучении ( $CuK\alpha$ ,  $Ni$  – фильтр); эксперименты при повышенных температурах, в высоком вакууме ( $\approx 10^{-10}$  мм. рт. ст.) проведены на дифрактометре Bruker D8 Advance совместно с ИХТТМ СО РАН.

Разрабатываемая методика моделирования рентгенографических профилей обеспечивает получение инструментального профиля в заданной области углов  $2\theta$ . Далее вычисляется свертка полученных профилей с какой-либо функцией, пригодной для описания уширения рефлексов. Мы рассмотрели различные функции и выбрали в качестве оптимальной модифицированную (как мы ее назвали) функцию Коши  $\frac{1}{1 + ax^b}$ , для которой подбирается не только параметр ширины  $a$ , но и параметр формы – степень  $b$ . При анализе двухфазных систем моделирование профиля рефлексов позволяет выделить дифракционные линии, как основного, так и примесного компонента, присутствующего в небольших количествах, более адекватно оценить размер кристаллитов изучаемой фазы, а также пределы растворимости.

Выполненные для изучения распределения областей когерентного рассеяния (ОКР) по размерам и особенностей морфологии НРЧ измерения методом малоуглового рассеяния рентгеновского излучения (МУР), проведены на дифрактометре КРМ-1 «на просвет», в медном излучении подсчетом импульсов «в точках», в интервале углов  $0.03 \div 3^\circ$  по  $2\theta$ , при строго одинаковой во всех интервалах углов интенсивности первичного пучка рентгеновского излучения. Для

проведения измерений порошкообразные или пастообразные, защищенные глицерином образцы приклеивались тонким слоем ( $\sim 100$  мкм) к лавсановому окошку кюветы. Количество вещества на единицу поверхности контролировалось по их коэффициенту поглощения и составляло  $1.5 - 2.5$  мг/см<sup>2</sup>. По кривым малоуглового рассеяния согласно [8] были рассчитаны массовые функции распределения частиц по размерам.

Компьютерная обработка данных выполнена с использованием прикладных программ, разработанных в лаборатории рентгенографии Кемеровского государственного университета, а также средствами MS Office.

Размеры и форма частиц металлов изучены растровой электронной микроскопией (JEOL ISM 6390), локальный элементный анализ (РФЛА) – на рентгенофлуоресцентной приставке, с использованием специально изготовленной для стабилизации и учета фонового излучения ОК<sub>α</sub> прогреваемой ячейки из ОСЧ-графита.

Химические составы поверхности и подповерхностных слоев порошков определены методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), на спектрометре SPECS (Германия) с использованием полусферического анализатора PHOIBOS-150-MED-9 и рентгеновского монохроматора FOCUS- 500 (излучение  $AlK_{\alpha}$ ,  $h\nu = 1486.74$  эВ). Для калибровки шкалы энергий связей использовались как внешние (уровни  $Au 4f_{7/2} = 84.00$  эВ и  $Cu 2p_{3/2} = 932.67$  эВ), так и внутренний ( $C1s = 285$  эВ) стандарты. Образец в виде тонкого слоя НРП в связующем (при изучении поверхности), либо в виде тонкой таблетки с зеркальной поверхностью (при послойном анализе) закреплялся на двусторонний медный проводящий скотч, что позволило избежать эффекта подзарядки, при этом специально было показано отсутствие в геометрии экспериментов фонового  $Cu$ -излучения от медного скотча. Все представленные спектры записывались при энергии пропускания анализатора 20 эВ.

Определение относительного содержания элементов в образце и соотношений атомных концентраций осуществлялось по интегральным интенсивностям фотоэлектронных линий, откорректированным на соответствующие коэффициенты атомной чувствительности [15].

Травление поверхности ионами аргона проводилось с помощью ионной пушки IQE 11/35 (SPECS) с энергией ионов 2.5 кВ, плотность тока составляла  $7 - 8$  мкА/см<sup>2</sup>. Скорость травления (оценка проводилась по калиброванным тонким пленкам  $InAs/SiO_2$ ) составила около 0.5 нм/мин.

Параллельно химсостав поверхности определялся методом ДТА, совмещенным с масс-спектрометрическим анализом продуктов десорбции и термораспада поверхностных включений (ДТА – МСА) на дериватомасспектрометре NETZSCH STA 409 PC/PG, при нагреве образцов со скоростью 5 град. в минуту в атмосфере аргона.

Удельная поверхность и пористость образцов определены методом низкотемпературной (77К) сорбции азота (по БЭТ) на анализаторе «Сорбтометр-М», в сочетании с измерением согласно ГОСТ пикнометрической плотности.

### Промежуточные продукты синтеза металлов

Выполненные ранее работы показали [1 – 12], что при получении двухкомпонентных нанопорошков переходных металлов методом восстановления водных растворов их солей важнейшим условием (на основе общих положений электрохимии) синтеза чистых (не содержащих окисно-гидроксидных примесей) биметаллов является проведение процесса в области значений ОВП  $E_{\text{Red/Ox}}(\text{N}_2\text{H}_4) < E_{\text{Red/Ox}}\text{M}_1, \text{M}_2$ , а для процессов в щелочной среде – дополнительно при  $E_{\text{Red/Ox}}(\text{N}_2\text{H}_4) < E_{\text{Red/Ox}}\text{M}_1(\text{OH})_2, E_{\text{Red/Ox}}\text{M}_2(\text{OH})_2$ . При использовании в качестве восстановителя гидразин-гидрата (получение металлов не загрязненных продуктами окисления восстановителя [11 – 12, 16 – 17]) это требует осуществления процесса в сильно щелочной среде (рис. 2) и экспериментального подбора иных условий (температура, концентрации реагентов, перемешивание реакционной среды). Указанные выше условия синтеза были установлены в качестве оптимальных.

Уже из рис.2 следует, что восстановление катионов переходных металлов в щелочной среде в режиме а) (синтез в режиме «б» моделирует этот процесс) протекает через образование в качестве промежуточных продуктов (ПП) гидроокисных соединений металлов, что и было установлено ранее при изучении методами РФА и РФЛА синтеза аналогичным методом и в близких условиях систем Fe-Co и Fe-Ni [1 – 4].

РФА, РФЛА и МУР продуктов по ходу процесса подтвердил это и для рассматриваемой системы Ni-Cu (рис. 3). Было показано, что в режиме б) поэтапного получения НРП Ni-Cu, в качестве ПП в области составов, богатых Ni ( $\text{Cu} \leq 18$  вес. %) формируются концентрационно ограниченные твердые растворы (ТР)  $\text{Ni-Cu}(\text{OH})_2$  с присущей гидроксиду никеля структурой типа брусита, состоящие из кристаллитов, уплощенных вдоль плоскостей 001 (что характерно для бруситовых структур рис. 3а, б, е), подробнее см. в [4].

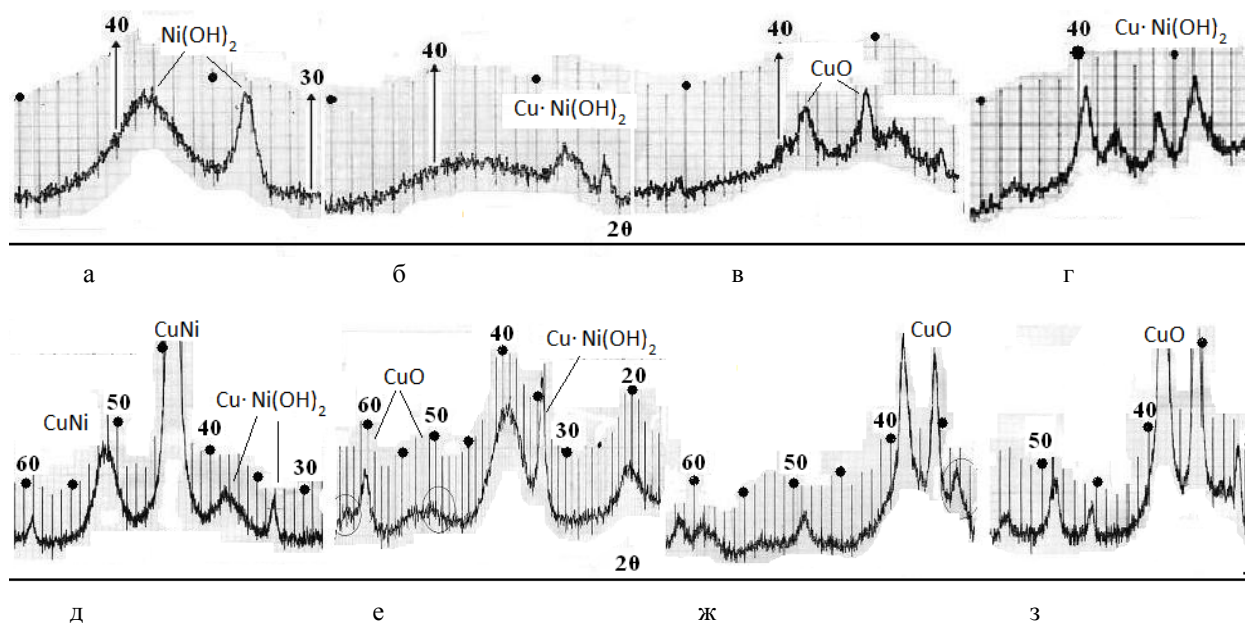


Рис. 3. Типичные рентгенограммы промежуточных продуктов восстановления при  $\text{pH} \geq 12$  гидразин-гидратом смесей водных растворов хлоридов меди и никеля;  
а – г) соосажденные при  $t = 25^\circ \text{C}$  смешанные гидроксиды, содержащие соответственно  $\text{Cu}$  0 вес. %, 10 вес. %, 50 вес. % и 80 вес. %;  
д) продукты после восстановления в течение 2-х минут ( $\text{Cu}$  20 вес. %);  
е – з) соосажденные при  $t = 80^\circ \text{C}$  смешанные гидроксиды, содержащие соответственно  $\text{Cu}$  20 вес. %, 50 вес. % и 80 вес. %

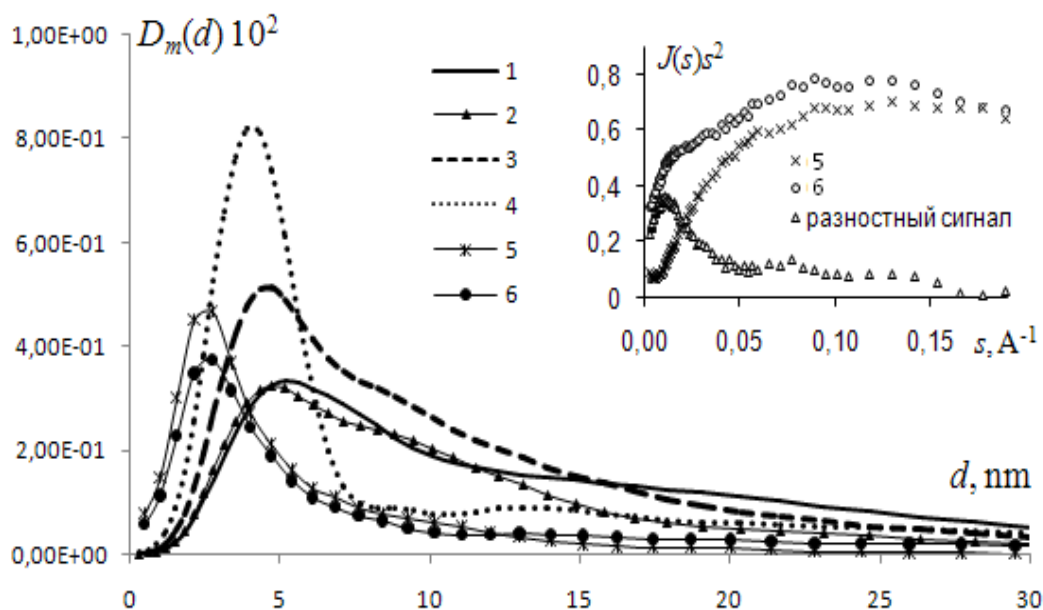


Рис. 4. Типичные кривые массового распределения частиц по размерам (результаты МУР) для  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -1; соосажденных при  $20^\circ\text{C}$  смешанных гидроксидов  $\text{Cu}$  и  $\text{Ni}$ , содержащих  $\text{Cu}$  80 вес. %, 70 вес. % и 30 вес. % – соответственно 2, 3 и 4; соосажденных при  $80^\circ\text{C}$  смешанных гидроксидов, содержащих 20 вес. % и 40 вес. %  $\text{Cu}$  – соответственно 5 и 6. Вставка – разностная кривая МУР для составов смешанных гидроксидов, содержащих 20 вес. % (5) и 40 вес. % (6)  $\text{Cu}$

Рентгенограммы соосажденных при  $25^\circ\text{C}$  и  $80^\circ\text{C}$  гидроксидов в этой области составов не содержат рефлексов, присущих фазе  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , в то время как при последовательном осаждении они уверенно фиксируются. Более четко это проявляется в условиях осаждения гидроксидов при  $80^\circ\text{C}$  (т. е. при оптимальной температуре их восстановления до металлов), что приводит к укрупнению частиц, большей окристаллизованности их и поэтому к большей разрешенности рефлексов. В этих условиях была отмечена слабо выраженная зависимость от состава положения «дальнего» ( $2\theta = 59.1^\circ$ ) рефлекса фазы  $\text{Ni-Cu}(\text{OH})_2$ , и формирование в составах  $\text{Cu} \geq 18$  вес. % фазы  $\text{CuO}$ , являющейся продуктом термопревращения  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (показано в специальных экспериментах).

Ограниченность взаимной растворимости гидроксидов связана с существенными различиями типов и параметров решеток ( $\text{Cu}(\text{OH})_2$  – ромбическая,  $a = 2.949\text{\AA}$ ,  $b = 10.59\text{\AA}$ ,  $c = 5.256\text{\AA}$ ,  $z = 4$ ;  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  – гексагональная,  $a = b = 3.126\text{\AA}$ ,  $c = 4.605$ ,  $z = 2$ ); по этим причинам подтвердить гомогенность систем выполнением правила Вегарда оказалось невозможным и сам факт формирования ограниченного твердого раствора  $\text{Ni-Cu}(\text{OH})_2$  является нетривиальным, система неравновесная и формируется в условиях весьма быстрого (секунды) соосаждения гидроксидов.

Для составов содержащих более  $\approx 18$  вес. % меди, система становится двухфазной – наряду с ТР  $\text{Ni-Cu}(\text{OH})_2$ , параметры решетки которого в этой области не зависят от состава, отчетливо фиксируется фаза  $\text{CuO}$  – продукт термораспада не вошедшего в ТР гидроксида меди, количество которой возрастает по мере роста соотношения  $\text{Cu/Ni}$ .

При содержании меди 70 – 95 % вновь формируются рентгенографически монофазные (на основе решетки  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ) образцы (рис. 3, 4), выдерживаю-

щие прогрев в виде суспензии в нейтральной, либо слабощелочной ( $\text{pH} \leq 9$ ) средах при температуре  $358^\circ\text{K}$  в течение 15 минут. Для сравнения, чистый гидроксид меди в условиях  $\text{pH} \approx 7$  чернеет за 10 минут, при этом на рентгенограммах появляются сильные линии оксида меди.

Результаты рассмотрения надатомной структуры ПП методом МУР, находясь в согласии с изложенными данными РФА, позволяют выделить по кривым рассеяния две области, соответствующие фазам с существенно разной дисперсностью и морфологией (рис. 4). В образцах, содержащих до 20 вес. % меди, наблюдается лишь одна из них, более дисперсная, с выраженной двумерной морфологией (пластинки толщиной 2 – 3 нм) – соответствующая по этим параметрам фазе ТР. В составах с  $\text{Cu} \geq 20$  вес. % наблюдаются две области, одна из них сохраняет параметры ТР, а вторая, соотносимая с фазой  $\text{CuO}$ , представлена нитевидными образованиями или слабо разветвленными дендритами диаметром сечения  $\approx 20$  нм и длиной не менее 100 нм. Полученные из данных МУР области характерных размеров частиц ТР и  $\text{CuO}$  согласуются с оцененными согласно [13] по уширению дифракционных линий.

РФА и РФЛА анализы проб, отбираемых по ходу восстановления в режиме а), показали на качественном уровне протекание процесса в основном через образование описанных выше фаз ПП, с постепенным восстановлением их (пример на рис. 3).

#### Получение и фазовый состав НР системы $\text{Cu-Ni}$

Конечными продуктами восстановления в атмосфере азота являются в области содержания  $\text{Cu} \leq 90$  вес. % рентгенографически чистые (свободные от окисно-гидроксидных примесей) наноразмерные кристаллические металлы; образование и особенности

фазового состояния ПП необходимо учитывать при рассмотрении их свойств.

Моделированием (разложением) основных рентгеновских дифракционных рефлексов был выполнен РФА и определены параметры кристаллических решеток выделенных фаз в НР системе Cu-Ni при различных соотношениях компонентов, после травления, термостатирования, при повышенных температурах и при изменении условий восстановления. Типичные (из более чем двухсот полученных) фрагменты рентгенограмм некоторых составов представлены на рис. 5 (моделирование наиболее интенсивного рефлекса). На рис. 6 приведен основной массив данных по зависимости параметров решеток выделенных фаз от состава и обработки образцов.

Видно, что во всем диапазоне соотношений Ni/Cu за исключением, возможно, составов богатых никелем, где вторая фаза выделяется при разложении рефлексов на уровне ошибки моделирования, система двухфазна и составлена из двух видов твердых растворов, каждый из которых обогащен одним из компонентов, с вероятным радиальным непостоянством в каждом отношении Cu/Ni (последнее – для составов богатых Cu).

Соотношение Вегарда в изучаемой системе линейно (во всяком случае в области от 0 до  $\approx 30$  вес. % Ni), о чем свидетельствует линейность зависимости параметра решетки от состава при содержании меди менее  $12 \div 15$  вес. %, а также в двухфазных составах, прогретых до температур их гомогенизации согласно

фазовой диаграмме (рис. 1). Следует отметить, что процесс гомогенизации при нагревании протекает путем обогащения никелем ТР, богатого медью, параметр никелевой фазы при этом практически не меняется, но количество ее при прогреве уменьшается. При прогреве заметно также укрупнение кристаллитов обеих фаз (рис. 11).

Иная картина наблюдается при травлении образцов в 0.1N HCl – реализуется последовательное увеличение параметра решетки Ni – насыщенной фазы, при практически неизменном параметре Cu-фазы. Описанные результаты будут использованы при обсуждении морфологии частиц.

В области составов, содержащих менее 15 вес. % меди, могут быть сформированы практически монофазные ТР, при этом степень монофазности (линейность зависимости параметра решетки от состава, количество Cu-фазы, наблюдаемое при разложении дифракционных рефлексов) зависит от режима, температуры восстановления и концентрации восстановителя; практически монофазные ТР формируются в режиме восстановления а) при комнатной температуре и высокой концентрации гидразин-гидрата (8-кратное превышение стехиометрического содержания). Общая наблюдаемая тенденция для образцов, не подвергнутых обработкам – чем сильнее Ni-фаза обеднена медью (занижение параметров решетки от прямой Вегарда для брутто составов), тем в большей мере медная фаза обогащена медью.

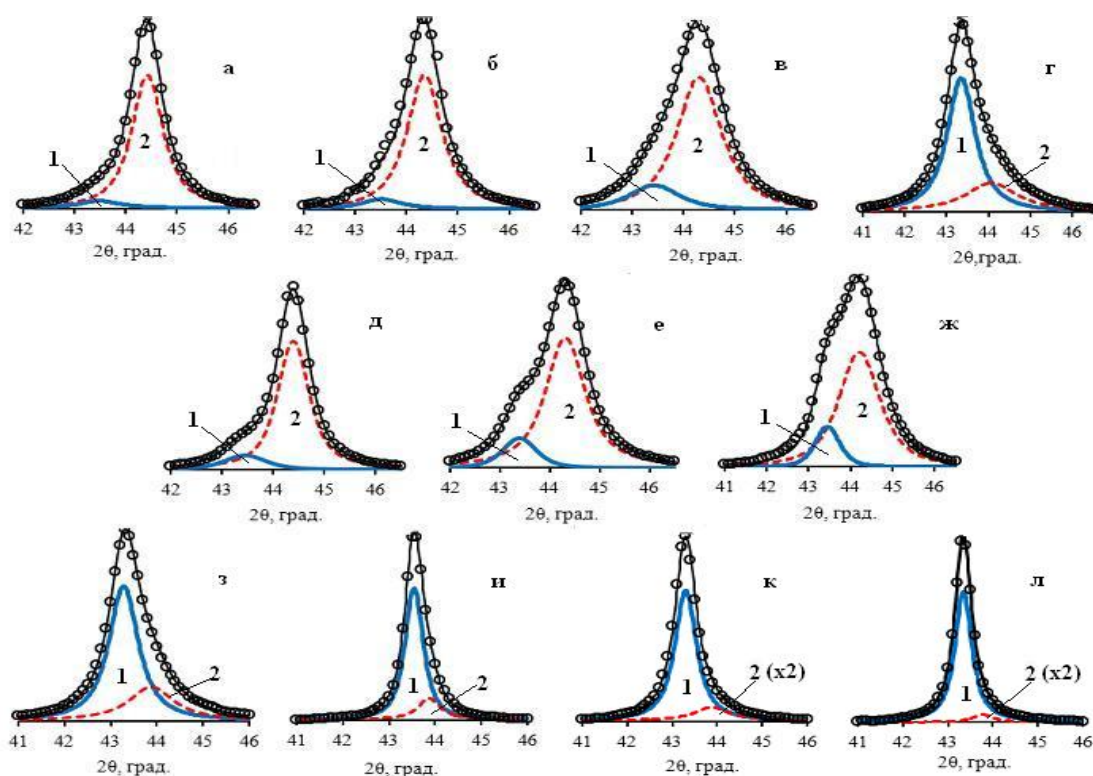


Рис. 5. Типичные рентгенограммы (основные рефлексы) нанопорошков системы Cu-Ni: а – в – полученных в режиме а) и содержащих 5, 10, 15 вес. % Cu соответственно; г – полученных при 25 °C в режиме б) и содержащих 30 вес. % Cu; д – ж – полученных в режиме б) при 80 °C и содержащих 10, 20, 30 вес. % Cu; з – и – содержащих 70 вес. % Cu до – и после прогрева ( $t = 450^\circ\text{C}$ ) соответственно; к – л – содержащих 90 вес. % Cu до – и после травления в HCl (0,1N). Точки экспериментальные, кривые – итог моделирования (разложения) рефлекса, 1 – фаза ТР Ni в Cu (медная фаза), 2 – фаза ТР Cu в Ni (никелевая фаза)

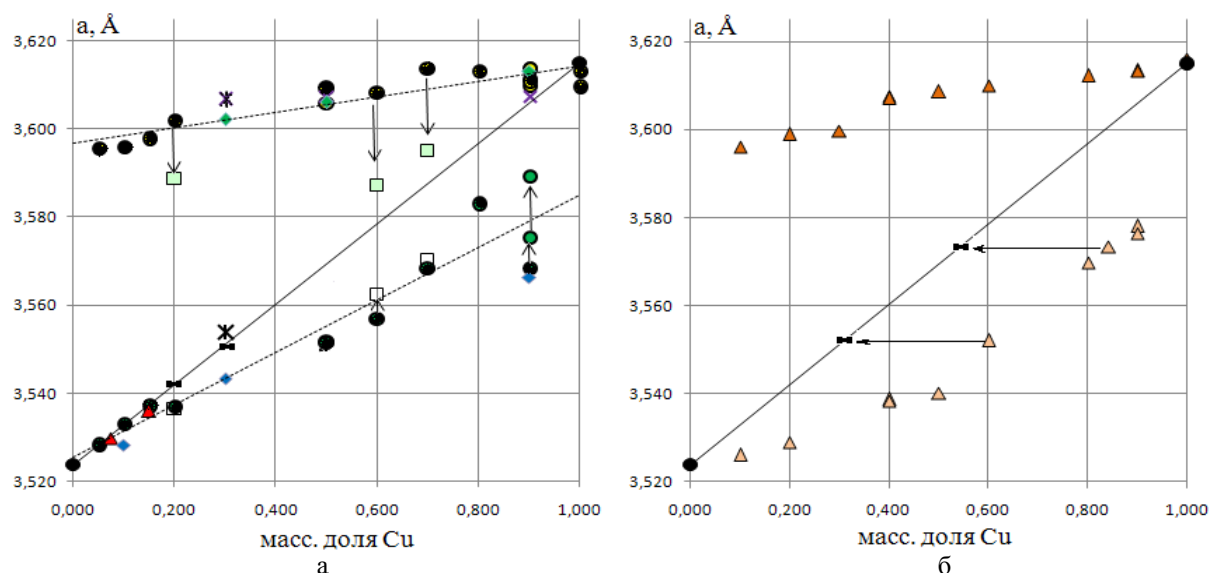


Рис. 6. Зависимость от брутто-состава параметра решетки выделенных фаз в системе Cu-Ni: а) ● и ▲ – синтез в режиме а) при 8 °С; □ – образцы ●, прогретые при  $t = 450^{\circ}\text{C}$  в течение 1 часа; ○ – образцы ●, после последовательного травления; ■ – образцы прогретые в вакууме при 450 – 500 °С в течение 28 часов; ◆ – синтез в режиме а) при 70 °С; Ж – в режиме б) при 2 °С; б) ▲ – образцы синтезированные в режиме б); ■ – оценивание из PCA состава Ni фазы в сравнении с составом, найденном из РФЭС

#### Химический состав частиц Cu-Ni

Методами РФЭС (РФЭ- и Оже-спектры) с ионным травлением и РФЛА с травлением образцов в 0.1N соляной кислоте были изучены составы образцов в областях формирования практически монофазного ТР и двухфазной системы. Типичные спектры одного из образцов видов представлены на рис. 7. РФЭ-спектры других составов качественно подобны.

Элементный состав и учет химических сдвигов при образовании соединений определены на основании справочных и монографических данных [18], результатов изучения близких к рассматриваемым нами системам [19 – 22], а также сопоставлением со снятыми РФЭ- спектрами эталонов (Cu, CuO, Cu<sub>2</sub>O, NiO).

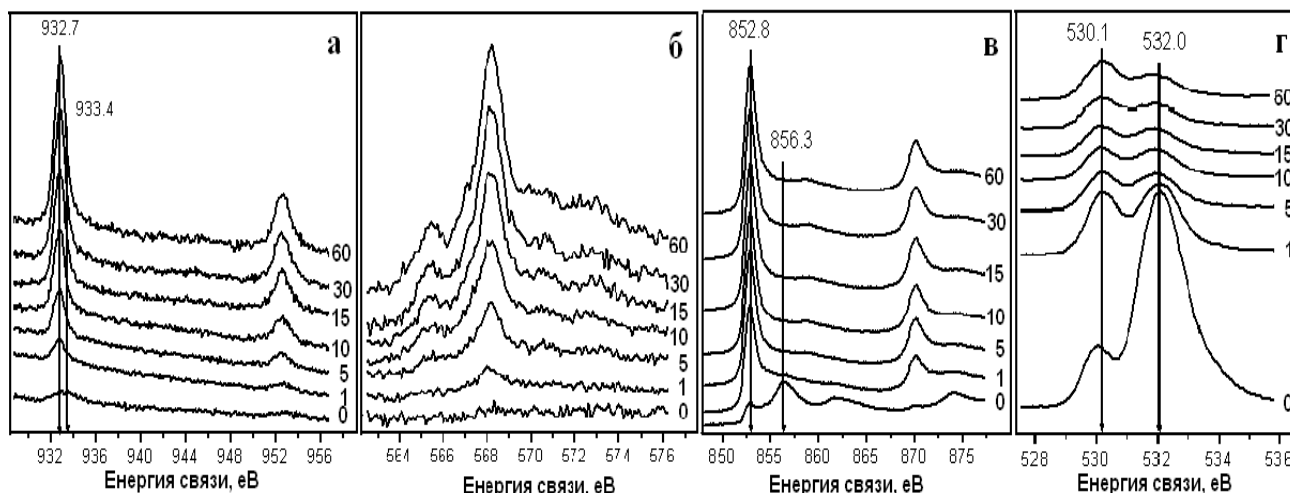


Рис. 7. Спектры РФЭ (Cu2p – а, Ni2p – в, O1s – г) и Оже-спектр (Cu LMM – б) образца с 7,5 вес.% Cu

Полученные результаты показывают, что на поверхности частиц специально не окисленных составов (синтез и вторичные операции в боксе, заполненном азотом, время контакта образцов с воздухом до съемки спектров около 1 часа) медь и никель находятся как в виде металлов (Cu – 932.7 эВ, Ni – 852.8 эВ), так и в окисленных состояниях (Cu<sub>2</sub>O – 932.6 эВ, CuO –

933.7 эВ, NiO – 855.8 эВ, Ni(OH)<sub>2</sub> – 856.3 эВ – в РФЭ – 2p спектрах металлов и Cu<sub>2</sub>O, NiO – 529.5 эВ, Ni(OH)<sub>2</sub> – 531.4 эВ – в РФЭ – 1 s спектрах кислорода). Оже-спектры меди LMM согласуются с изложенным.

Толщина окисленного слоя ТР Cu-Ni весьма невелика, составляет 2 нм (рис. 8). При травлении на глубину более 2.5 – 5 нм. соотношение Cu/Ni сохраняет-

ся практически постоянными (Cu 6.5 - 6 ат. %), близким составу системы заложенному при синтезе (7 ат. %).

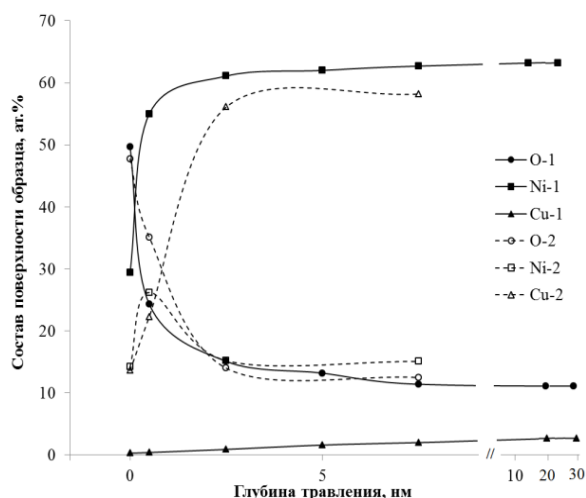


Рис. 8. Изменения в ходе травления составов образцов Ni-Cu (7 ат. %) и Ni-Cu (80 ат. %) – соответственно при кривых 1 и 2. Составы рассчитаны без учета фона от C1s, который практически постоянен

Основная часть NiO и видимо, практически полностью Ni(OH)<sub>2</sub> удаляются травлением образцов уже на глубину около 3 нм, в то же время кислород уверенно регистрируется по РФЭ-спектрам и в глубинных областях частиц (рис. 7, 8). Это является признаком захвата воды в микро- (или закрытых) порах при формировании частиц биметаллов, так как максимум в РФЭ-спектрах O1s на 532-533 эВ можно отнести как к кислороду в составе Ni(OH)<sub>2</sub>, так и к воде.

Для систем богатых медью состав поверхности частиц и глубинное распределение элементов существ-

венно отличается от описанных для практически монофазной области (рис. 8).

Собственно на поверхности и в весьма узкой приповерхностной зоне установленные из РФЭС соотношения Cu/Ni практически соответствуют составам, определенным проекцией параметра решетки биметалла с известным брутто (т. е. заложенным при синтезе) составом на прямую Вегарда (рис. 6).

В более глубоких слоях частиц система обогащена медью, при этом соотношение Cu/Ni приближается к заложенному при синтезе, с тенденцией к дальнейшему возрастанию.

Состав окисно-гидроокисных соединений на поверхности вблизи нее аналогичен таковому для области ТР, однако содержание кислорода и соответственно, CuO, NiO, Ni(OH)<sub>2</sub> в приповерхностном слое выше, т. е. богатые Cu двухфазные составы более склонны к коррозии.

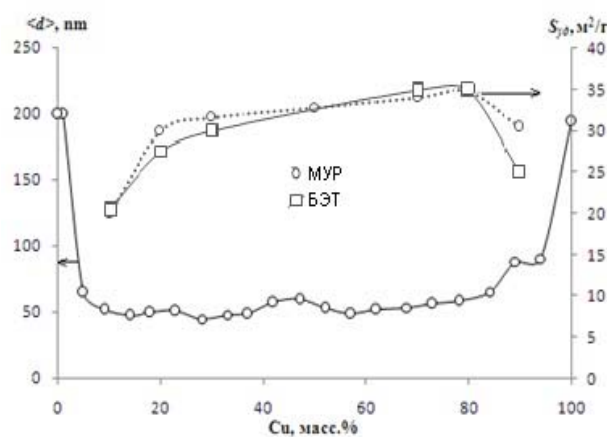


Рис. 10. Зависимость от состава системы Cu-Ni величин удельной поверхности по БЭТ и МУР и средневзвешенных размеров частиц

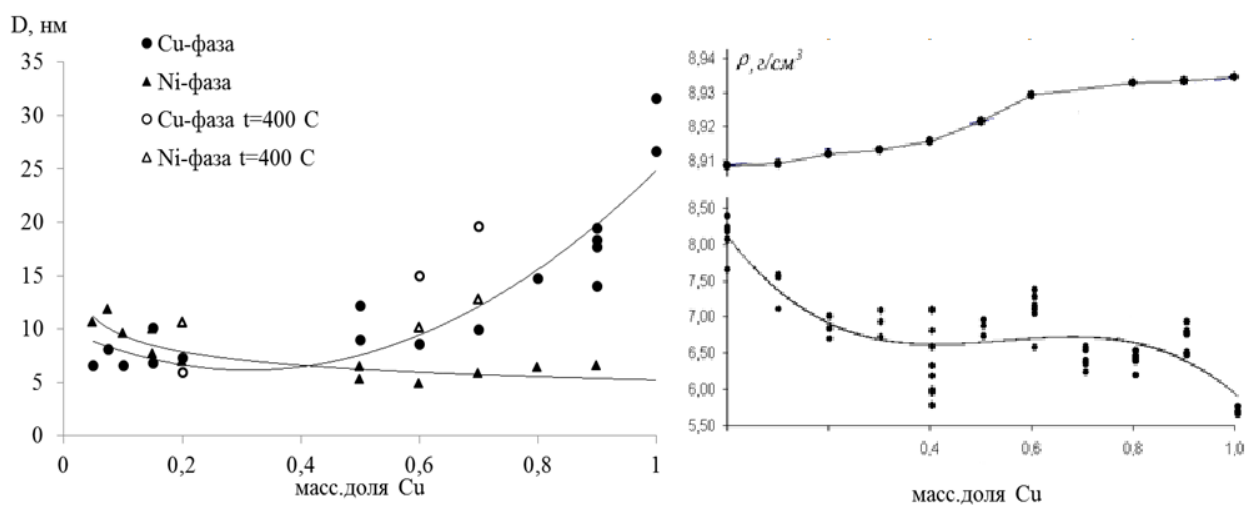


Рис. 11. Зависимости от состава системы Cu-Ni: а) размеров кристаллитов Cu- и Ni-фаз, б) рентгенографической и пикнометрической плотностей

### Обсуждение результатов

Полученная информация о химическом и фазовом составе ПП и конечных продуктов позволяет представить процесс получения НР систем Cu-Ni следующей общей схемой:

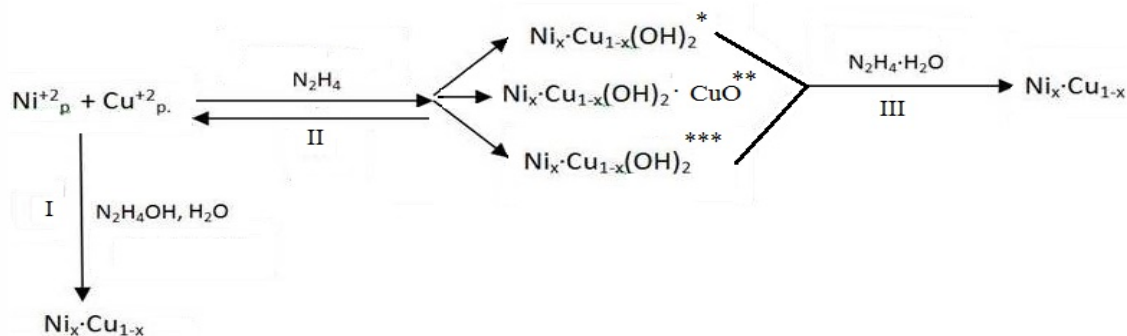


Схема. В областях  $1.0 \geq x \geq 0.82$  реализуется вариант\*, в областях  $0.30 \leq x \leq 0.82$  – вариант\*\* и в области составов  $0.05 \leq x \leq 0.3$  – вариант\*\*\* схемы восстановления

Основной канал получения НР порошков: последовательность процессов  $\vec{II} \rightarrow \vec{I} \rightarrow \vec{I}$  (стадия  $\vec{II}$  очень быстрая), о чем свидетельствует установленная возможность получения биметалла, сформированного из двух твердых растворов (Ni – фазы, Cu – фазы), при восстановлении не только ТР  $Ni_x \cdot Cu_{1-x}(OH)_2$ , но так же и нанодисперсной смеси гидроксидов, осажденных последовательно. В последнем случае трудно представить протекание процесса в варианте  $\vec{II} \rightarrow \vec{III}$ , т. е. с восстановлением смеси частиц индивидуальных гидроксидов топохимической реакцией типа «твердое + жидкость», с образованием не смеси НР частиц индивидуальных металлов, а их твердых растворов.

Вместе с этим наблюдаются сложные зависимости фазовых составов Cu-Ni от режимов осаждения и хранения гидроксидов, поэтому влияние вклада процесса III, а так же прямого восстановления в растворе по реакции I (особенно на начальных этапах процесса) требует специального изучения. Роль их планируется рассмотреть методом РФА в жестком (33 кэВ) синхротронном излучении, с быстровременной регистрацией дифрактограмм in situ, в процессе синтеза объектов.

В целом полученные результаты показывают, что фазовый состав НР систем Cu-Ni и его особенности относительно фазовой диаграммы массивных (макноразмерных) образцов определяются рядом факторов:

- разницей ОВП прекурсоров и ПП ( $E_{Red/Ox} Ni^{2+}/Ni$  и  $E_{Red/Ox} Cu^{2+}/Cu$ ,  $E_{Red/Ox} Ni(OH)_2/Ni$  и  $E_{Red/Ox} Cu(OH)_2/Cu$ ), а так же ОВП  $Cu^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  при восстановлении ТР  $Cu \cdot Ni(OH)_2$  (электрохимический фактор);
- энергонасыщенностью наноразмерного состояния частиц (термодинамический фактор);
- высокими скоростями формирования НРЧ, неравновесностью процессов при этом (кинетический фактор);
- химическим и фазовым составами ПП.

В итоге, фазовый состав НР систем Cu-Ni при температурах синтеза  $\approx 80^\circ C$  заметно отличается от соответствующего изотермического среза фазовой диаграммы массивного биметалла.

Так, в области богатой медью система двухфазна (рис. 6), в то время как в равновесном состоянии формируется ограниченный твердый раствор на основе решетки меди (рис. 1) и к такому фазовому составу НР система стремится при прогреве (рис. 6б). Судя по результатам РФЭС с Ag-травлением поверхности (рис. 8) и изменениям параметра кристаллической решетки Ni-фазы при травлении в HCl, обе фазы в радиальном сечении имеют переменный состав, с возрастанием отношения Cu/Ni от поверхности частиц к их центру. Примечательно, что, как это отмечено выше, оцененные из результатов РФЭС отношения Cu/Ni в приповерхностных слоях частиц (рис. 8) лишь ненамного меньше состава Ni-фазы в неперотравленных образцах, оцененного из проекции параметра решетки фазы на прямую Вегарда (рис. 6б). Некоторое занижение первых величин понятно, так как PCA дает усредненный параметр решетки составов с весовым отношением Cu/Ni от  $\approx 1.1$  до  $\approx 1.4$ .

Таким образом, фазовый портрет (изотермическое сечение для  $25 - 70^\circ C$  диаграммы фазовых состояний) НР системы Cu-Ni составов с  $20 \div 95$  вес. % меди представлен двумя типами неравновесных ТР переменного состава: раствором меди в никеле (по результатам РФЭС в сочетании с данными PCA по изменению параметра решетки при травлении состава  $Ni_{0.5-0.7} \cdot Cu_{0.5-0.3}$ ) и ТР никеля в меди (судя по найденному из РФЭС соотношению  $Cu/Ni = 4.6$  в Ag-травленных образцах), с нижней границей содержания меди вблизи заложенных при синтезе. На фазовой же диаграмме в этих зонах формируется равновесный ТР никеля в меди и двухфазная система с постоянными составами фаз.

Основными факторами, определяющими отмеченное своеобразие фазового состава НР системы Cu/Ni, является электрохимический и кинетический.

При высоких концентрациях  $\text{Cu}^{2+}$  ( $C_{\text{Cu}^{2+}} > C_{\text{Ni}^{2+}}$ ) и протекании процессов  $\overset{\rightarrow}{II}$  и  $\overset{\leftarrow}{II}$  в неравновесных условиях, когда концентрация восстанавливаемых катионов не определяется произведением растворимости СГ (см. схему восстановления), может реализоваться согласно уравнения Нернста условие  $E_{\text{Red/Ox}} \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} + K \ln C_{\text{Cu}^{2+}} >> E_{\text{Red/Ox}} \text{Ni}^{2+}/\text{Ni} + K \ln C_{\text{Ni}^{2+}}$ . Ввиду этого в процессе восстановления формируется не разрешенный фазовой диаграммой для равновесной системы ТР, а два неравновесных ТР с переменными от поверхности к ядру частиц составами. На начальных этапах – весьма пересыщенные по меди, с постепенным по мере роста частиц Cu-фазы уменьшением отношений Cu/Ni до значений, заложенных при синтезе (но неравновесных). По мере «истощения»  $C_{\text{Cu}^{2+}}$  и сближения в силу этого значений ОВП компонентов, на поздних этапах процесса формируются частицы ТР меди в никеле также с радиальным уменьшением отношения Cu/Ni и с приближением его к равновесным значениям.

Иная, но также отличная от фазовой диаграммы картина реализуется в области составов богатых никелем ( $\text{Cu} \leq 15$  вес.%): из данных РФА и РФЭС следует, что в качестве доминирующей, а при содержании меди  $< 5$  вес.% возможно, единственной фазы формируется ТР меди в никеле, что запрещено фазовой диаграммой для равновесной макросистемы. Факторами, определяющими эту особенность НР-биметаллов, являются термодинамический и электрохимический, с вероятной ролью состава ПП.

### Литература

- Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Попова А. Н., Додонов В. Г., Колмыков Р. П. Синтез и свойства наноразмерных порошков металлов группы железа и их взаимных систем. Перспективные материалы. 2008. № 6. С. 249 – 254; 2010. № 3. С. 60 – 72.
- Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Додонов В. Г., Попова А. Н. Некоторые свойства наноразмерных порошков систем железо-кобальт и железо-никель // Ползуновский вестник. 2008. № 3. С. 79 – 83.
- Захаров Ю. А., Попова А. Н., Пугачев В. М., Додонов В. Г. Наноразмерные порошки системы железо-кобальт. Свиридовские чтения: сб. ст. Минск: Изд. БГУ, 2010. Вып. 6. С. 24 – 32.
- Помогайло А. Д., Розенберг А. Т., Уфлянд И. Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000. 670 с.
- Свиридов В. В., Воробьева Т. Н., Гаевская Т. В., Степанова Л. И. Химическое осаждение металлов в водных растворах. Минск: Университетское, 1987. 270 с.
- Селяков Н. Я., Курдюмов Г. В., Гудцов Н. Т. // Журнал прикладной физики. 1927. Т. 3. № 2. С. 51.
- Dodonov V. G. The improved method of particle size distribution analysis from the small-angle X-ray scattering data // Z. Kristallogr. 1997. № 4. Р. 102.
- Попова А. Н. Синтез и физико-химические свойства наноразмерных систем Fe – Co и Fe – Ni: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Кемерово. 2011. 15 с.
- Колмыков Р. П. Получение и изучение свойств нанопорошков никеля, кобальта и их взаимной системы: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Кемерово, 2011. 21 с.
- Захаров Ю. А., Датий, К. А., Пугачев В. М., Додонов В. Г., Карпушкина Ю. В. Получение и некоторые свойства наноразмерных порошков системы Fe-Co-Ni. // Вестник Кемеровского государственного университета. 2013. №3 (55). Т.3. С. 77–80.
- Ликишев Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник: в 3 т. Т. 2. М.: Машиностроение, 1997. 1024 с.
- Пугачев В. М., Додонов В. Г., Захаров Ю. А., Колмыков Р. П., Васильева О. В., Шипкова Ю. В. Фазовый состав и некоторые свойства наноразмерных порошков Ni-Co и Ni-Cu // Перспективные материалы. 2011. № 4. С. 156 – 164.
- Захаров Ю. А., Колмыков Р. П., Пугачев В. М., Додонов В. Г., Романова О. В. Наноразмерные кобальт, никель и двухкомпонентные системы на их основе // Труды Международной научно-технической конференции «Нанотехнологии функциональных материалов НФМ' 2010 (22 – 24 сентября 2010 г.)». СПб.: СПбГПУ, 2010. С. 214 – 215.
- Zakharov Yu. A., Pugachev V. M., Dodonov V. G., Popova A. N. Nanosize Powder of Transition Metals Binary Systems // J. Phys.: Conf. Ser. 345 012024. 2012.

При изучении диаграмм фазовых состояний бинарных взаимных систем металлов подгруппы железа [1 – 4] была выдвинута и подтверждена общая концепция, согласно которой известная энергонасыщенность наноразмерных систем (на примере металлов) характеризуется введением эффективной температуры, зависящей от размера частиц.

Исходя из установленной верхней границы растворимости никеля в меди (около 15 вес.%) и с учетом приведенных в литературе вариантов фазовых диаграмм Cu-Ni можно считать, что область эффективных температур богатой никелем системы в наноразмерном состоянии (оцененные размеры кристаллитов и частиц по данным РФА и РФЭС приведены выше рис. 10, 11) составляет  $550 \div 640$  К (рис. 1). В этом случае формирование практически монофазного ТР в этой области составов разрешено термодинамически.

Возрастание значений «концентрационного» слагаемого в уравнении Нернста в условиях неравновесных процессов должно приводить к нивелированию различий стандартных ОВП меди и никеля, что согласуется с постоянством отношения Cu/Ni по глубине кристаллитов Ni-фазы и практически соответствует заложенному при синтезе составу. Формированию ТР видимо, способствует также и установленная в области примерно до 18 вес.% меди монофазность ПП.

15. Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Додонов В. Г., Попова А. Н., Колмыков Р. П., Иванов А. В., Васильева О. В., Богомяков А., Булина Н. Фазовый состав и некоторые свойства наноразмерных порошков Co-Ni и Ni-Cu // Труды III Международной конференции «Функциональные материалы и высокочистые вещества» (7 – 8 октября 2010 г., г. Суздаль). М., 2010. С. 35.
16. Zaharov Yu. A., Popova A. N., Pugachev V. M., Dodonov V. G. Research of synthesis of nanosystems including iron-group metals // 5th International Conference on Chemistry and Chemical Education “Sviridov readings 2010” – Minsk: Krasiko-Print. 2010. P. 112.
17. Захаров Ю. А., Колмыков Р. П., Пугачев В. М., Додонов В. Г., Романова О. В. Наноразмерные кобальт, никель и двухкомпонентные системы на их основе // Труды Международной научно-технической конференции «Нанотехнологии функциональных материалов НФМ’ 2010 (22 – 24 сентября 2010 г.)». СПб.: СПбГПУ, 2010. С. 214 – 215.
18. Wagner C. D., Riggs W. M., Davis L. E., Moulder J. F., Mullenberg G. E. Handbook of X-Ray Photoelectron Spectroscopy, Perkin-Elmer, Eden Prairie, Minnesota, 1978.
19. Platzman I., Brener R., Haick H., Tannenbaum R. Oxidation of Polycrystalline Copper Thin Films at Ambient Conditions // J. Phys. Chem. C. 2008. V. 112. P. 1101 – 1108.
20. Lee S., Mettlach N., Nguen N., Sun Y., White J. Copper oxide reduction through vacuum annealing. Applied Surface Science. 2006. V. 206. P. 102 – 109.
21. Ahn K.-S., Nah Y.-C., Sung Y.-E. Surface morphological, microstructural, and electrochromic properties of short-range ordered and crystalline nickel oxide thin films. Applied Surface Science. 2002. V. 199. P. 259 – 269.
22. Legrand D., Nesbitt H. W., Bancroft M. X-ray photoelectron spectroscopic study of a pristine millerite (NiS) surface and the effect of air and water oxidation. American Mineralogist. 1998. V. 83. P. 1256 – 1265.

#### Информация об авторах:

**Захаров Юрий Александрович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии твердого тела КемГУ, [zaharov@kemsu.ru](mailto:zaharov@kemsu.ru).

**Yury A. Zaharov** – Corresponding Member of the RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Пугачёв Валерий Михайлович** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии твердого тела КемГУ, [vm1707@mail.ru](mailto:vm1707@mail.ru).

**Valery M. Pugachev** – Candidate of Chemistry, Assistant Professor at the Department of Chemistry of Solids Kemerovo State University.

**Васильева Олеся Владимировна** – кандидат химических наук КемГУ, [olema2315@yandex.ru](mailto:olema2315@yandex.ru).

**Olesya V. Vasilieva** – Candidate of Chemistry, Kemerovo State University.

**Карпушкина Юлия Васильевна** – аспирант кафедры химии твердого тела КемГУ.

**Yuliya V. Karpushkina** – post-graduate student at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

**Просви́рин Игорь Петро́вич** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН.

**Igor P. Prosvirin** – Candidate of Chemistry, Senior Research Associate at G. K. Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of the RAS.

**Лыри́чиков Серге́й Юрье́вич** – научный сотрудник Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра СО РАН, [serstud@mail.ru](mailto:serstud@mail.ru).

**Sergey Yu. Lyrchikov** – Research Associate at the Centre of Collective Use, Kemerovo Research Centre of the Siberian Branch of the RAS.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

# ВЗРЫВНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОМПОЗИТОВ ТЭН-АЛЮМИНИЯ К ДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*А. В. Каленский, И. Ю. Зыков, М. В. Ананьева, А. А. Звеков, Б. П. Адиев*

## EXPLOSIVE SENSITIVITY OF PETN-ALUMINUM COMPOSITES TO PULSED LASER RADIATION

*A. V. Kalenskii, I. Yu. Zykov, M. V. Ananyeva, A. A. Zvekov, B. P. Aduev*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ госзадание № 2014/64 и Российского Фонда Фундаментальных Исследований (№ 14-03-00534 А).*

Рассчитаны зависимости коэффициентов эффективности поглощения от размера наночастиц алюминия в матрице тэна на первой и второй гармонике неодимового лазера. Значения минимальной плотности энергии инициирования взрыва для первой и второй гармоник неодимового лазера составляют 206.7 ( $\lambda = 1064$  нм) и 152.6 ( $\lambda = 532$  нм) мДж/см<sup>2</sup> с радиусами включений алюминия 100 и 49 нм соответственно. Экспериментально измерены значения критической плотности энергии лазерного инициирования тэна, содержащего наночастицы алюминия. Рассчитанные минимальные плотности энергии на первой и второй гармониках неодимового лазера различаются в 1.4 раза, что хорошо согласуется с экспериментом, где различие составляет 1.6 раз.

Dependences of nanosize aluminum inclusions' absorptivity on their size for the first and second harmonics of YAG-Nd laser were calculated. The values of the minimal critical energy density for the initiation by the first and second harmonics of YAG-Nd laser are 206.7 ( $\lambda = 1064$  nm) and 152.6 ( $\lambda = 532$  nm) mJ/cm<sup>2</sup> with radii of aluminum inclusions 100 and 49 nm respectively. The values of the minimal critical energy density for the initiation PETN with nanosize aluminum were experimentally measured. The calculated minimal critical energy density for the initiation by the first and second harmonics is different by 1.4 times, which is in good agreement with the experiment, where the difference is 1.6 times.

**Ключевые слова:** наночастицы алюминия, расчет эффективности поглощения, моделирование, энергетические материалы.

**Keywords:** aluminum nanoparticles, absorptivity, simulation, energy materials.

### Введение

Микроочаговая модель инициирования взрывного разложения лазерным излучением [2; 3; 10; 18] основывается на предположении, что в объеме прозрачного энергетического материала находятся включения, эффективно поглощающие лазерное излучение. Предполагается, что основным следствием поглощения света включениями является их нагрев, приводящий к увеличению температуры окружающего энергетического материала и образованию очага самоподдерживающейся экзотермической реакции. Первоначально модель была предложена для объяснения закономерностей низкопорогового инициирования взрывного разложения азидов тяжелых металлов импульсным лазерным излучением [2]. Для объяснения низкопорогового инициирования взрывного разложения азидов серебра предложен альтернативный механизм разветвленной твердофазной цепной реакции разложения, позволяющий количественно объяснить ряд наблюдаемых закономерностей [11; 14; 15; 17].

В работах [10; 5; 6] показано, что добавки высокопоглощающих наноразмерных включений сажи и карбида алюминия позволяют значительно (в десятки раз) снизить критическую плотность энергии лазерного инициирования пентаэритрита тетранитрата (тэна). Благодаря этому доказана роль малых включений как центров поглощения световой энергии в объеме вторичных взрывчатых веществ. Показана принципиальная возможность использования вторичных взрывчатых вещества содержащих наночастицы металлов в качестве капсульных составов для оптических систем инициирования.

Одним из постулатов микроочаговой модели является независимость коэффициента эффективности поглощения света металлическими наночастицами в диэлектрических матрицах от длины волны излучения, размеров и природы поглощающей частицы (значение коэффициента эффективности поглощения  $Q_{abs}$  принимается равным единице). Для восполнения этого пробела в работе [7] проведены расчеты коэффициентов эффективности поглощения света с длиной волны 1064 нм (первая гармоника неодимового лазера) наночастицами металлов в матрицах азидов серебра, свинца и тэна.

Спектральная чувствительность инициирующих взрывчатых веществ к лазерному излучению была экспериментально и теоретически исследована в работе [13]. В рамках теории теплового взрыва преобладает мнение, что спектральная зависимость порога инициирования проявляется только в области собственного поглощения вещества, тогда как в области прозрачности поглощение света включениями слабо зависит от длины волны [13]. Бризантные взрывчатые вещества, содержащие наночастицы металлов, представляют собой перспективный материал для капсульных составов оптических детонаторов [18], поэтому исследование влияния различных факторов, в том числе спектральных, на минимальную плотность энергии инициирования взрывного разложения представляет большой интерес.

Целью настоящей работы является: экспериментальное и теоретическое определение критической плотности энергии инициирования тэна содержащего наночастицы алюминия на длинах волн 1064 и 532 нм.

### Экспериментальная часть

В качестве экспериментальных образцов использовались прессованные таблетки тэна с добавками наночастиц алюминия 0.1 % по массе. Для подготовки образцов использовалась методика, описанная в работах [5; 6]. Готовилась механическая смесь порошка тэна с гранулометрическим распределением, имеющим максимум при 1 – 2 мкм, и порошка алюминия с максимумом распределения при 100 – 120 нм. Смесь перемешивалась в ультразвуковой ванне для получения равномерного распределения частиц по объему. Образцы прессовались в течение 30 минут при максимальном давлении 1.8 ГПа с помощью гидравлического пресса. Прессование осуществлялось с использованием пресс-формы в медной пластине толщиной 1 мм, в центре которой имелось отверстие диаметром 3 мм [5]. В результате получались образцы диаметром 3 мм и толщиной 1 мм, с плотностью 1.65 – 1.76 г/см<sup>3</sup>. Для эксперимента отбирались образцы с плотностью  $1.73 \pm 0.03$  г/см<sup>3</sup> и массой  $12.2 \pm 0.2$  мг.

Для экспериментального определения критической плотности энергии инициирования образец помещался на дюрелевую пластину, расположенную на массивной стальной подложке, и накрывался стеклянной пластиной толщиной 1 мм для уменьшения газодинамической разгрузки после воздействия лазерного импульса [4]. Излучение фокусировалось на образец с помощью телескопического двухлинзового объектива. Диаметр зоны облучения составлял 2.5 мм. Контроль энергии лазерного импульса осуществлялся с помощью калориметра ИМО-2Н. Изменение энергии импульсов производилось с помощью нейтральных светофильтров. Для измерения зависимости вероятности взрыва образцов от плотности энергии иницирующего импульса на фиксированных плотностях энергии последовательно облучалось 10 образцов единичным импульсом, и определялась вероятность взрыва. Эксперименты проводились с использованием излучения первой (1064 нм) и второй (532 нм) гармоник неодимового лазера. Критическая плотность энергии, соответствующая 50 % вероятности взрыва, для первой гармоники составила

$$H(1064 \text{ нм}) = 1.15 \text{ Дж/см}^2,$$

$$\text{для второй гармоники} - H(532 \text{ нм}) = 0.7 \text{ Дж/см}^2.$$

Таким образом, композит тэн-алюминий, является более чувствительным к излучению второй гармоники неодимового лазера по сравнению с первой. Данный эффект нельзя связать с переходом от поглощения света наночастицами к поглощению матрицей, так как край собственного поглощения света кристаллами тэна находится в области 300 нм.

Система дифференциальных уравнений, описывающих процессы кондуктивного теплопереноса в наночастице и в среде сферической симметрии, а также тепловыделение за счет химического разложения энергетического материала имеет вид [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} &= \alpha \cdot \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + k_0 \frac{nQ}{c} \cdot \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right), x > R \\ \frac{\partial n}{\partial t} &= -k_0 n \cdot \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right), x > R, n = 1, \\ \frac{\partial T}{\partial t} &= \alpha_M \cdot \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right), x < R. \end{aligned} \quad (1)$$

с граничным условием при  $x = R$ :

$$J - c_M \alpha_M \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x \rightarrow R-0} + c \alpha \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x \rightarrow R+0} = 0, \quad (2)$$

где  $T$  – температура,  $E$  – энергия активации разложения,  $k_0$  – предэкспонент,  $Q$  – тепловой эффект реакции,  $\alpha$  и  $\alpha_M$  – коэффициенты температуропроводности материалов матрицы и включения  $R$  – радиус включения,  $c$  и  $c_M$  – объемная теплоемкость материалов матрицы и включения,  $n$  – доля не разложенного взрывчатого вещества,  $J(t)$  – поглощаемая плотность мощности излучения лазерного импульса. При расчетах использованы значения параметров:

$$c = 2.22 \text{ Дж/(см}^3\text{K)} [10], c_M = 2.7 \text{ Дж/(см}^3\text{K)} [10],$$

$$E = 165 \text{ КДж/(моль} \cdot \text{K)} [6], k_0 = 1.2 \cdot 10^{16} \text{ с}^{-1} [6],$$

$$\alpha = 1.1 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2\text{с}^{-1} [6], \alpha_M = 0.97 \text{ см}^2\text{с}^{-1},$$

$$Q = 9.64 \text{ КДж/см}^3 [6].$$

Для величины  $J(t)$  использовалось выражение:

$$J(t) = \sqrt{\pi} \cdot Q_{abs} R^2 k_i H_0 \cdot \exp(-k_i^2 t^2), \quad (3)$$

где  $k_i = 8.235 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$  – параметр, определяющий длительность импульса (соответствует длительности импульса на полувысоте 20 нс [8; 9; 12]);  $H_0$  – плотность энергии за импульс;  $Q_{abs}$  – коэффициент эффективности поглощения, который равен отношению интенсивностей поглощенного и падающего на включение потоков излучения [7]. Величина  $Q_{abs}$  зависит как от радиуса включения, так и от длины волны излучения. Множители уравнения (3) нормируют интеграл от  $J(t)$  по времени на  $H_0$ .

Численное решение уравнений модели (1) – (3) выполнялось на сетке с переменным шагом по координате. Для размеров включений  $R \geq 30$  нм шаг в окрестностях включения составлял не более 1/20 толщины прогретого за время импульса инертного вещества ( $\sqrt{2\alpha/k_i}$ ), далее размер ячейки увеличивался по закону геометрической прогрессии таким образом, чтобы слой окружающего материала имел суммарную толщину не менее  $7R$  [19]. При использованной длительности импульса длина прогрева составляла  $\approx 50$  нм, размер ячеек около включения  $\approx 2.5$  нм. Соответственно характерное время выравнивания температуры между двумя соседними ячейками составляло  $t_1 = 57$  пс. Поэтому используемая сетка достоверно описывает теплофизические процессы вплоть

до температуры  $\frac{E}{k_B \ln(k_0 t_1)} \approx 1500$  К. Формирование

очага реакции происходит при значительно меньших температурах, что позволяет использовать настоящую методику для численного решения уравнений модели (1) – (3). Шаг сетки внутри включения превышал шаг снаружи в  $\sqrt{\alpha_M/\alpha}$  раз. Ячейка с границей раздела включение-матрица содержала как слой материалов матрицы, так и включения толщиной в половину шага сетки для каждого вещества. При использованных параметрах размер ячейки во включении составлял  $\sim 10$  нм, что близко к толщине слоя поглощения света, составляющую для большинства металлов менее 10 нм. Для размеров включений  $20 \geq R > 10$  нм использовалась одна ячейка (10 нм) внутри включения и далее ячейка с границей раздела включение-матрица. Для размеров включений  $R \leq 10$  нм использовалась ячейка с включением и границей раздела включение-матрица. Данная методика позволяет корректно учитывать поглощение света при помощи граничного условия (2) [19]. Полученная после разбиения пространства на ячейки система обыкновенных дифференциальных уравнений решалась методом Рунге-Кутты 1 – 5 порядка с переменным шагом по времени. Относительная погрешность на шаге интегрирования не превышала  $10^{-9}$ , при этом интегральная относительная погрешность, оцениваемая по точности выполнения закона сохранения энергии, не превышала  $2.5 \cdot 10^{-5}$  [16]. Коэффициент эффективности поглощения ( $Q_{abs}$ ) сферическим включением радиуса  $R$  в рамках теории Ми рассчитывался по методике, приведенной в работах [7; 16]. Проведено варьирование радиуса включения на двух длинах волн – 1064 и 532 нм.

#### Методика расчета критической плотности энергии

Определение минимальной плотности энергии инициирования взрывного разложения (критической плотности энергии) тэна, содержащего наночастицы алюминия, проводилось следующим образом:

1. Рассчитывалась зависимость коэффициента эффективности поглощения от радиуса частицы, определялся размер частицы, имеющий максимальный коэффициент эффективности поглощения.

2. По уравнениям (1 – 3) рассчитывалась минимальная для данного радиуса наночастицы плотность энергии импульса, инициирующего взрывное разложение ( $H(R)$ ). Расчет проводился до тех пор, пока минимальная плотность энергии, приводящая к взрыву ( $H_{min e}$ ), отличалась от максимальной плотности энергии, не приводящей к взрыву ( $H_{max d}$ ), не более чем на 0.01 % ( $1 - H_{max d}/H_{min e} < 0.0001$ ).

3. Значения радиусов частицы, при которых производился расчет  $H(R)$ , выбирались до тех пор, пока рассчитанные для этих размеров  $H$  не образуют ряд с выраженным минимумом. Далее по рассчитанным

значениям критических плотностей энергии инициирования  $H(R)$  проводилась интерполяция квадратичной функцией для определения положения минимума. После этого рассчитывалась критическая плотность энергии в точке минимума. Процедура шага 1 – 3 повторялась, пока точность определения критического радиуса частицы с минимальной плотностью энергии инициирования взрывного разложения ( $H_c$ ) не достигала 1 нм.

#### Результаты и обсуждение

Рассчитанные нами в рамках теории Ми зависимости коэффициентов эффективности поглощения  $Q_{abs}$  включений алюминия в матрице тэна для длин волн света 1064 и 532 нм от радиуса включений приведены на рис. 1. При расчетах полагали, что коэффициент преломления тэна составляет  $m_0 = 1.54$  и не зависит от длины волны света. Значения коэффициентов преломления алюминия на длине волны 1064 и 532 нм составляли  $m_i = 1.67 - 9.12i$  и  $0.71 - 5.85i$ , соответственно [6].

Кривые имеют максимум, положение которого определяется, в основном, длиной волны света. При меньших радиусах кривая спадает до нуля, причем в пределе  $r \rightarrow 0$  выполняется закон Рэлея. При больших радиусах происходит выход на плато с осцилляциями.

Влияние длины волны в рамках теории Ми связано с тем, что аргументами специальных функций, по которым ведется разложение, являются величины  $\rho = 2\pi R m_0/\lambda$  и  $m_i \rho/m_0$ . Если бы величина  $m_i$  не зависела от длины волны, то зависимости  $Q_{abs}(\rho)$  совпали бы. Действительная и мнимая части  $m_i$  могут изменяться в несколько раз при изменении длины волны, что делает ситуацию сложнее. В

случае алюминия при переходе от первой ко второй гармонике неодимового лазера действительная часть показателя преломления уменьшается в 2.4, а мнимая в 1.6 раза. В результате действия обоих факторов наблюдается сдвиг максимума эффективности поглощения в сторону малых диаметров включений (рис. 1). Для первой гармоники максимум эффективности поглощения наблюдается при диаметре включения 204 нм, а для второй – 96 нм. Кроме того, возрастает амплитуда максимума от 0.351 на длине волны 1064 нм до 0.490 на длине волны 532 нм.

На рис. 2 представлена временная зависимость температуры нагревания образца на границе наночастица – матрица от времени для различных значений плотности энергии. Из рисунка видно, что при значениях плотности энергии инициирования меньше критического, происходит только нагрев системы с ее последующим остыванием, взрывного разложения не происходит. В случае превышения критической плотности энергии происходит резкий рост температуры, что соответствует тепловому взрыву.

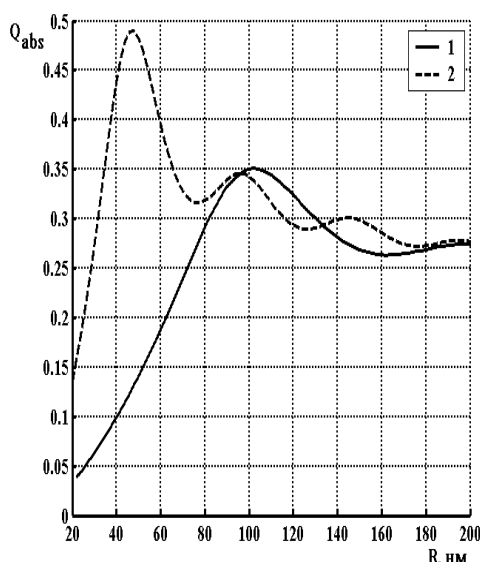


Рис. 1. Рассчитанная зависимость коэффициента эффективности поглощения включениями алюминия от их радиуса при длине волны излучения 1 – 1064, 2 – 532 нм

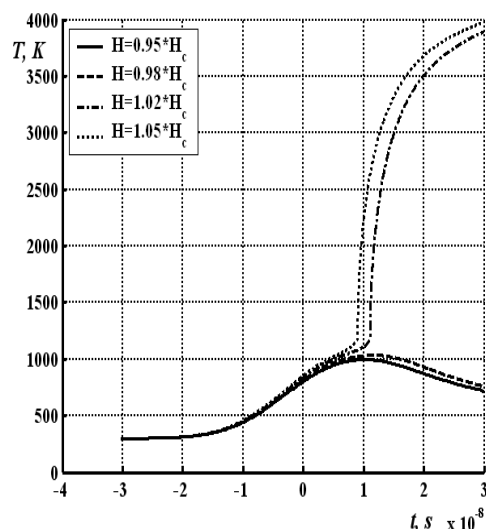


Рис. 2. Кинетика нагрева на границе алюминий-тэн для значений плотности энергии  $0.95 \cdot H_c, 0.98 \cdot H_c, 1.02 \cdot H_c, 1.05 \cdot H_c$ .

На рис. 3 представлено рассчитанное распределение температуры в процессе формирования очага реакции при нагревании включения радиуса 100 нм при превышении критической плотности энергии на 1.5 %. На легенде приведены значения времени (нс), отсчитанного от максимума интенсивности импульса. Полученные данные (рис. 3) удовлетворительно согласуются с отмеченным ранее свойством модели [10]: при возбуждении реакции короткими импульсами очаг возникает на некотором расстоянии от границы включения из-за большой температуропроводности последнего. Из рисунка также следует, что характерная температура, при которой в очаге происходит переход в самоускоряющийся режим, составляет около 1200 К. Развитие очага происходит за доли наносекунды в силу Аррениусовской температурной зависимости константы скорости разложения и большой энергии активации.

На рис. 4 приведены рассчитанные зависимости критической плотности энергии инициирования от радиуса включений алюминия в тэне при длительности импульса 20 нс без учета особенностей поглощения света ( $Q_{abs} = 1$ ). Кривая имеет минимум, который приходится на область радиусов 70 – 80 нм, что согласуется с особенностями, отмеченными ранее в [7]. Они связаны с тем, что сечение поглощения принимается равным  $\pi R^2$ , а характерная теплоемкость системы включение – слой вещества матрицы может быть представлена в виде:

$$\frac{4\pi}{3} \cdot \left( c_M R^3 + c \left( \left( R + \sqrt{2\alpha/k_i} \right)^3 - R^3 \right) \right),$$

где  $h \approx \sqrt{2\alpha/k_i}$  – толщина прогреваемого за время импульса слоя энергетического материала. В результате получается, что зависимость максимальной температуры нагрева от радиуса включения в инертной среде имеет максимум, положение которого примерно соответствует минимуму на зависимости критической плотности энергии инициирования.

Критическая плотность энергии излучения, которая должна наблюдаться в эксперименте, равна отношению величин приведенных на рис. 3 и рис. 1:  $H_1(R) = H_c(R)/Q_{abs}(R, \lambda)$ . Графики  $H_1(R)$  для наночастиц алюминия в тэне при длине волны 1064 и 532 приведены на рис. 5. Учет зависимости коэффициента эффективности поглощения от длины волны лазерного импульса приводит к двум основным эффектам. Во-первых, изменяется глубина минимума на зависимости критической плотности энергии от радиуса включения. Во-вторых, изменяется положение минимума. В случае алюминиевых включений наименьшая плотность энергии увеличивается с 70.8 мДж/см<sup>2</sup> (без учета коэффициента эффективности поглощения) до 206.7 мДж/см<sup>2</sup> ( $\lambda = 1064$  нм) и 152.6 мДж/см<sup>2</sup> ( $\lambda = 532$  нм). Положения минимумов на зависимостях составляют 76, 100 и 49 нм соответственно (рис. 5). Таким образом, модель предсказывает уменьшение критической плотности энергии при уменьшении длины волны импульсного излучения.

Рассчитанные минимальные плотности энергии на первой и второй гармониках неодимового лазера различаются в 1.4 раза, что хорошо согласуется с экспериментом (для первой гармоники неодимового лазера – 1.15 Дж/см<sup>2</sup>, для второй – 0.7 Дж/см<sup>2</sup>), где различие составляет 1.6 раз.

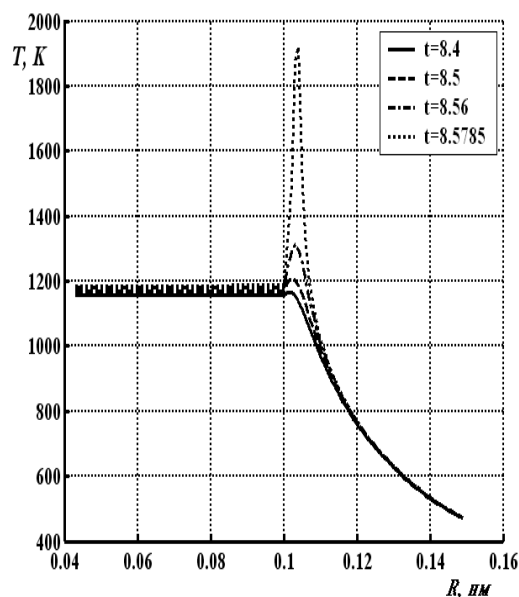


Рис. 3. Распределение температуры у границы алюминий-тэна. На легенде указаны соответствующие моменты времени в наносекундах, отчитанные от максимума интенсивности излучения

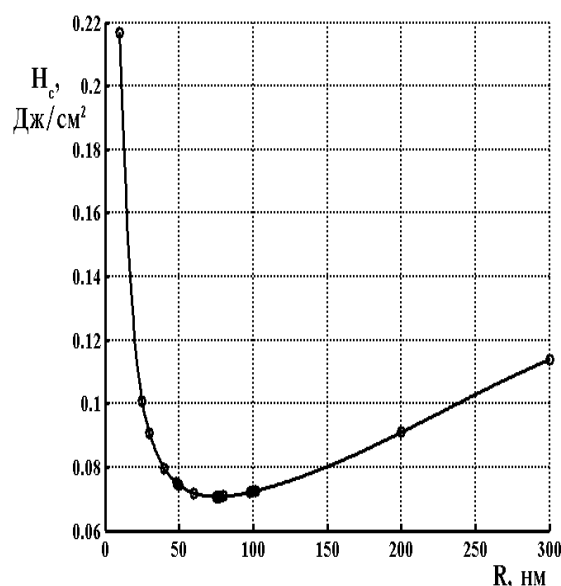


Рис. 4. Рассчитанная зависимость критической плотности энергии инициирования от радиуса алюминиевых включений в матрице тэна без учета эффективности поглощения

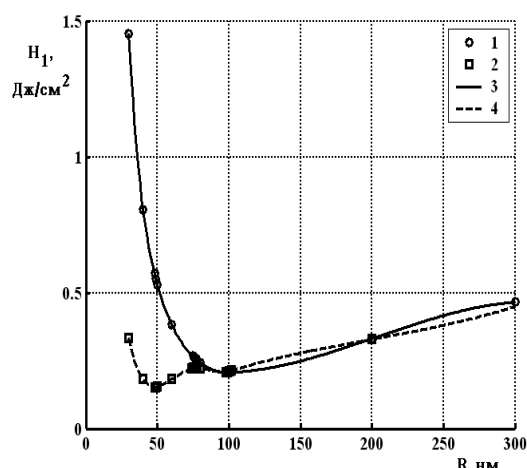


Рис. 5. Зависимости критической плотности энергии инициирования от радиуса алюминиевых включений в матрице тэна при  $\lambda = 1064$  (1, 3) и 532 нм (2, 4). 1, 2 – численное моделирование, 3, 4 – сплайн интерполяция

### Заключение

В работе экспериментально измерены значения критической плотности энергии лазерного инициирования тэна, содержащего наночастицы алюминия, на длинах волн 1064 и 532 нм. Проведено моделирование зависимости критической плотности энергии лазерного инициирования энергетических материалов от радиуса наноразмерных металлических добавок с учетом рассчитываемых в рамках теории Ми коэффициентов эффективности поглощения света. Показано, что при оценке критической плотности энергии и радиуса наиболее опасного включения следует учитывать как теплофизические, так и оптические характеристики энергетического материала и материала включения. Результаты эксперимента и расчетов качественно и количественно согласуются между собой.

Авторы благодарят В. Г. Кригера, В. П. Ципилева М. Лисицина за интересные дискуссии.

### Литература

1. Ananyeva M. V., Kriger V. G., Kalenskii A. V., Zvekov A. A., Borovicova A. P., Grishaeva E. A., Zycov I. Yu. Comparative analysis of energetic materials explosion chain and thermal mechanisms // Известия вузов. Физика. 2012. Т. 55. № 11/3. С. 13 – 17.
2. Fair H. D., Walker R. F. Energetic Materials. vol. 1. Physics and chemistry of the inorganic azides. NY; London: Plenum Press, 1977. 382 p.
3. Kalenskii A. V., Kriger V. G., Zvekov A. A., Grishaeva E. A., Zycov I. Yu., Nikitin A. P. The Microcenter Heat Explosion Model Modernization // Известия вузов. Физика. 2012. Т. 55. № 11/3. С. 62 – 66.
4. Borovicova A. P., Kriger V. G., Kalenskii A. V., Anan'eva M. V., Zvekov A. A. Time-space parameters of the explosive decomposition of energetic materials moving reaction wave // Известия высших учебных заведений. Физика. 2012. Т. 55. № 11 – 3. С. 25 – 29.

5. Адуев Б. П., Нурмухаметов Д. Р., Фурега Р. И., Звеков А. А., Каленский А. В. Взрывчатое разложение ТЭНа с нанодобавками алюминия при воздействии импульсного лазерного излучения различной длины волны // Химическая физика. 2013. Т. 32. № 8. С. 39 – 42.
6. Каленский А. В., Звеков А. А., Ананьева М. В., Зыков И. Ю., Кригер В. Г., Адуев Б. П. Влияние длины волны лазерного излучения на критическую плотность энергии инициирования энергетических материалов // Физика горения и взрыва. 2014. Т. 50. № 3. С. 98 – 104.
7. Кригер В. Г., Каленский А. В., Звеков А. А., Зыков И. Ю., Адуев Б. П. Влияние эффективности поглощения лазерного излучения на температуру разогрева включения в прозрачных средах // Физика горения и взрыва. 2012. Т. 48. № 6. С. 54 – 58.
8. Кригер В. Г., Каленский А. В., Звеков А. А., Ананьева М. В., Боровикова А. П. Диффузионная модель разветвленной цепной реакции взрывного разложения азидов тяжелых металлов // Химическая физика. 2009. Т. 28. № 8. С. 67 – 71.
9. Адуев Б. П., Нурмухаметов Д. Р., Белокуров Г. М., Звеков А. А., Каленский А. В., Никитин А. П., Лисков И. Ю. Исследование оптических свойств наночастиц алюминия в тетранитропентаэритрите с использованием фотометрического шара // Журнал технической физики. 2014. Т. 84. № 9. С. 126 – 131.
10. Ананьева М. В., Каленский А. В., Гришаева Е. А., Зыков И. Ю., Никитин А. П. Кинетические закономерности взрывного разложения ТЭНа, содержащего наноразмерные включения алюминия, кобальта и никеля // Вестник КемГУ. 2014. № 1(57). С. 194 – 200.
11. Каленский А. В., Ананьева М. В., Кригер В. Г., Звеков А. А. Коэффициент захвата электронных носителей заряда на экранированном отталкивающем центре // Химическая физика. 2014. Т. 33. № 4. С. 11 – 16.
12. Кригер В. Г., Каленский А. В., Захаров Ю. А. Единый механизм фото- и радиационно-стимулированного разложения азидов тяжелых металлов // Материаловедение. 2005. № 7. С. 10 – 15.
13. Кригер В. Г., Каленский А. В., Коньков В. В. Пороговая энергия инициирования азидов серебра эксимерным лазером // Материаловедение. 2003. № 7. С. 2 – 8.
14. Кригер В. Г., Каленский А. В., Звеков А. А. Релаксация электронно-возбужденных продуктов твердофазной реакции в кристаллической решетке // Химическая физика. 2012. Т. 31. № 1. С. 18 – 22.
15. Каленский А. В., Булушева Л. Г., Кригер В. Г., Мазалов Л. Н. Моделирование граничных условий при квантово-химических расчетах азидов металлов в кластерном приближении // Журнал структурной химии. 2000. Т. 41. № 3. С. 605 – 608.
16. Гришаева Е. А., Каленский А. В., Ананьева М. В., Звеков А. А. Неизотермическая модель разветвленной цепной реакции взрывного разложения энергетических материалов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2013. Т. 10. № 1. С. 44 – 49.
17. Кригер В. Г., Каленский А. В., Звеков А. А., Боровикова А. П., Гришаева Е. А. Определение ширины фронта волны реакции взрывного разложения азидов серебра // Физика горения и взрыва. 2012. Т. 48. № 4. С. 129 – 136.
18. Ананьева М. В., Звеков А. А., Зыков И. Ю., Каленский А. В., Никитин А. П. Перспективные составы для капсуля оптического детонатора // Перспективные материалы. 2014. № 7. С. 5 – 12.
19. Кригер В. Г., Каленский А. В., Звеков А. А., Зыков И. Ю., Никитин А. П. Процессы теплопереноса при лазерном разогреве включений в инертной матрице // Теплофизика и аэромеханика. 2013. Т. 20. № 3. С. 375 – 382.

#### Информация об авторах:

**Каленский Александр Васильевич** – профессор кафедры химии твердого тела КемГУ, [kriger@kemsu.ru](mailto:kriger@kemsu.ru).  
**Alexander V. Kalenskii** – Professor at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Зыков Игорь Юрьевич** – аспирант кафедры химии твердого тела КемГУ, [kriger@kemsu.ru](mailto:kriger@kemsu.ru).  
**Igor Yu. Zykov** – post-graduate student at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Ананьева Марина Владимировна** – научный сотрудник кафедры химии твердого тела КемГУ, [kriger@kemsu.ru](mailto:kriger@kemsu.ru).

**Marina V. Anan'eva** – Research Associate at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Звеков Александр Андреевич** – научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [kriger@kemsu.ru](mailto:kriger@kemsu.ru).

**Alexander A. Zvekov** – Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Адуев Борис Петрович** – доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной работе Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [lesinko-iuxm@yandex.ru](mailto:lesinko-iuxm@yandex.ru).

**Boris P. Aduiev** – Doctor of Physics and Mathematics, Vice Director of Science at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ НАНОПОРОШКОВ ТВЕРДОРАСТВОРНОЙ СИСТЕМЫ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЬ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

*Р. П. Колмыков*

## ELEMENT ANALYSIS OF COBALT-NICKEL SOLID SOLUTION SYSTEM NANOPOWDERS BY THE METHOD OF INDUCTIVE COUPLED PLASMA ATOM EMISSION SPECTROSCOPY

*R. P. Kolmykov*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, в рамках госзаказа № 2014/64. В работе использовано оборудование Кемеровского государственного университета и Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра в рамках соглашения о НОЦ «Химическое материаловедение».*

В работе анализируется элементный состав (содержание основных и примесных компонентов) нанопорошков твердорастворной системы кобальт-никель методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. Обнаружены характерные примеси, обусловленные использованием при синтезе нанопорошков реактивами марки ЧДА. Определена принадлежность примесных элементов к основным компонентам системы.

In the paper the element structure (the basic components and the impurities) of cobalt-nickel solid solution system nanopowders is analyzed by the method of inductive coupled plasma atomic emission spectroscopy. The characteristic impurities caused by use of PFA reactants at nanopowder synthesis are discovered. The relevance of the impurity elements to the basic components of the system is defined.

**Ключевые слова:** система кобальт-никель, нанопорошок, элементный анализ, атомно-эмиссионный.

**Keywords:** cobalt-nickel system, nanopowder, element analysis, atomic emission.

### Введение

В течение последних лет в Кемеровском государственном университете активно ведутся работы по получению, анализу и исследованию свойств и вариантов практического применения нанопорошков переходных металлов, в качестве примера можно привести работу [1]. Для исследования этих весьма сложных, как по составу, так и по структуре, объектов необходимо применение всего арсенала рентгенографических, спектральных и других физических методов исследования. Одним из таких исследований является элементный анализ с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

### Методика эксперимента

Для проведения атомно-эмиссионного анализа в работе использовался спектрометр iCAP 6500 DUO, оснащенный приставкой лазерного пробоотбора New Wave UP 266 MACRO, что позволяло проводить элементный анализ как в классическом жидкостном, так и в твердотельном исполнении. Для выполнения эксперимента готовилась серия градуировочных мультиэлементных растворов, содержащих основные компоненты и примесные элементы: Al, B, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sn, Zn и др. Растворы для анализа готовились растворением в концентрированной азотной кислоте исследуемых нанопорошков с последующим разбавлением. Для градуировки атомно-эмиссионного спектрометра с твердым пробоотбором использовали химически чистые металлические кобальт и никель. Для твердого пробоотбора нанопорошки системы кобальт-никель прессовались в компакты при давлении 4 т/см<sup>2</sup> при помощи электрического гидравлического пресса ПГМ-100МГ4. Вы-

бранное давление позволяло достигнуть компактности исследуемого материала 50 % от массивного. Размер и форма частиц при подобных давлениях прессования не изменяется [1].

Для исследований в данной работы были выбраны именно твердорастворные составы системы кобальт-никель [1], как системы с наибольшей гомогенностью распределения никеля и кобальта по всему объему исследуемых образцов.

### Результаты эксперимента

Определение элементного состава основных компонентов и примесей исследуемых нанопорошков проводили при использовании градуировочных зависимостей с максимальной концентрацией основных определяемых компонентов кобальта и никеля 20 ppm методом АЭС ИСП (исследуемые пробы растворены).

Для количественного определения элементов в смеси были использованы основные аналитические линии никеля и кобальта, а также часто употребляемые в аналитической практике линии элементов-примесей. Результаты градуировки атомно-эмиссионного спектрометра для основных компонентов и примесных элементов приведены на рис. 1 – 3.

Коэффициенты аппроксимации градуировок  $R^2$  приближаются к 1, что позволяет принять их линейными для определения концентраций определяемых компонентов.

Подбор аналитических длин волн, используемых в работе, осуществлялся таким образом, чтобы избежать наличия матричных помех и спектральных наложений, поэтому результаты, полученные при помощи метода являются достоверными.

С использованием данных градуировок проводилось количественное определение элементного состава

ва наноструктурированных порошков системы кобальт-никель, а также наноструктурированных индивидуальных никеля и кобальта. Результаты анализов нанопорошков Ni и Co приведены в таблице 1. Был определен индивидуальный примесный состав каждого порошка. Таким образом, характерными примесями для нанопорошка системы никеля являются кобальт, бор и медь, а для нанопорошка системы ко-

бальта – никель, алюминий, кальций, магний, марганец, натрий, фосфор, свинец, олово; общими примесями для двух порошков являются хром, железо, цинк.

В анализируемых твердорастворных системах присутствовали все перечисленные примеси (таблица 2).

Таблица 1  
Результаты элементного анализа наночастиц Ni и Co, синтезированных по методу получения нанопорошка системы кобальт-никель методом АЭС ИСП из раствора

| <i>Ni-нанопорошок</i> |              |                  | <i>Co-нанопорошок</i> |              |                   |
|-----------------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------|-------------------|
| <i>элемент</i>        | <i>λ, нм</i> | <i>W, %</i>      | <i>элемент</i>        | <i>λ, нм</i> | <i>W, %</i>       |
| B                     | 249,773      | 0,0043 ± 0,0011  | Al                    | 167,079      | 0,0722 ± 0,0047   |
| Co                    | 228,616      | 0,0244 ± 0,0067  | Ca                    | 393,366      | 0,0523 ± 0,0010   |
| Cr                    | 283,563      | 0,1084 ± 0,0313  | Co                    | 228,616      | 99,1120 ± 0,3478  |
| Cu                    | 324,754      | 0,0157 ± 0,0068  | Cr                    | 283,563      | 0,1952 ± 0,0554   |
| Fe                    | 259,940      | 0,0101 ± 0,0017  | Fe                    | 259,940      | 0,2163 ± 0,0195   |
| Ni                    | 216,566      | 99,0765 ± 0,4063 | Mg                    | 279,553      | 0,0166 ± 0,0021   |
| Zn                    | 213,856      | 0,6230 ± 0,0081  | Mn                    | 257,610      | 0,0272 ± 0,0015   |
|                       | Итого:       | 99,8624 ± 0,4620 | Na                    | 588,995      | 0,1109 ± 0,0127   |
|                       |              |                  | Ni                    | 216,566      | 0,2921 ± 0,0048   |
|                       |              |                  | P                     | 177,495      | 0,0173 ± 0,0034   |
|                       |              |                  | Pb                    | 220,353      | 0,0012 ± 0,0004   |
|                       |              |                  | Sn                    | 189,989      | 0,0037 ± 0,0002   |
|                       |              |                  | Zn                    | 213,856      | 0,0032 ± 0,0005   |
|                       |              |                  | Итого:                |              | 100,1201 ± 0,4541 |

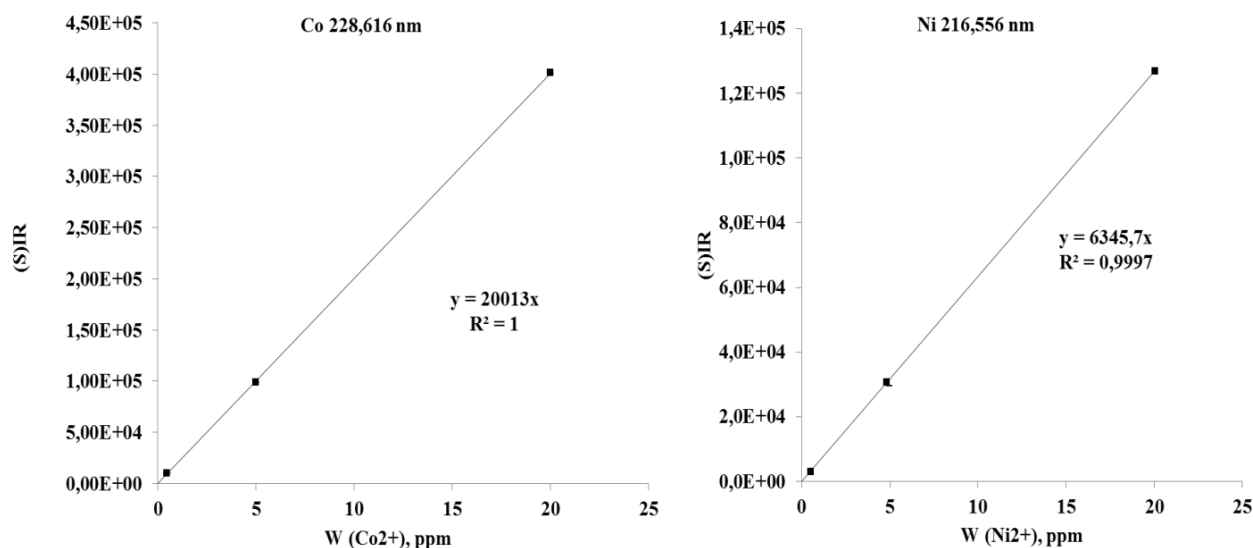


Рис. 1. Градуировочные зависимости интенсивности излучения на определенных длинах волн при различных концентрациях кобальт-никеля в растворе

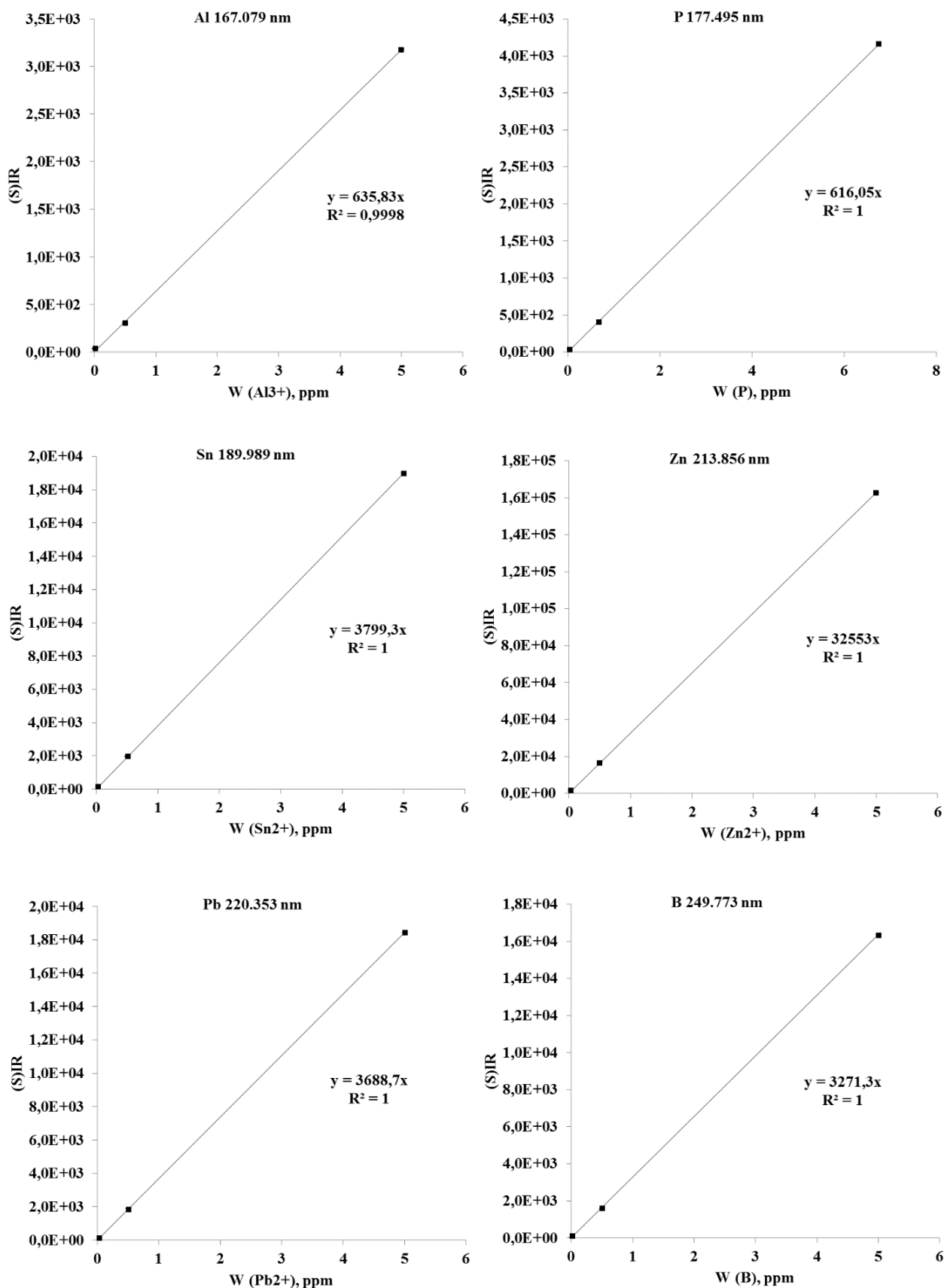


Рис. 2. Градуировочные зависимости для определения содержания примесных элементов исследуемых образцов в растворе

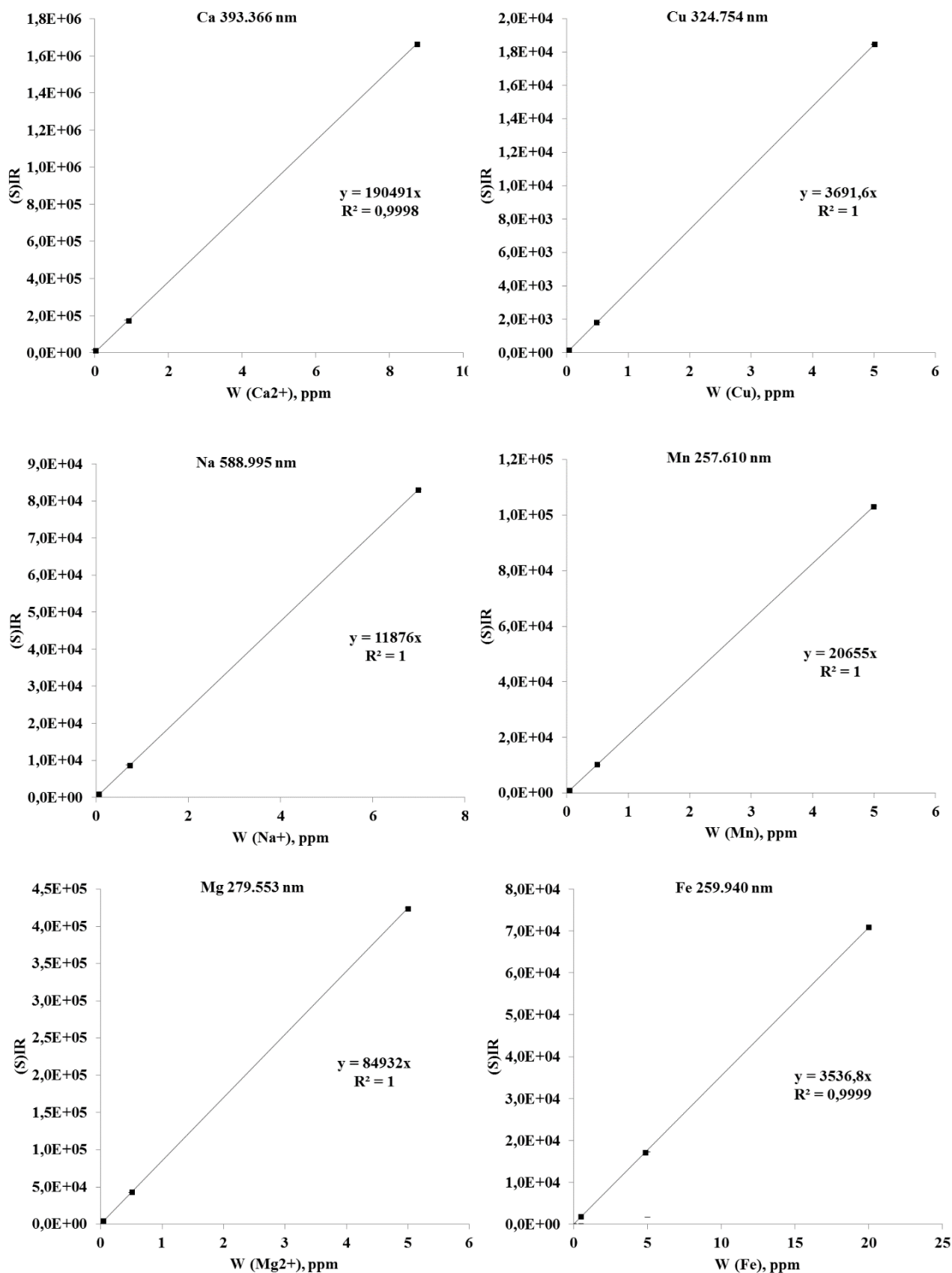


Рис. 3. Градуировочные зависимости для определения содержания примесных элементов исследуемых образцов в растворе

Результаты элементного анализа исследуемых образцов методом АЭС ИСП из раствора

| Определяемый элемент | Аналитическая линия $\lambda$ , нм | W, %<br>CoNi-1       | W, %<br>CoNi-2        | W, %<br>CoNi-3       |
|----------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Al                   | 167,079                            | 0,1306 $\pm$ 0,015   | 0,5006 $\pm$ 0,0125   | 0,2531 $\pm$ 0,0037  |
| B                    | 249,773                            | 0,0031 $\pm$ 0,0036  | 0,046 $\pm$ 0,0018    | 0,0103 $\pm$ 0,0021  |
| Ca                   | 393,366                            | 0,1344 $\pm$ 0,0068  | 0,1465 $\pm$ 0,0109   | 0,1744 $\pm$ 0,0024  |
| Co                   | 228,616                            | 40,4266 $\pm$ 0,085  | 30,6892 $\pm$ 0,3274  | 18,8530 $\pm$ 0,0406 |
| Cr                   | 283,563                            | 0,1274 $\pm$ 0,0259  | 0,0362 $\pm$ 0,0072   | 0,4678 $\pm$ 0,1579  |
| Cu                   | 324,754                            | 0,092 $\pm$ 0,0041   | 0,0332 $\pm$ 0,0069   | 0,0507 $\pm$ 0,0207  |
| Fe                   | 259,940                            | 0,1533 $\pm$ 0,0414  | 0,083 $\pm$ 0,0085    | 0,1970 $\pm$ 0,0228  |
| Mg                   | 279,553                            | 0,0486 $\pm$ 0,0012  | 0,0406 $\pm$ 0,0039   | 0,0542 $\pm$ 0,0013  |
| Mn                   | 257,610                            | 0,0153 $\pm$ 0,0069  | 0,0068 $\pm$ 0,0008   | 0,0120 $\pm$ 0,0024  |
| Na                   | 588,995                            | 0,2859 $\pm$ 0,0032  | 0,2276 $\pm$ 0,0597   | 0,5607 $\pm$ 0,0600  |
| Ni                   | 216,566                            | 58,0762 $\pm$ 0,0354 | 67,5929 $\pm$ 0,3768  | 78,6042 $\pm$ 0,1271 |
| P                    | 177,495                            | 0,0917 $\pm$ 0,0093  | 0,1045 $\pm$ 0,0282   | 0,1496 $\pm$ 0,0030  |
| Pb                   | 220,353                            | 0,0127 $\pm$ 0,0023  | 0,0213 $\pm$ 0,0012   | 0,0138 $\pm$ 0,0060  |
| Sn                   | 189,989                            | 0,0039 $\pm$ 0,0004  | 0,0028 $\pm$ 0,0002   | 0,0433 $\pm$ 0,0025  |
| Zn                   | 213,856                            | 0,3982 $\pm$ 0,0008  | 0,4691 $\pm$ 0,0025   | 0,5558 $\pm$ 0,0003  |
|                      | Итого:                             | 99,9999 $\pm$ 0,2413 | 100,0003 $\pm$ 0,8554 | 99,9999 $\pm$ 0,4528 |

При выполнении данной работы не удалось получить коррелирующих зависимостей содержания примесных элементов относительно массовых долей основных компонентов, однако их качественный состав был подтвержден при анализе.

При элементном анализе нанопорошка системы CoNi-1 с заложенным при синтезе соотношением основных компонентов 40 % : 60 %, соответственно, было определено массовое содержание кобальта 40,43 %, никеля – 58,08 %. Если привести определенные концентрации к соотношению основных компонентов, то формула системы будет выглядеть как  $\text{Co}_{41}\text{Ni}_{59}$ . Для образца наблюдается заниженное содержание никелевого компонента.

При элементном анализе нанопорошка системы CoNi-2 с заложенным при синтезе соотношением основных компонентов 30 % : 70 %, соответственно, было определено массовое содержание кобальта 30,68 %, никеля – 67,59 %. Для данного образца, как и для предыдущего, наблюдается заниженное содержание никелевого компонента, а если привести определенное содержание основных компонентов к их отношению, то формула системы выглядит как  $\text{Co}_{31}\text{Ni}_{69}$ .

При элементном анализе нанопорошка системы CoNi-3 с заложенным при синтезе соотношением основных компонентов 20 % : 80 %, соответственно, было определено массовое содержание кобальта 18,85 %, никеля – 78,60 %. Для данного образца на-

блюдается заниженное содержание двух основных компонентов за счет вклада примесных элементов. Если привести определенные массовые концентрации кобальта и никеля к отношению содержаний только основных компонентов, то формула системы –  $\text{Co}_{19}\text{Ni}_{81}$ . В данном случае полученный нанопорошок обеднен кобальтом.

Приставка лазерного пробоотбора позволяет получать аэрозоль исследуемого объекта без растворения пробы в растворителе, что уменьшает трудоемкость процесса пробоподготовки, но далеко не всегда дает хорошую воспроизводимость результатов.

На рис. 4а-в – в приведены фотографии кратеров, полученных после многократных лазерных импульсов пучка диаметром 100 мкм с частотой 10 Гц на 80 % мощности лазера, на поверхности исследуемых образцов. Кратеры имеют сферическую форму.

На рис. 4г представлена фотография момента произведения лазерного импульса и начала разлета аэрозоля образца.

Нужно отметить, что интенсивность лазерного удара, а также положение таблетки на предметном столике имеет значение для качества получаемого аналитического сигнала и будет рассмотрено в последующих работах. Параметры пробоотбора, использованные в работе были выбраны как отправная точка для начала исследований.

Для построения калибровочных зависимостей интенсивности излучения на аналитических длинах волн от массовой концентрации определяемых компонентов были выбраны длины волн: 228,616 нм для кобальта и 231,604 нм для никеля (рис. 5, 6).

Приводя указанные в таблице 3 результаты анализа к формулам твердорастворных систем, можно

получить следующие результаты CoNi-1 – Co<sub>41</sub>Ni<sub>59</sub>; CoNi-2 – Co<sub>31</sub>Ni<sub>69</sub>; CoNi-3 – Co<sub>19</sub>Ni<sub>81</sub>. Таким образом, результаты атомно-эмиссионного анализа с твердым пробоотбором согласуются с результатами анализа с жидкостным распылением.

Таблица 3

Результаты элементного анализа исследуемых образцов методом АЭС ИСП с твердым пробоотбором

| Название образца | Определяемый элемент | Аналитическая линия $\lambda$ , нм | Определенное массовое содержание $W$ , % |
|------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| CoNi-1           | Co                   | 228,616                            | 40,51 $\pm$ 0,68                         |
|                  | Ni                   | 231,604                            | 58,32 $\pm$ 0,52                         |
|                  | Итого:               |                                    | 98,83 $\pm$ 1,2                          |
| CoNi-2           | Co                   | 228,616                            | 30,74 $\pm$ 0,54                         |
|                  | Ni                   | 231,604                            | 67,60 $\pm$ 0,27                         |
|                  | Итого:               |                                    | 98,34 $\pm$ 0,81                         |
| CoNi-3           | Co                   | 228,616                            | 18,83 $\pm$ 0,33                         |
|                  | Ni                   | 231,604                            | 78,63 $\pm$ 0,47                         |
|                  | Итого:               |                                    | 97,46 $\pm$ 0,8                          |

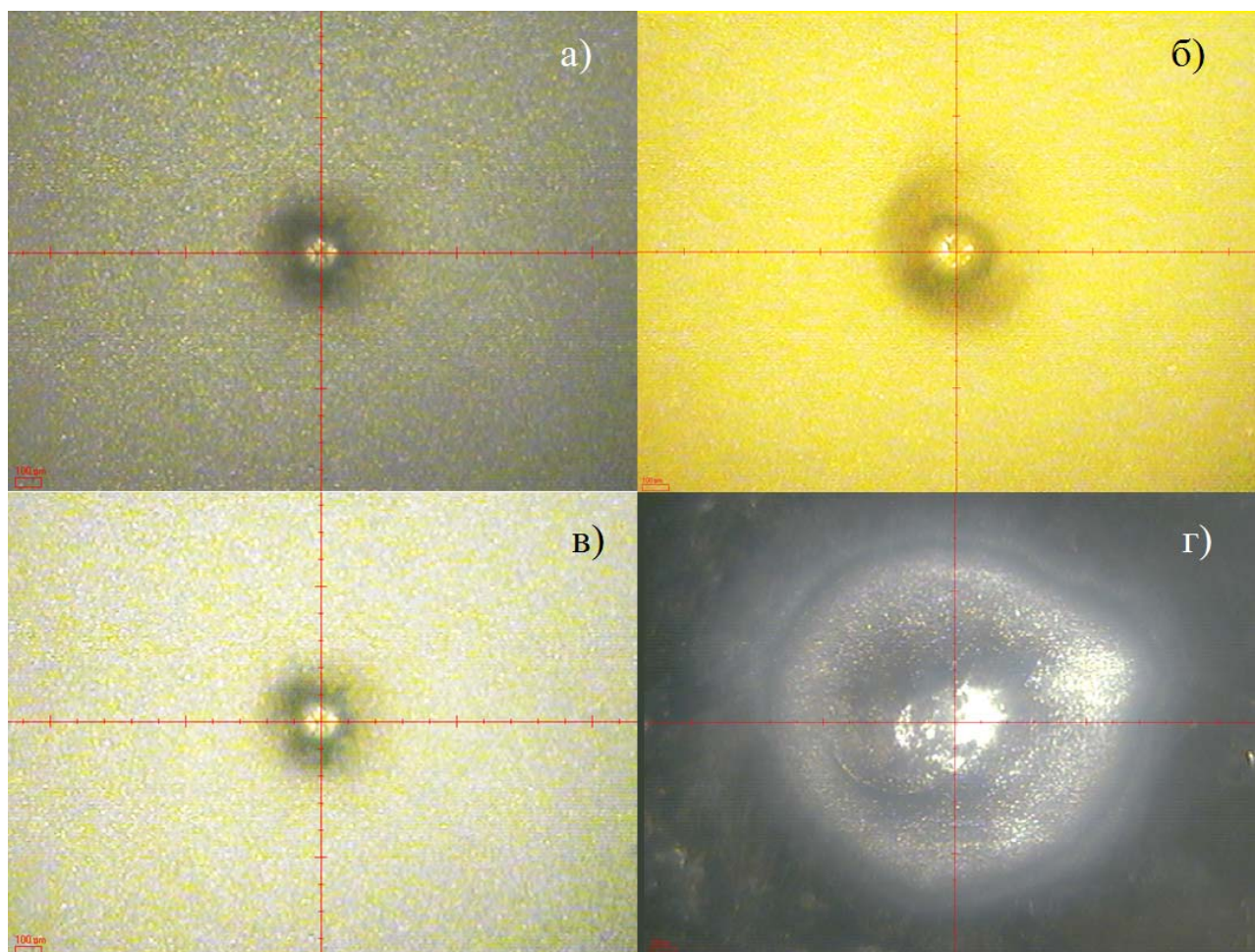


Рис. 4. Микроскопические фотографии кратеров исследуемых образцов во время и после лазерного пробоотбора с диаметром лазерного луча 100 мкм:  
а) CoNi-1; б) CoNi-2; в) CoNi-3; г) CoNi-1 во время лазерного импульса с облаком разлетающегося аэрозоля

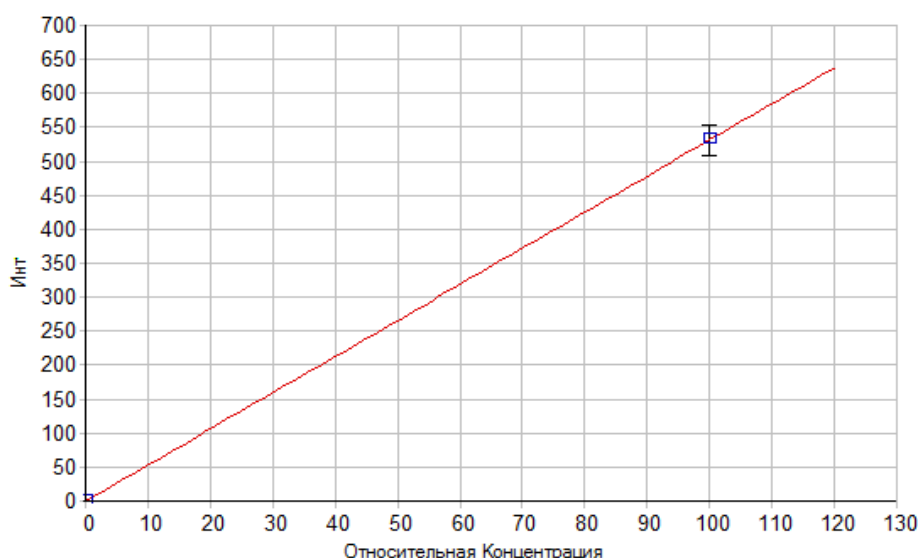


Рис. 5. Градуировочные зависимость для определения содержания кобальта в исследуемых образцах при использовании аналитической длины волны 228,616 нм

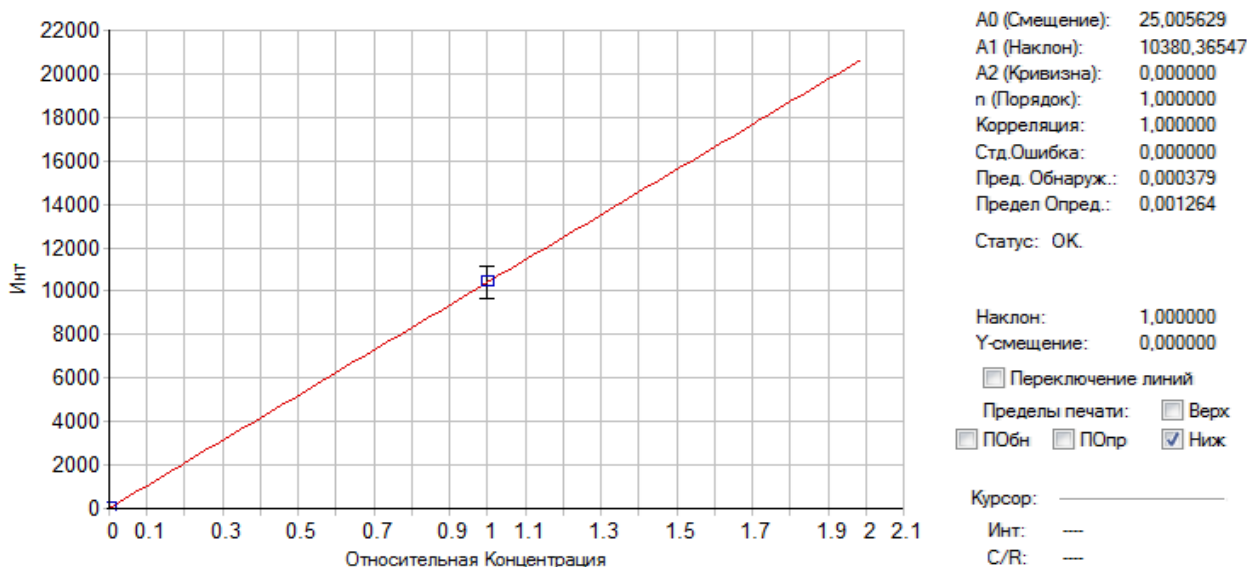


Рис. 6. Градуировочные зависимость для определения содержания никеля в исследуемых образцах при использовании аналитической длины волны 231,604 нм

### Заключение

В результате работы определен элементный состав исследуемых объектов. Обнаружены характерные примеси, обусловленные использованием реактивами марки ЧДА. Определена принадлежность примесных

элементов к основным компонентам системы, однако, установить корреляцию их количественного содержания с содержанием основных компонентов не удалось. Примеси, содержащиеся в объектах исследования, удалось определить только методом АЭС.

### Литература

1. Колмыков Р. П. Получение и изучение свойств нанопорошков никеля, кобальта и их взаимной системы: дис. ... канд. хим. наук: защищена 26.03.2012. Кемерово, 2011. 160 с.

### Информация об авторе:

**Колмыков Роман Павлович** – кандидат химических наук, заведующий лабораторией кафедры химии твердого тела КемГУ, научный сотрудник Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра СО РАН, [kolmykoff.roman@yandex.ru](mailto:kolmykoff.roman@yandex.ru).

**Roman P. Kolmykov** – Candidate of Chemistry, Head of the Laboratory at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University; Research Associate at the Centre of Collective Use, Kemerovo Research Centre of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# ОБРАЗОВАНИЕ ДИАМАГНИТНЫХ ПРОДУКТОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НИТРАТАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ КВАНТОВ СВЕТА С ЭНЕРГИЕЙ 5.58 ЭВ

Л. Д. Кригер, М. Б. Миклин, В. А. Ананьев

## FORMATION OF DIAMAGNETIC PRODUCTS IN CRYSTALLINE NITRATES UNDER THE ACTION OF LIGHT QUANTA WITH THE ENERGY OF 5.58 EV

L. D. Kriger, M. B. Miklin, V. A. Anan'ev

*Работа выполнена при поддержке государственного задания № 2014/64.*

Впервые исследован фотолиз светом с энергией квантов 5.58 эВ кристаллических нитратов калия, рубидия и цезия при 300 К. Установлено, что продуктами фотолиза являются ионы нитрита и пероксонитрита. Изучена кинетика накопления продуктов фотохимического разложения и определены их квантовые выходы.

The photolysis of potassium, rubidium and cesium crystalline nitrates under light with the photon energy of 5.58 eV was investigated. Nitrite and peroxyxynitrite are the photolysis end-products. The accumulation of photochemical products was studied and quantum nitrite and peroxyxynitrite yields were calculated.

**Ключевые слова:** нитраты щелочных металлов, фотолиз, нитрит, пероксонитрит.

**Keywords:** alkali nitrates, photolysis, nitrite, peroxyxynitrite.

### Введение

Низкоэнергетические возбужденные состояния нитрат-иона в кристаллах нитратов щелочных металлов имеют симметрию (в терминах точечной группы  $D_{3h}$ )  $^1A_1''$ ,  $^3E'$ ,  $^1E'$  и  $^2E'$  и возникают в результате переходов:  $a_2'' \leftarrow a_2'$  ( $\lambda_{\max} \sim 300$  nm),  $a_2'' \leftarrow e''$  ( $\lambda_{\max} \sim 250$  nm),  $a_2'' \leftarrow e'$  ( $\lambda_{\max} \sim 200$  nm) и  $a_1' \leftarrow e'$  ( $\lambda_{\max} \sim 185$  nm) [1].

Фотохимические процессы в кристаллических нитратах щелочных металлов подробно исследованы при действии света с длиной волны 254 нм [2–11], приводящего в основном к генерации электронно-возбужденных состояний  $^1E'$ . Установлены основные продукты фотолиза кристаллических нитратов: пероксонитрит-ион,  $ONOO^-$ , нитрит-ион,  $NO_2^-$ , кислород, а также комплекс нитрита и кислорода,  $[NO_2^- \dots O]$ . На основании экспериментальных данных по кинетике накопления этих продуктов [2–5], фото- [6–8, 11] и термоотжигу [6; 7] пероксонитрита и нитрита предложены механизмы фотолиза [2–7, 10].

Предполагается, что образование пероксонитрита обусловлено превращениями иона нитрата непосредственно из электронно-возбужденного состояния симметрии  $^1E'$ . Образование нитрита и кислорода происходит через стадии интеркомбинационной конверсии первичного синглетного электронно-возбужденного состояния в триплетное и последующей диссоциации.

При воздействии более высокоэнергетических квантов (до  $\sim 6.0$  эВ) генерируются те же электронные состояния иона нитрата ( $^1E'$ ), но с более высоким колебательным возбуждением, которые могут испытывать другие химические превращения, вследствие появления иных, энергетически разрешенных путей релаксации. В теоретическом исследовании диссоциации иона нитрата [12] показано, что при повышении энергии квантов выше 5.5 эВ возможно достижение порога спин-разрешенной диссоциации с образованием иона нитрита и синглетного атома кислорода. Это может привести к существенному росту квантового выхода нитрита. Кроме того, возможно образо-

вание радикальных продуктов диссоциации – диоксида азота,  $NO_2$ , и атомарного иона кислорода,  $O^-$ . Образование этих парамагнитных продуктов, а также озонид-радикала, показано методом ЭПР при фотолизе нитрата калия при 300 К светом с энергией 6.7 эВ [13].

Цель данного исследования – определение состава и эффективности образования продуктов фотолиза кристаллических нитратов при действии света с энергией кванта 5.58 эВ.

### Методика экспериментов

Все эксперименты выполнены при 300° К. В работе были использованы кристаллические порошки нитратов марки «ХЧ». Фотолиз осуществляли с использованием эксилампы модели KrCl\_BD\_P [14]. Максимум излучения лампы приходится на 222 нм. Мощность излучения лампы определялась фотоприемником Hamamatsu H8025-222. Интенсивность излучения составила  $5.6 \cdot 10^{15}$  квант·см<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>. Спектры ЭПР регистрировали на радиоспектрометре X-диапазона РЭ-1306. ИК-спектры диффузного отражения регистрировали на фурье-спектрометре “Tenzor 27” в диапазоне 400–4000 см<sup>-1</sup> с разрешением 2 см<sup>-1</sup>. В качестве исследуемых образцов использовали механические смеси поликристаллических нитратов с KBr в соотношении 1:10. Образцами сравнения служили нефотолизованные смеси солей нитратов с KBr. Спектры оптического поглощения монокристаллов нитратов регистрировали на спектрофотометре “Shimadzu 2450”.

Для определения пероксонитрита применяли спектрофотометрическую методику в основе, которой лежит определение пероксонитрита как окислителя в реакции с йодидом калия [15]. Содержание пероксонитрита оценивали по величине оптической плотности комплексного иона  $I_3^-$  при 355 нм, стехиометрически выделяемого в среде, создаваемой ацетатным или фосфатным буферами с pH 6–7 в условиях избытка йодида. Выбранные условия обеспечивают высокую скорость связывания пероксонитрита, опере-

жающую его изомеризацию в нитрат и предотвращают взаимодействие йодида с нитритом.

Для определения нитрита использовали методику спектрофотометрического определения с использованием резорцина [16], адаптированную к анализу фотолизированных нитратов. Растворение фотолизированных нитратов проводили в кислой среде (рН 2). Нитрит-ионы реагируют с резорцином, а образующийся нитрозопродукт взаимодействует с цирконий-ионами с образованием бледно-желтого хелата. Молярный коэффициент поглощения хелата при 347 нм равен  $26700 \pm 500 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

### Результаты и обсуждение

Возбуждение иона нитрата в состоянии симметрии  $1^1E_1'$  (в терминах точечной группы  $D_{3h}$ ) осуществляли при действии света с длиной волны 222 нм. При возбуждении нитратов щелочных металлов светом 254 нм возбуждаются главным образом состояния  $1^1E_1'$  ( $> 95\%$ ) и в существенно меньшей степени  $-1A_1''$  ( $< 5\%$ ). При возбуждении светом 222 нм генерируются только состояния  $1^1E_1'$ .

Коэффициенты поглощения света указанных длин волн для кристаллов нитратов существенно различаются (таблица 1). Глубина фотолиза ( $> 95\%$  поглощения света) для света с  $\lambda = 254$  нм составляет  $(1 \div 3) \cdot 10^{-2}$  см, тогда как для света с  $\lambda = 222$  нм –  $(2 \div 3) \cdot 10^{-5}$  см.

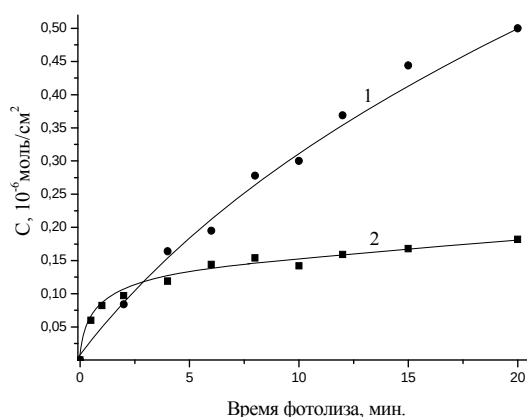
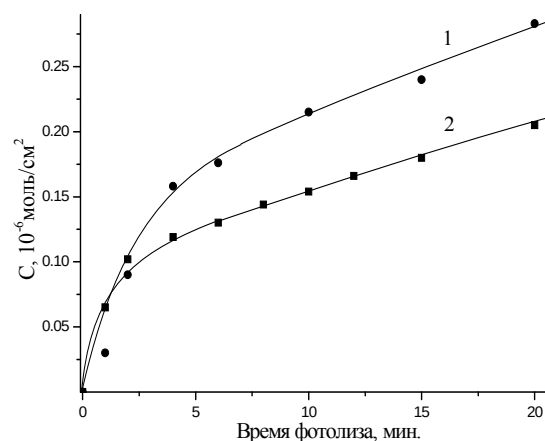
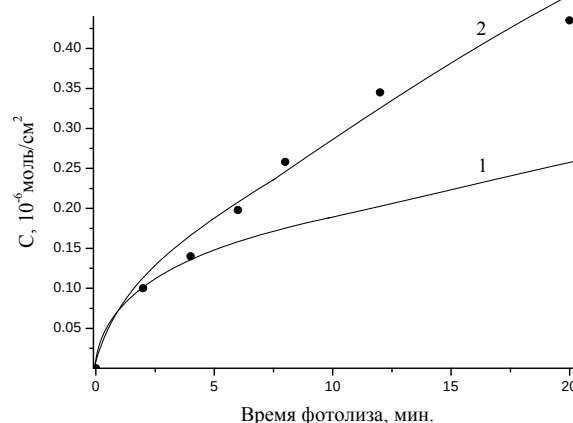
Таблица 1

Коэффициенты поглощения фотолизующего света кристаллами нитратов щелочных металлов

|                            | $\text{NaNO}_3$                                        | $\text{KNO}_3$                                        | $\text{RbNO}_3$        | $\text{CsNO}_3$      |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| $K_{254}, \text{ cm}^{-1}$ | $K_{\perp} = 47.2$ [17]<br>$K_{\parallel} = 12.8$ [17] | $K_{\perp} = 60.3$ [17]<br>$K_{\parallel} = 5.9$ [17] | 24.0 [3]               | 34.1 [3]             |
| $K_{222}, \text{ cm}^{-1}$ | $1.1 \times 10^5$ [18]                                 | $1.1 \times 10^5$ [18]                                | $8.5 \times 10^4$ [18] | $8 \times 10^4$ [18] |

Действие света 222 нм при  $300^\circ \text{ K}$  на кристаллические нитраты металлов вызывает появление индуцированного поглощения в УФ- и ИК-областях спектра с параметрами (положение максимумов и полуширина) аналогичными наблюдаемым для всех соответствующих нитратов при воздействии света 254 нм [3, 5, 7, 8, 19]. Исходя из этого, можно заключить, что качественный набор фотоиндуцированных продуктов при фотолизе светом 222 нм остается таким же. Дополнительно в ИК спектрах наблюдаются линии, обусловленные поглощением нитрита и пероксонитрита, образовавшихся, как представляется, на поверхности кристаллов. Изучение спектров ЭПР показало отсутствие каких-либо парамагнитных продуктов фотолиза во всех изученных нитратах.

Анализ растворов фотолизированных образцов нитратов показал наличие ионов нитрита и пероксонитрита. Была исследована кинетика накопления упомянутых продуктов при фотолизе (рис. 1 – 3).

Рис. 1. Накопление 1 –  $\text{NO}_2^-$  и 2 –  $\text{ONOO}^-$  при фотолизе  $\text{KNO}_3$  светом 222 нмРис. 2. Накопление 1 –  $\text{NO}_2^-$  и 2 –  $\text{ONOO}^-$  при фотолизе  $\text{RbNO}_3$  светом 222 нмРис. 3. Накопление 1 –  $\text{NO}_2^-$  и 2 –  $\text{ONOO}^-$  при фотолизе  $\text{CsNO}_3$  светом 222 нм

Кривые накопления ионов нитрита и пероксонитрита при фотолизе нитратов близки к линейным на начальном участке до примерно одной минуты фотолиза, что позволяет рассчитать начальные квантовые выходы (таблица 1). При больших временах экспозиции кривые накопления пероксонитрита показывают довольно резкий изгиб с существенным уменьшением выхода. Одной из возможных причин этого может быть разогрев образцов в фотолизуемом слое. Это может вызывать термический отжиг пероксонитрита, который по нашим данным происходит при температурах 400, 340 и 360° К в нитратах калия, рубидия и цезия, соответственно. Исходя из интенсивности света, теплоемкости нитратов, глубины поглощающего слоя, доли энергии расходуемой на химические процессы следует, что скорость нагрева может достигать 15 градусов в секунду, без учета охлаждения. Этот фактор может оказаться существенным. Это требует экспериментальной проверки и будет предметом дальнейших исследований. По этой причине, чтобы избежать сильного разогрева, фотолиз проводили дробно по 10 – 20 с с интервалом 60 с между экспозициями.

Кинетика накопления ионов нитрита при фотолизе всех изученных нитратов светом 222 нм, в отличие от кинетики при фотолизе светом 254 нм, не являются линейной. Это наиболее вероятно связано как с обратными реакциями вследствие высоких локальных концентраций, так и с расходом ионов нитрата из-за большой плотности поглощенной энергии.

Сравнение квантовых выходов продуктов при фотолизе светом с длиной волны 222 и 254 нм (таблица 2) показывает их существенный рост при больших энергиях квантов для нитрита в 3.5 – 6 раз, а для пероксонитрита в 1.5 – 4 раза.

Причинами роста квантового выхода нитрита могут быть как появление вышеупомянутого спин-разрешенного канала диссоциации, так и повышение вероятности диссоциации по каналу диссоциации триплетных электронно-возбужденных состояний с ростом колебательного возбуждения. Кроме того, дополнительная кинетическая энергия осколочного атома кислорода может увеличивать вероятность его выхода из клетки, что предотвращает рекомбинацию осколков диссоциации. Рост выхода изомеризации (образования пероксонитрита) вероятно также связан с увеличением энергии колебательного возбуждения.

Таблица 2

Квантовые выходы образования ионов нитрита и пероксонитрита

| Кристалл          | $\phi_{254}(\text{NO}_2^-)$ [2] | $\phi_{222}(\text{NO}_2^-)$ | $\phi_{254}(\text{ONOO}^-)$ [2] | $\phi_{222}(\text{ONOO}^-)$ |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
|                   | квант <sup>-1</sup>             |                             |                                 |                             |
| KNO <sub>3</sub>  | 0.012                           | 0.076                       | 0.13                            | 0.21                        |
| RbNO <sub>3</sub> | 0.017                           | 0.081                       | 0.06                            | 0.23                        |
| CsNO <sub>3</sub> | 0.026                           | 0.09                        | 0.08                            | 0.25                        |

#### Литература

1. Anan'ev V., Miklin M. The optical properties of alkali nitrates single crystals // Optical materials. 2000. V. 14. № 4. P. 303 – 311.
2. Невоструев В. А., Миклин М. Б. Фотолиз и радиолиз кристаллических нитратов щелочных металлов // Химия высоких энергий. 1987. Т. 21. № 2. С. 154 – 158.
3. Ананьев В. А., Власкин В. А., Кригер Л. Д., Миклин М. Б. Фотолиз нитратов щелочных металлов // Химия высоких энергий. 1997. Т. 31. № 2. С. 114 – 117.
4. Ананьев В. А., Миклин М. Б., Невоструев В. А. Фотохимическое разложение нитрата калия. Обратная кинетическая задача // Химия высоких энергий. 1990. Т. 24. № 2. С. 146 – 150.
5. Plumb R. C., Edwards J. O. Color Centers in UV-Irradiated Nitrates // J. Phys. Chem. 1992. V. 96. № 8. P. 3245 – 3247.
6. Кригер Л. Д., Ананьев В. А., Невоструев В. А. Термический и фотохимический отжиг продуктов в фотолизированном нитрате калия // Химия высоких энергий. 1989. № 23. № 6. С. 506 – 509.
7. Anan'ev V. Defects formation under photolysis of crystalline alkali nitrates // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2010. V. 15. № 012078.
8. Миклин М. Б., Ананьев В. А., Нелюбина Н. В., Невоструев В. А. Оптические спектры продуктов фотолиза нитрата калия // Химия высоких энергий. 2003. Т. 37. № 6. С. 473 – 476.
9. Anan'ev V., Miklin M. The peroxyxynitrite formation under photolysis of alkali nitrates // Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry. 2005. V. 172. № 3. P. 289 – 292.
10. Юрмазова Т. А., Коваль Л. Н., Сериков Л. В. Фотохимическое превращение нитрат-иона в кристаллах KNO<sub>3</sub>, KClO<sub>3</sub> и KClO<sub>4</sub> // Химия высоких энергий. 1984. Т. 17. № 2. С. 151 – 155.
11. Anan'ev V., Miklin M., Nelyubina N., Poroshina M. Optical spectra of UV-irradiated rubidium and caesium nitrate crystals // Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry. 2004. V. 162. № 1. P. 67 – 72.
12. Невоструев В. А. Роль низкоэнергетических возбужденных состояний нитрата в фотолизе и радиолизе кристаллов нитратов щелочных металлов // Химия высоких энергий. 1986. Т. 20. № 5. С. 425 – 429.
13. Баннов С. И., Хисамов Б. А. Образование парамагнитных центров в нитрате калия под действием УФ-света // Химия высоких энергий. 1997. Т. 31. № 3. С. 220 – 222.

14. Ломаев М. И., Скакун В. С., Соснин Э. А., Тарасенко В. Ф., Шитц Д. В., Ерофеев М. В. Эксилампы – эффективные источники спонтанного УФ- и ВУФ-излучения // Успехи физических наук. 2003. Т. 173. № 2. С. 201 – 217.
15. Дягилева Е. П., Шрайбман Г. Н., Скибина А. В. Спектрофотометрические методики определения пероксонитрита и нитрита // Вестник КемГУ. 2011. № 1(45). С. 200 – 206.
16. Gabbay J., Almog Y., Davidson H., Donagi A. E. Rapid Spectrophotometric Micro-determination of Nitrites in Water // Analyst. 1977. V. 102. P. 371 – 376.
17. Ананьев В. А., Миклин М. Б. Определение коэффициентов поглощения в одноосных кристаллах // Журнал прикладной спектроскопии. 1992. Т. 57. № 56. С. 509 – 513.
18. Журавлев Ю. Н., Кравченко Н. Г., Поплавной А. С., Дзюбенко Ф. А. Оптические и фотоэмиссионные свойства нитратов щелочных металлов // Оптика и спектроскопия. 2002. Т. 92. № 2. С. 185 – 188.
19. Bannov S. I., Miklin M. B. DRIFT study of the products formed by radiolysis and photolysis of alkaline nitrates // Radiation Effect & Defects in Solids. 2002. V. 157. № 5. P. 509 – 514.

#### Информация об авторах:

**Кригер Людмила Дмитриевна** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры аналитической химии КемГУ, [epmlab@kemsu.ru](mailto:epmlab@kemsu.ru).

**Ludmila D. Kriger** – Candidate of Chemistry, Senior Research Associate at the Department of Analytical Chemistry, Kemerovo State University.

**Миклин Михаил Борисович** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры физической химии КемГУ, [miklin@kemsu.ru](mailto:miklin@kemsu.ru).

**Mikhail B. Miklin** – Candidate of Chemistry, Senior Research Associate at the Department of Physical Chemistry, Kemerovo State University.

**Ананьев Владимир Алексеевич** – доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии КемГУ, [epmlab@kemsu.ru](mailto:epmlab@kemsu.ru).

**Vladimir. A. Anan'ev** – Doctor of Chemistry, Professor at the Department of Analytical Chemistry, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 678.84:544.526

### ФОТОХИМИЧЕСКОЕ СШИВАНИЕ ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

*С. В. Лузгарев, Ю. А. Шевелева, В. Я. Денисов, А. С. Лузгарев*

### PHOTOCHEMICAL CROSSLINKING OF POLYDIMETHYLSILOXANE POLYMERS

*S. V. Luzgarev, Yu. A. Sheveleva, V. Ya. Denisov, A. S. Luzgarev*

**Работа выполнена на основе исследований по договору № 3/2014 от 01.02.2014 г. на проведение совместных НИОКР между Кемеровским государственным университетом и ООО Научно-производственным предприятием «Нанопраймер».**

С использованием метода гель-золь анализа исследовано фотохимическое воздействие полного света ультрафиолетовой лампы ДРТ-1000 на высокомолекулярный полидиметилсилоксановый каучук СКТ в инертной атмосфере. Показано, что в данных условиях наблюдается структурирование каучука с образованием межмолекулярных связей – сшивок.

Photochemical influence of the full light of DRT-1000 ultraviolet lamp on the high-molecular BRpolydimethylsiloxane rubber in inert atmosphere was investigated using the method of gel-sol analysis. The studies found that in these conditions crosslinking reaction of polymer is observed.

**Ключевые слова:** полидиметилсилоксановый каучук, ультрафиолетовый свет, фотохимические реакции, сшивание.

**Keywords:** polydimethylsiloxane rubber, ultraviolet light, photochemical reactions, crosslinking.

Полидиметилсилоксановые каучуки, обладающие стойкостью к различного рода физическим и химическим воздействиям – высокими термо-, фото-, радиационной, химической, электрической стойкостью, биологической инертностью, относятся к полимерным конструкционным материалам, используемым в

экстремальных условиях. Они широко применяются в машиностроении, аэрокосмической, электротехнической, электронной, химической, медицинской и других отраслях промышленности [1-5].

Среди них наиболее распространенными и используемыми являются линейные высокомолекулярные полидиметилсилоксановые каучуки (рис. 1).

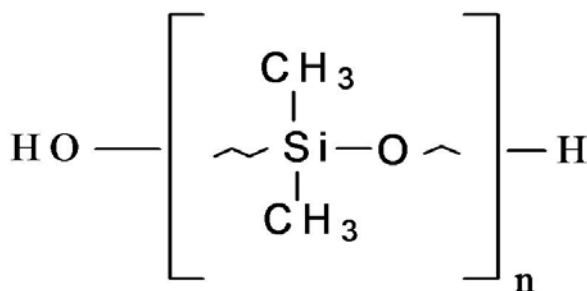


Рис. 1.

Однако для их практического применения требуется их отверждение, т. е. создание системы достаточно частых внутри- и межмолекулярных связей –

сшивок [5, 6]. Но в связи с отсутствием в их составе активных групп, отверждение затруднено и требует жестких условий – применения излучений высоких энергий (γ-излучения или ускоренных электронов), высоких температур, использования токсичных и взрывоопасных сшивающих агентов и катализаторов, длительности процесса.

Ранними исследованиями показано, что фотохимическая обработка под действием ультрафиолетового (УФ) света является эффективным методом, позволяющим структурировать и модифицировать малоактивные полимеры [7; 8] в достаточно мягких условиях. Также под действием УФ-света сшиваются и полидиметилсилоксановые полимеры [9; 10; 11], но в связи с их прозрачностью к УФ-свету исследования по их сшиванию проводились при облучении вакуумным ультрафиолетовым светом (ВУФ). Механизм фотохимической реакции приведен на рис. 2.

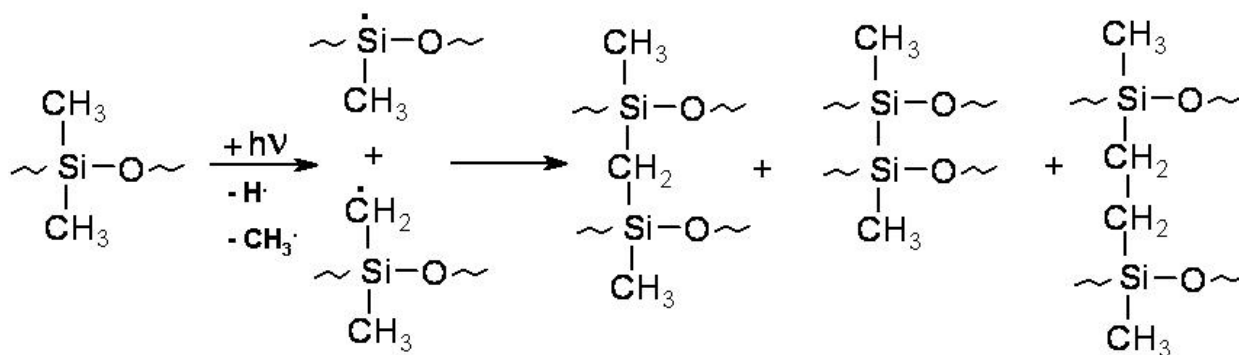


Рис. 2. Механизм фотосшивания полидиметилсилоксановых полимеров

Следует отметить, что источники ВУФ являются достаточно сложными и дорогостоящими устройствами с небольшой мощностью и невысокой светоотдачей. Поэтому перспективными источниками УФ-света для отверждения силоксановых полимеров могут являться наиболее распространенные и недорогие ртутно-кварцевые УФ-лампы высокого давления типа ДРТ, имеющие высокую мощность и световой поток.

Целью работы было изучение закономерностей фотохимических процессов, происходящих в полидиметилсилоксановом каучуке СКТ при облучении полным светом лампы ДРТ-1000 в инертной атмосфере с использованием метода гель-золь анализа. Данные исследования важны для получения новых полимерных материалов с заранее заданными свойствами и разработки технологии их получения.

#### Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования использовался высокомолекулярный полидиметилсилоксановый каучук СКТ с молекулярной массой 577000 (ТУ 38.103694-89). Исследования были проведены на тонкослойных образцах, полученных путем полива рассчитанных количеств толуольного раствора полимера на специальные стальные ячейки с плоскими круглыми лунками с последующей сушкой при комнатной температуре до постоянного веса.

Определение толщины образцов проводили гравиметрически – по весу нанесенного сухого полимера. Разброс значений составлял в среднем  $\pm 5\%$ .

Облучение проводили полным светом ультрафиолетовой лампы ДРТ-1000 с расстояния 25 см (интенсивность излучения в области 248 – 366 нм составляла  $2,9 \cdot 10^{16}$  квант/см<sup>2</sup>·с) с использованием герметичных термостатированных ячеек в атмосфере очищенного азота при температуре 100<sup>0</sup>С. Данная температура была выбрана для стандартизации условий облучения в связи со значительным неконтролируемым лучистым нагревом образцов.

Изучение степени сшивания образцов было проведено методом гель-золь анализа путем кипячения образцов в толуоле в течение 10 часов с заменой растворителя через каждые 2 часа. Проэкстрагированные образцы сушили до постоянного веса в токе воздуха при комнатной температуре. Расчёт гель-фракции (G) вели по формуле:

$G, \% = m_1 / m_0 \cdot 100 \%$ , где  $m_0$  – вес образца до экстракции,  $m_1$  – вес образца после экстракции.

По результатам четырех параллельных опытов (разброс значений составлял в среднем  $\pm 0,5\%$ ) определяли среднюю величину содержания гель-фракции –  $G_{\text{ср}}$ .

Спектры поглощения каучука СКТ (толщина образцов 0,1 мм) в ультрафиолетовой области спектра были получены с использованием разработанного и

созданного на кафедре органической химии КемГУ компьютеризированного спектрофотометра – флуориметра на базе спектрального прибора КСВУ-23.

### Обсуждение результатов

Ультрафиолетовые трубчатые ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ДРТ широко приме-

няются в фотохимии полимеров – для фотоотверждения мономеров, структурирования и модификации полимеров [8; 9]. Лампа ДРТ-1000 имеет мощность 1 кВт и высокую светоотдачу. Она обладает линейчатым спектром излучения в ультрафиолетовой и видимой областях спектра рис. 3.

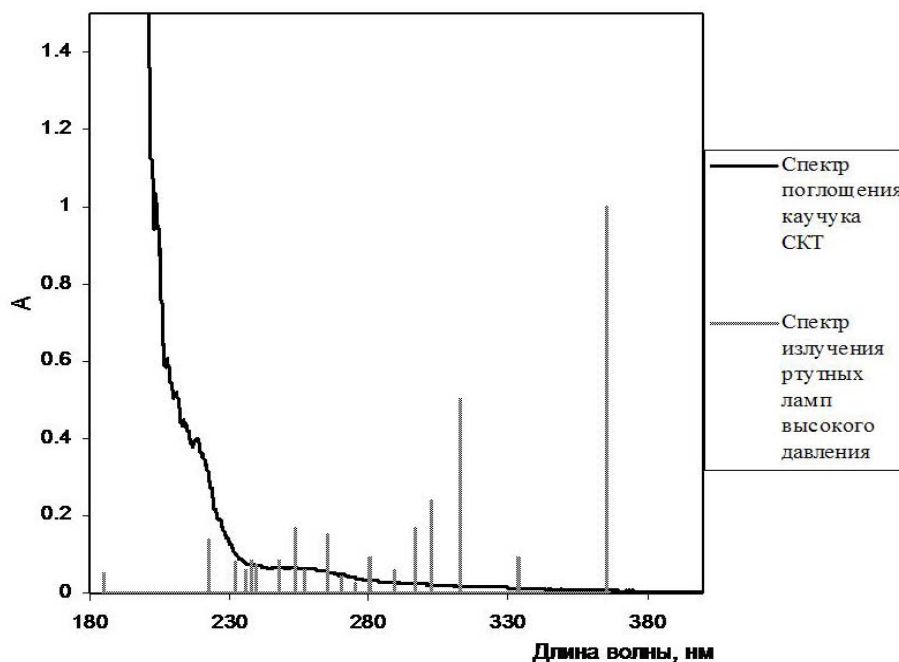


Рис. 3. Спектр поглощения полидиметилсилоксанового каучука СКТ и спектр излучения лампы ДРТ-1000 (в относительных единицах) в ультрафиолетовой области

Исследования показали, что при облучении чистого каучука СКТ более длинноволновым ультрафиолетовым светом лампы ДРТ-1000 в атмосфере азота наблюдается его отверждение, сопровождающееся переходом каучука из вязко-текучего при комнатной температуре состояния в резиноподобное высокоэластичное. Это связано с протеканием сшивания макромолекул с образованием трехмерной пространственной молекулярной сетки.

Оценка эффективности сшивания была проведена методом гель-золь анализа, который заключается в удалении несшитой (неотвержденной) части полимера (золь-фракции) от сшитой (гель-фракции) путем его экстракции подходящим горячим растворителем. Чем выше содержание гель-фракции при одинаковой дозе облучения, тем эффективнее происходит фотоотверждение.

Результаты (рис. 4) показывают, что скорость сшивания относительно невелика.

Это связано с тем, что полидиметилсилоксановый каучук СКТ слабо поглощает свет с длиной волны более 300 нм (рис. 3), где находятся наиболее интенсивные линии излучения лампы ДРТ-1000.

Предполагается, что сшивание полимера осуществляется за счет относительно малоинтенсивных линий ультрафиолетовой лампы в области 180 – 260 нм по механизму, приведенному на рис. 2. Увеличение скорости фотохимического сшивания полимера с уменьшением толщины его слоя говорит, что фотосшивание в основном проходит в сравнительно тонком внешнем слое образца.

### Заключение

Проведенными исследованиями показано, что излучение УФ-ламп высокого давления вызывает сшивание полидиметилсилоксановых полимеров. При этом механизм фотосшивания аналогичен ранее изученным. Однако практическое использование ламп типа ДРТ для отверждения данных полимеров требует интенсификации светопоглощения и фотохимических реакций. Дальнейшие исследования в данной области позволят разработать новые энергосберегающие и экологичные технологии обработки полимерных материалов.

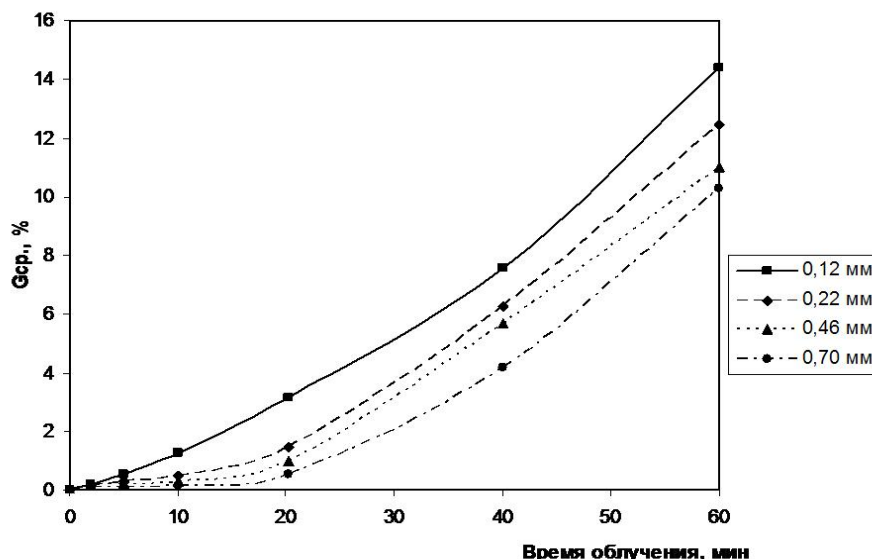


Рис. 4. Зависимость среднего содержания гель-фракции в облученных образцах от времени облучения и их толщины

#### Литература

1. Хананашвили Л. М. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимеров: учебник для вузов. М.: Химия, 1998. 528 с.
2. Бажант В., Хваловски В., Ратоуски И. Силиконы. М.: ГХИ, 1960. 710 с.
3. Химия и технология кремнийорганических эластомеров / под ред. В. О. Рейхсфельда. Л.: Химия, 1973. 176 с.
4. Долгов О. Н., Воронков М. Г., Гринблат М. П. Кремнийорганические каучуки и материалы на их основе. Л.: Химия, 1976. 112 с.
5. Шетц М. Силиконовый каучук. М.: Химия, 1975. 200 с.
6. Радиационная химия полимеров / под ред. В. А. Каргина. М.: Наука, 1973. 454 с.
7. Качан А. А., Шрубович В. А. Фотохимическое модифицирование синтетических полимеров. Киев: Наукова Думка, 1973. 159 с.
8. Качан А. А., Замотаев П. В. Фотохимическое модифицирование полиолефинов. Киев: Наукова Думка, 1990. 280 с.
9. Ренби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. М.: Мир, 1978. 675 с.
10. Воеводский В. В. Физика и химия элементарных химических процессов. М.: Наука, 1969. 414 с.
11. Милинчук В. К., Клишпонт Э. Р., Пшежецкий С. Я. Макрорадикалы. М.: Химия, 1980. 263 с.

#### Информация об авторах:

**Лузгарев Сергей Валентинович** – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии КемГУ, [polymer@kemsu.ru](mailto:polymer@kemsu.ru).

**Sergey V. Luzgarev** – Candidate of Chemistry, Assistant Professor at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Шевелева Юлия Анатольевна** – старший научный сотрудник кафедры органической химии КемГУ, [ulia\\_shev@mail.ru](mailto:ulia_shev@mail.ru).

**Yuulia A. Sheveleva** – Senior Research Associate at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Денисов Виктор Яковлевич** – доктор химических наук, профессор кафедры органической химии КемГУ, (3842) 58-06-05, [polymer@kemsu.ru](mailto:polymer@kemsu.ru).

**Victor Ya. Denisov** – Doctor of Chemistry, Professor at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Лузгарев Артем Сергеевич** – научный сотрудник кафедры органической химии КемГУ, [luz.artem@gmail.com](mailto:luz.artem@gmail.com).

**Artem S. Luzgarev** – Research Associate at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

УДК 678.84:[544.526:542.943]

# ФОТОХИМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА СКТ

*С. В. Лузгарев, А. С. Лузгарев, А. В. Воронезцева, Ю. А. Шевелева, В. Я. Денисов*

## PHOTOCHEMICAL OXIDATION OF HIGH- MOLECULAR BR POLYDIMETHYLSILOXANE RUBBER

*S. V. Luzgarev, A. S. Luzgarev, A. V. Voronezhseva, Yu. A. Sheveleva, V. Ya. Denisov*

*Работа выполнена на основе исследований по договору № 3/2014 от 01.02.2014 г. на проведение совместных НИОКР между Кемеровским государственным университетом и ООО Научно-производственным предприятием «Нанопраймер».*

Методами инфракрасной фурье-спектроскопии и химической обработки изучено фотохимическое окисление полидиметилсилоксанового каучука СКТ при облучении полным светом лампы ДРТ-1000 в присутствии кислорода воздуха. Исследованиями найдено, что в данных условиях наблюдается сшивание полимера с образованием межмолекулярных диметиленовых связей – сшивок с последующим их окислением и образованием относительно устойчивых карбонил- и карбоксилсодержащих полимерных соединений.

Photochemical oxidation of BR polydimethylsiloxane rubber during irradiation by the full light of DRT-1000 lamp over atmospheric oxygen was studied by the methods of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and chemical treatment. The studies found that in these conditions crosslinking reaction of polymer with formation of intermolecular dimethylene bonds are observed, accompanied by their subsequent oxidation and formation of relatively stable carbonyl and carboxyl polymeric compounds.

**Ключевые слова:** полидиметилсилоксановый каучук, ультрафиолетовый свет, фотохимические реакции, фотоокисление.

**Keywords:** polydimethylsiloxane rubber, ultraviolet light, photochemical reactions, photooxidation.

Ранее проведенные исследования показывают, что фотоокислительная деструкция под действием ультрафиолетового (УФ) света в присутствии кислорода воздуха является одной из основных причин разрушения карбоцепных полимеров [1]. Имеющие прочную кремний-кислородную цепь силоксановые полимеры обладают высокой стойкостью к фотоокислению [2]. Однако исследования по их радиолитизу [3; 4] и фотолитизу [5 – 11] в присутствии кислорода показали, что боковые группы в них сравнительно легко окисляются в данных условиях. При этом образуется ряд продуктов окисления, имеющих в своем составе гидроперекисные, карбонильные и карбоксильные группы. Но их строение и пути образования до конца не установлены.

В то же время их образование может оказывать значительное влияние на физико-химические и механические свойства данных полимеров. Поэтому изучение процессов фотохимической деструкции силоксановых полимеров важно как с теоретической, так и с практической точки зрения в связи с широким использованием силоксановых полимеров в ряде важных отраслей промышленности – аэрокосмической, автомобильной, медицинской, пищевой промышленности, машиностроении, электроэнергетике, радиоэлектронике и др.

Задачей проведенного исследования было изучение продуктов фотохимического окисления полидиметилсилоксановых полимеров при воздействии УФ света в присутствии кислорода воздуха.

### Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования использовался высокомолекулярный полидиметилсилоксановый каучук СКТ с молекулярной массой 577000 (ТУ

38.103694-89). Исследования были проведены методом инфракрасной (ИК) спектроскопии с использованием Фурье-спектрофотометра ФСМ-1201 на тонкослойных образцах, полученных путем полива толуольного раствора полимера на стекла из бромиды калия с последующей сушкой. Облучение проводили полным светом ультрафиолетовой лампы ДРТ-1000 с расстояния 25 см (интенсивность излучения в области 248 – 366 нм составляла  $2,8 \cdot 10^{16}$  квант/см<sup>2</sup>·с) с использованием термостатированных ячеек в присутствии кислорода воздуха.

Расчеты оптической плотности образцов проводились по методике [12] с использованием разработанной компьютерной программы.

Определение природы продуктов фотохимического окисления СКТ проводилась путем обработки облученных пленок раствором 2,4-динитрофенилгидразина (ДНФГ) в 1,2-диметоксиэтаноле по известной методике [13; 14].

### Обсуждение результатов

Исследованиями показано, что при облучении полидиметилсилоксанового каучука СКТ полным светом лампы ДРТ-1000 в присутствии кислорода воздуха, в его ИК спектре наблюдаются значительные изменения (рис. 1).

Пики при 1724 – 1726 см<sup>-1</sup> отнесены к поглощению карбонильной группы, 1751 см<sup>-1</sup> и 1206 см<sup>-1</sup> – карбоксильной группы и широкая область поглощения при 3200 – 3400 см<sup>-1</sup> – гидроксильные группы. Поглощение в данных областях ИК-спектра практически не изменяется при длительном нагреве образцов (при 100<sup>0</sup> С) в вакууме.

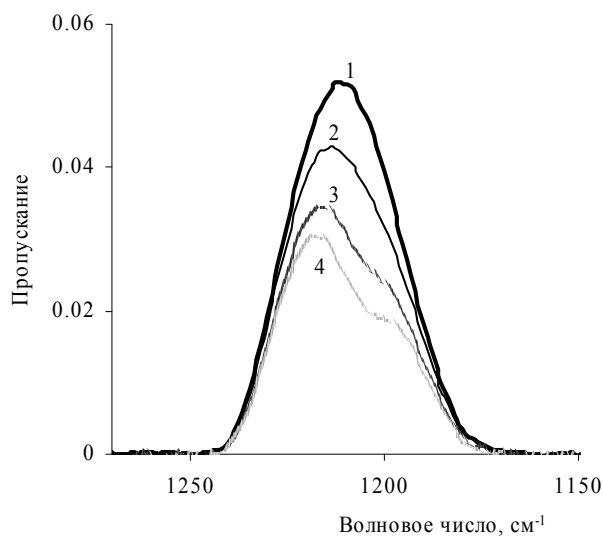
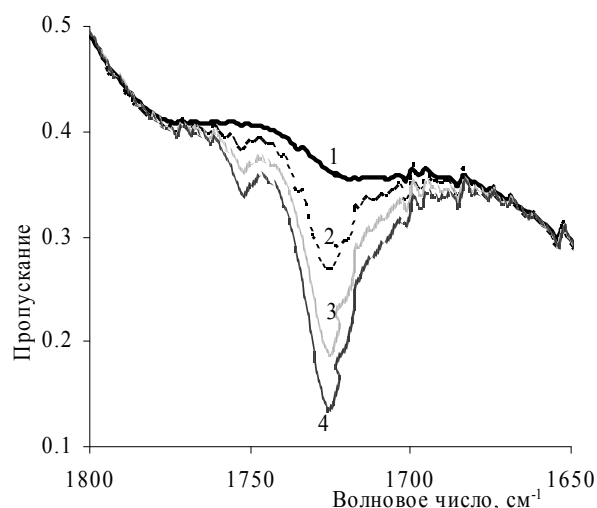
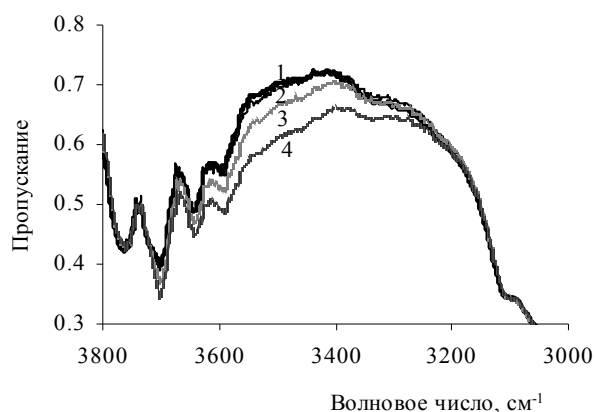


Рис. 1. Изменения в ИК спектре силоксанового каучука СКТ при различных длительностях облучения: 1 – 0 мин., 2 – 20 мин., 3 – 40 мин., 4 – 60 мин.

Предполагается, что вначале под действием УФ света происходит характерное для СКТ сшивание с образованием диметиленовых межмолекулярных связей – сшивок [15], наблюдаемое как в вакууме или в инертной атмосфере, так и в присутствии кислорода (рис. 2).

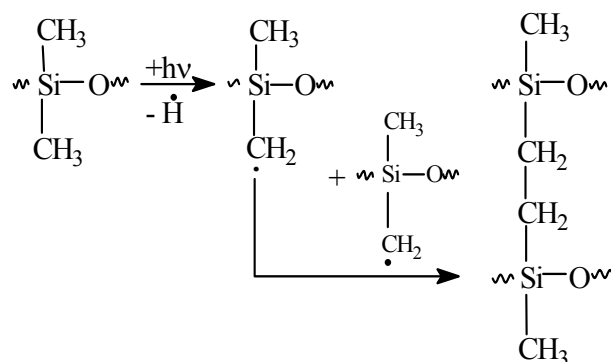


Рис. 2. Фотохимическое сшивание полидиметилсилоксанового каучука

Поскольку метиленовые группы легче окисляются по сравнению с метильными, их дальнейшее облучение в присутствии кислорода приводит к образованию, в основном, ацилсилановых карбонильных групп  $\equiv \text{Si}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{Si} \equiv$ , имеющих поглощение в области 1724-1726  $\text{cm}^{-1}$  (рис. 3).

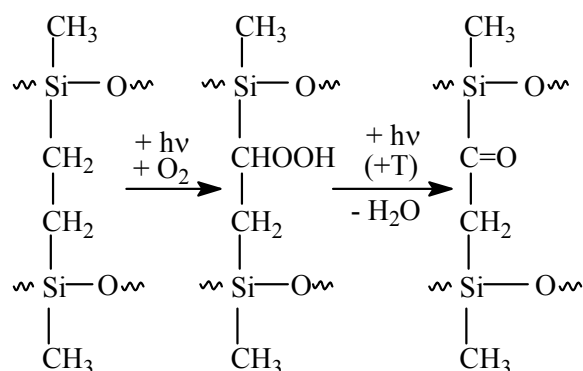


Рис. 3. Фотохимическое окисление сшитого каучука СКТ

Наличие таких групп подтверждается химическими методами исследования. Так, облучение СКТ УФ светом приводит к потере им растворимости в органических растворителях. Воздействие на него подкисленного раствора 2,4-динитрофенилгидразина в диметоксиэтаноле окрашивает образцы облученного полимера в устойчивый желтый цвет, не изменяющийся при многократной экстракции кипящим диметоксиэтаном. При последующем действии спиртового раствора щелочи образцы меняют окраску на красную. Такие изменения характерны для карбонильных групп [13; 14], причем входящих в состав сшитого полимера.

Косвенно образование таких групп подтверждается большей скоростью роста пика при 1724 – 1726  $\text{cm}^{-1}$  при фотоокислении каучука, предварительно облученного УФ светом в инертной атмосфере (т. е. уже имеющего в своем составе диметиленовые сшивки), по сравнению с необработанным полимером (рис. 4).

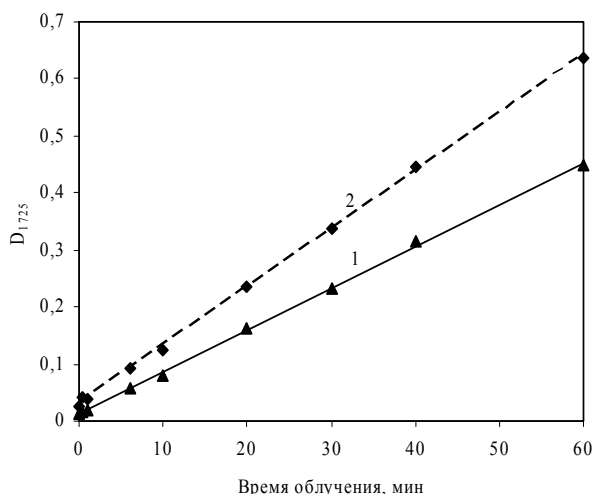


Рис. 4. Зависимость оптической плотности при  $1725\text{ см}^{-1}$  ( $D_{1725}$ ) от времени облучения полным светом лампы ДРТ-1000 при  $100^\circ\text{C}$  на воздухе: 1 – не обработанный СКТ; 2 – СКТ, предварительно облученный в атмосфере азота в течение 60 мин. при  $100^\circ\text{C}$

Одновременно наблюдается дальнейшее окисление и разрыв кетонных шивков и образованием карбоксилсодержащих групп с максимумами в ИК спектре при  $1751\text{ см}^{-1}$  и  $1206\text{ см}^{-1}$  (предположительно, это  $\equiv\text{Si}-\text{CH}_2-\text{COOSi}\equiv$ , а также, частично,  $\equiv\text{Si}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ). Вследствие малой стабильности и легкости дальнейшего окисления в условиях высоких температур и большой концентрации кислорода, образование альдегидных  $\equiv\text{Si}-\text{CHO}$  и карбоксильных  $\equiv\text{Si}-\text{COOH}$  групп происходит в малой степени.

В последующем фотоокисление приводит к полному разрушению углеродсодержащих групп с образованием силанольных гидроксильных групп ( $3200\text{--}3400\text{ см}^{-1}$ ).

#### Заключение

Проведенными исследованиями показан достаточно сложный механизм фотохимических реакций, протекающих при облучении полидиметилсилоксанового каучука СКТ УФ светом. Дальнейшее его изучение позволит прогнозировать изменение эксплуатационных характеристик силоксановых полимеров в экстремальных условиях и, в последующем, усовершенствовать методы их защиты.

#### Литература

1. Ренби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. М.: Мир, 1978. 675 с.
2. Шетц М. Силиконовый каучук. М.: Химия, 1975. 200 с.
3. Pierre L. E. St., Dewhurst H. A. The effect of oxygen on the radiolysis of silicones // J. Phys. Chem. 1960. V. 64. № 8. P. 1060 – 1062.
4. Miller A. A. Radiation Chemistry of Polydimethylsiloxane. II. Effects of Additives // J. Am. Chem. Soc. 1961. V. 83. № 1. P. 31 – 36.
5. Delman A. D., Landy M., Simms B. B. Photodecomposition of Polymethylsiloxane // J. Polym. Sci. Part A-1. 1969. V. 7. P. 3375 – 3386.
6. Israeli Y., Cavezzan J., Lacoste J. Photooxidation of Polymethylsiloxane oils: II-Effect of vinyl groups // Polym. Degrad. Stab. 1992. V. 37. P. 201 – 208.
7. Israeli Y., Lacoste J., Cavezzan J., Lemaire J. Photooxidation of Polymethylsiloxane oils: III-effect of dimethylene groups // Polym. Degrad. Stab. 1993. V. 42. P. 267 – 279.
8. Israeli Y., Lacoste J., Lemaire J., Cavezzan J., Pouchol J.-M. Photostabilité des résines de silicones // Caout. & Plast. 1993. № 724. P. 71 – 74.
9. Lacoste J., Israeli Y. Photooxidation Mechanisms of Silicones // Polym. prepr. 1993. V. 34. № 2. P. 127 – 128.
10. Vasilets V. N., Yuranova T. I., Ponomarev A. N. Photooxidation of siloxane polymers under vacuum ultraviolet irradiation // J. Photopolym. Sci. Tech. 1994. V. 7. № 1. P. 165 – 174.
11. Vasilets V. N., Yuranova T. I., Ponomarev A. N. The Changes Polymers of Structure and Wettability of Siloxane under Vacuum Ultra Violet Action // J. Photopolym. Sci. Tech. 1994. V. 7. № 2. P. 309 – 314.
12. Пахомов П. М. Спектроскопия полимеров. Тверь, 1997. 142 с.
13. Сиги С., Ханна Д. Г. Количественный анализ по функциональным группам. М.: Химия, 1983. 671 с.
14. Шрайнер Р., Фьюзон Р., Кертин Д., Моррил Т. Идентификация органических соединений. М.: Химия, 1983. 703 с.
15. Лузгарев С. В. Фотохимические превращения органических карбонилсодержащих соединений в полимерной матрице: автореф. дис. ... канд. хим. наук (02.00.04). Кемерово, 1997. 23 с.

#### Информация об авторах:

**Лузгарев Сергей Валентинович** – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии КемГУ, [polymer@kemsu.ru](mailto:polymer@kemsu.ru).

**Sergey V. Luzgarev** – Candidate of Chemistry, Assistant Professor at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Лузгарев Артем Сергеевич** – научный сотрудник кафедры органической химии КемГУ, [luz.artem@gmail.com](mailto:luz.artem@gmail.com).

**Artem S. Luzgarev** – Research Associate at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Воронежцева Анна Владимировна** – магистрант кафедры органической химии КемГУ, [polymer@kemsu.ru](mailto:polymer@kemsu.ru).  
**Anna V. Voronezhstseva** – Master's Degree student at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Шевелева Юлия Анатольевна** – старший научный сотрудник кафедры органической химии КемГУ, [ulia\\_shev@mail.ru](mailto:ulia_shev@mail.ru).  
**Yulia A. Sheveleva** – Senior Research Associate at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

**Денисов Виктор Яковлевич** – доктор химических наук, профессор кафедры органической химии КемГУ, [polymer@kemsu.ru](mailto:polymer@kemsu.ru).  
**Victor Ya. Denisov** – Doctor of Chemistry, Professor at the Department of Organic Chemistry, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 538.915:538.958

# ЭЛЕКТРОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НИТРАТОВ. ОБЗОР М. Б. Миклин

## ELECTRON ENERGY STRUCTURE OF CRYSTALLINE ALKALI NITRATES. A REVIEW M. B. Miklin

*Работа выполнена при поддержке государственного задания № 2014/64.*

Обзор посвящен оптическим свойствам кристаллических нитратов щелочных металлов в ультрафиолетовом диапазоне. Рассмотрена симметрия электронных переходов и их отнесение к полосам поглощения в спектрах нитратов. Представлена энергетическая диаграмма электронных уровней в кристаллическом нитрате натрия.

The optical properties of crystalline alkali nitrates in the ultraviolet range are discussed. The symmetry of the electronic transitions and their assignment to the absorption bands is considered in the spectra of alkali nitrates. The energy diagram of the electronic levels is presented for the sodium nitrate crystal.

**Ключевые слова:** нитрат, оптический спектр, электронный переход.

**Keywords:** alkali nitrates, optical spectrum, electronic transition.

### Введение

Изучение механизмов твердофазного разложения различных веществ и материалов, в том числе при воздействии света и ионизирующего излучения, является одним из важных направлений развития физической химии. Для объяснения процессов фоторазложения ионно-молекулярных кристаллов, таких как нитраты металлов, необходимо учитывать их особенности, такие как структура энергетических зон. Проблема идентификации и путей релаксации электронных возбуждений является также актуальной фундаментальной проблемой химии высоких энергий.

Для рассмотрения химических процессов происходящих при фотолизе кристаллических нитратов, необходимо знать какие электронно-возбужденные состояния могут генерироваться при воздействии ультрафиолетового света. Природа возникающих электронных возбуждений определяется энергетической структурой занятых и свободных состояний, а также энергией воздействующего излучения.

В представленном обзоре рассматриваются свойства нитрат-иона связанные с электронно-энергетической структурой кристаллических нитратов щелочных металлов.

### Молекулярные орбитали $\text{NO}_3^-$

Впервые молекулярные орбитали свободных молекул  $\text{AB}_3$ , в том числе нитрат-иона, были рассмотрены в работе Уолша [1]. Согласно корреляционной диаграмме «свободный» нитрат-ион является плоским и относится к точечной группе  $D_{3h}$ . Качественное рассмотрение образования молекулярных орбиталей в нитрат-ионе [1] показывает следующий порядок заполнения их валентными электронами (без учета  $1s$  электронов):

$$(a_1')^2(e')^4(a_1'')^2(e'')^4(a_2')^2(a_2'')^0(a_1'')^0.$$

Квантово-химические расчеты [2 – 4] и экспериментальные данные по фотоэлектронной [5; 6] и рентгеноэлектронной [7] спектроскопии в целом подтверждают указанный порядок заполнения, за исключением взаимного расположения верхних занятых орбиталей  $(e')^4(e'')^4$ . Этот вопрос остается спорным.

В таблице 1 приведены характеристики высших занятых молекулярных орбиталей (ВЗМО) и низших свободных молекулярных орбиталей (НСМО) нитрат-иона, которые принимают участие в оптических переходах с энергией ниже 7 – 8 эВ. Как видно, ВЗМО в ионе нитрата состоят в основном из атомных орбиталей кислорода и являются несвязывающими по отношению к N-O связи.

Характеристики ВЗМО и НСМО нитрат-иона

| МО                              | Состав МО, % [8] |       |                        |       |       | Характеристика связывания [1] |                  |
|---------------------------------|------------------|-------|------------------------|-------|-------|-------------------------------|------------------|
|                                 | АО азота         |       | групповые АО кислорода |       |       | N-O связь                     | O-O связь        |
|                                 | 2s               | 2p    | 2s                     | 2pσ   | 2pπ   |                               |                  |
| (5a <sub>1</sub> ) <sup>0</sup> | 35,71            | -     | 12,63                  | 51,66 | -     | Разрыхляет                    | Связывает        |
| (2a <sub>2</sub> ) <sup>0</sup> | -                | 53,87 | -                      | -     | 46,13 | Разрыхляет                    | Связывает        |
| (1a <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> | -                | -     | -                      | 100   | -     | Не связывает                  | Слабо разрыхляет |
| (1e'') <sup>4</sup>             | -                | -     | -                      | -     | 100   | Не связывает                  | Разрыхляет       |
| (4e') <sup>4</sup>              | -                | 4.,   | -                      | 95,50 | -     | Не связывает                  | Слабо разрыхляет |

**Спектры оптического поглощения**

Кристаллические нитраты проявляют в спектрах оптического поглощения несколько полос, максимумы которых расположены в области: 3,5 эВ [9; 10], 4 эВ [11; 12], 6 – 7 эВ [12 – 14]. Полоса с максимумом при 3,5 эВ и высокоэнергетическая компонента в области поглощения при 6 – 7 эВ экспериментально обнаружены только в кристаллических нитратах.

В таблице 2 приведены результаты квантово-химических расчетов электронных возбуждений иона нитрата [15 – 18].

Поглощение иона нитрата в области 4 эВ может быть обусловлено возбуждением пяти состояний: <sup>1,3</sup>A''<sub>1</sub>, <sup>1,3</sup>E'', <sup>3</sup>E'. Электрические дипольные переходы в

состояния <sup>1</sup>A''<sub>1</sub>, <sup>1</sup>E'' запрещены по симметрии, переходы в состояния <sup>3</sup>A''<sub>1</sub>, <sup>3</sup>E'' – запрещены по симметрии и мультиплетности, а переход в состояние <sup>3</sup>E' разрешен по симметрии, но запрещен по мультиплетности. Исследование [19] положения максимума и интенсивности поглощения иона нитрата в зависимости от растворителя указывает, что снятие запрета обязано образованию водородных связей, причем наличие гидроксидного сдвига максимума при увеличении кислотности свидетельствует о возбуждении π или σ-электронов. Таким образом, полоса при 4 эВ не связана с переходом в состояние <sup>3</sup>E'.

Таблица 2

Энергии (эВ) и интенсивности электронных переходов в нитрат-ионе. Расчет

| Возбужденный терм. Тип перехода         | Метод расчета            |                          |                          |                            |
|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                                         | PPP [15]                 | CNDO/s – CI [16]         | CNDO/s – CI [17]         | CAS SCF [18]               |
| <sup>1</sup> A <sub>1</sub> '' (n – π*) | 4,95                     | 3,62                     | 4,49                     | 4,585                      |
| <sup>1</sup> E'' (σ – π*)               | 4,86                     | 4,54                     | 5,41                     | 6,441 (0,009) <sup>б</sup> |
| <sup>1</sup> E' (π – π*)                | 6,22 (0,34) <sup>а</sup> | 6,42 (0,19) <sup>а</sup> | 6,62 (0,31) <sup>а</sup> | 6,944 (1,081) <sup>б</sup> |
| 2 <sup>1</sup> E' (σ – σ*)              |                          | 13,8                     |                          |                            |
| <sup>3</sup> A <sub>1</sub> '' (n – π*) | 4,95                     | 3,62                     | 4,49                     | 4,489                      |
| <sup>3</sup> E'' (σ – π*)               | 4,85                     | 4,54                     | 5,41                     | 6,404                      |
| <sup>1</sup> 3E' (π – π*)               | 4,40                     | 3,61                     | 4,83                     | 5,288                      |

Примечание: а – в скобках сила осциллятора; б – в скобках дипольный момент перехода.

В спектрах кристаллических нитратов, измеренных при низких температурах (≤ 77<sup>0</sup> K), проявляется колебательная структура, которой предшествуют два три вибронных максимума с интервалами 600, 800 и 1300 см<sup>-1</sup> [11; 20]. Можно предположить вибранный механизм снятия запрета.

Экспериментальное наблюдение расщепления полосы при 4 эВ [11; 21] и доказательство ее дублетной структуры на основе анализа анизотропии оптических спектров нитратов натрия и калия [22], указывает на возможное наличие двух переходов в этой области спектра: <sup>1</sup>A''<sub>1</sub> ← A'<sub>1</sub>; <sup>1</sup>E'' ← A'<sub>1</sub>.

Введение ионов таллия в матрицу нитратов натрия и калия приводит к существенному усилению поглощения в коротковолновой области спектра (λ < 260 нм) [22]. В работе сделан вывод о том, что увеличение поглощения связано с усилением синглет-триплетного перехода в состояние <sup>3</sup>E', что объясняется присутствием примесного иона таллия, обладаю-

щим большой константой спин-орбитального взаимодействия (эффект «тяжелого» атома). Максимум полосы, обусловленной переходом <sup>3</sup>E' ← A'<sub>1</sub>, расположен при ~ 5.0 эВ.

Поглощение при 6 – 7 эВ в растворах и кристаллах интенсивное и соответствует разрешенному переходу. Согласно теоретическим расчетам [15-18] в этой области спектра разрешенным является единственный переход симметрии <sup>1</sup>E'(π\*) ← A'<sub>1</sub>. В кристаллах эта полоса обладает дублетной структурой [13], причем компоненты одинаково поляризованы. При увеличении температуры высокоэнергетическая компонента проявляет "красный" сдвиг, тогда как положение максимума второй остается практически неизменным. Аналогичный сдвиг наблюдается с ростом атомного номера катиона. В работах [23; 24] показано, что в области 6 – 7 эВ наблюдается фотоэмиссия электронов с малой интенсивностью. В работе [25] рассмотрен переход с возбуждением электрона на вторую

свободную молекулярную орбиталь нитрат-иона  $5a_1'(\sigma^*)$ . По мнению автора, уровень  $E'(\sigma\sigma^*)$  в кристаллах расщеплен в зону, названную в работе анионной зоной проводимости. Теоретические расчеты зонной структуры кристаллических нитратов [26; 27] показывают, что первая зона проводимости имеет преимущественно анионный характер. Ширина этой зоны в  $\text{LiNO}_3$  составляет до  $\sim 5$  эВ в центре зоны Бриллюэна, однако согласно расчету плотности состояний, эффективно работает участок шириной 0.8 эВ [27]. Анализ дальней тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения  $\text{NaNO}_3$  [28] показал, что ширина этой зоны составляет  $\sim 1$  эВ.

### Электронные переходы

Положение и интенсивность низкоэнергетической компоненты дублета хорошо совпадает с результатами теоретических расчетов [16; 17] для перехода  ${}^1E'(\pi\pi^*) \leftarrow A'_1$ . Таким образом, дублетный спектр в области 6 – 7 эВ, следует отнести к двум внутримолекулярным переходам: низкоэнергетическая компонента –  ${}^1E'(\pi\pi^*) \leftarrow A'_1$  и высокоэнергетическая –  ${}^1E'(\sigma\sigma^*) \leftarrow A'_1$ .

Таким образом, можно провести следующее отнесение полос поглощения в кристаллических нитратах щелочных металлов:

$$h\nu_{\max} = 3,5 \text{ эВ } \lambda(\max) \approx 350 \text{ нм } {}^3A''_1 \leftarrow A'_1$$

$$h\nu_{\max} = 4,0 \text{ эВ } \lambda(\max) \approx 300 \text{ нм } {}^1A''_1 \leftarrow A'_1$$

$$\text{и } {}^1E'' \leftarrow A'_1$$

$$h\nu_{\max} = 5,0 \text{ эВ } \lambda(\max) \approx 240 \text{ нм } {}^3E' \leftarrow A'_1$$

$$h\nu_{\max} = 6,0 - 6,2 \text{ эВ } \lambda(\max) \approx 210 \text{ нм } {}^1E' \leftarrow A'_1$$

$$h\nu_{\max} = 6,5 \text{ эВ } \lambda(\max) \approx 190 \text{ нм } {}^2E'(\pi\sigma^*) \leftarrow A'_1$$

При энергиях выше 7,5 эВ наблюдается резкий рост интенсивности в ВУФ спектрах отражения и фотоэмиссии, а также фотопроводимости нитратов натрия и калия [23; 24]. Эта область спектра соответствует переходу электрона от аниона к катиону. Дистанция от валентной зоны до зоны проводимости, обладающей преимущественно катионным характером, уменьшается в ряду нитратов щелочных металлов от Na (8,2 эВ) к Cs (7,0 эВ) [23; 24].

Теоретические расчеты (см. [29] и ссылки в ней) методом псевдопотенциала в сочетании с теорией функционала электронной плотности в локальном приближении дали следующие результаты.

Верхняя валентная область кристаллических нитратов имеет практически чисто кислородный характер и её кристаллические орбитали построены из орбиталей кислорода (молекулярные орбитали  $e', e'', a_2'$ ). Ширина верхней валентной зоны нитратов около 4 эВ.

Нижняя незанятая зона построена преимущественно из состояний анионной природы. Ее кристаллические орбитали в большей мере состоят из  $\pi$ -орбиталей атома азота и  $\pi$ -орбиталей атома кислорода. Вершина валентной зоны в нитратах, за исключением  $\text{KNO}_3$ , приходится на боковую точку зоны Бриллюэна. Дно зоны проводимости для  $\text{KNO}_3$  реализуется в боковой точке, а для  $\text{LiNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  в ее центре. Запрещенная зона в пределах точности расчета во всех соединениях является не прямой.

Вычисленные оптические функции и комбинированная плотность состояний нитратов щелочных ме-

таллов находятся в удовлетворительном согласии с имеющимися экспериментальными спектрами отражения и квантового выхода фотоэмиссии электронов и показывают выделение двух: низкоэнергетической и высокоэнергетической областей, имеющих разную природу. Полоса при 5÷7 эВ интерпретируется как внутрианионное возбуждение, а полоса при 9 – 10 эВ имеет анион-катионную природу.

На рис. 1 представлена энергетическая диаграмма уровней в кристаллическом нитрате натрия, составленная на основе опубликованных экспериментальных и расчетных данных. Ранее подобные диаграммы были представлены для нитрата калия [25; 30], однако для их построения не было достаточного количества экспериментальных данных.

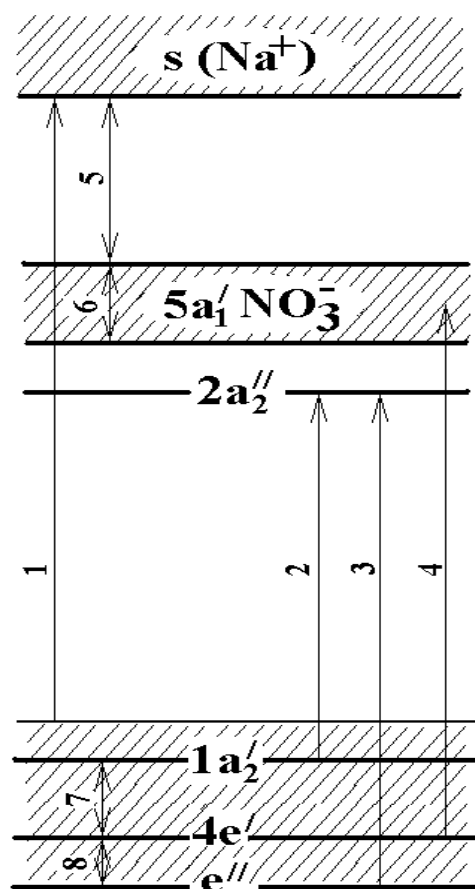


Рис. 1. Схема энергетических уровней в кристаллах  $\text{NaNO}_3$ . Экспериментальные данные: 1 – начало роста фотоэмиссии, 7.5 эВ [23; 24]; 2 – переход в состояние  ${}^1A_1''(\pi - \pi^*)$  и/или  ${}^1E''(\sigma - \pi^*)$ , 4.3 эВ [11; 12]; 3 – переход в состояние  ${}^1E'(\pi - \pi^*)$ , 6.0 эВ [12; 13]; 4 – переход в состояние  ${}^2E'(\sigma - \sigma^*)$ , 6.4 эВ [13]; 5 – дистанция между двумя свободными зонами, 2 эВ [28]; 6 – ширина первой свободной зоны, 1 эВ [28]. Расчетные данные: 7 и 8 – дистанция между уровнями, 1.0 и 0.6 эВ [3], соответственно

Анализ представленных таблиц и диаграммы позволяет сделать некоторые выводы, касающиеся релаксации электронно-возбужденных состояний в нитрате натрия:

– образование пероксонитрита возможно только из состояний  $1^1E'$  и  $2^1E'$ , так как только в этом случае в возбужденном состоянии реализуется связывание по линии кислород-кислород;

– после релаксации электронных возбуждений в нижнее возбужденное состояние остающейся энергии ( $\sim 4.5$  эВ) недостаточно для эффективного образования пероксонитрита и нитрита;

– релаксация электрона из второй свободной зоны в первую с одновременным возбуждением электрона из валентной зоны в первую свободную (как предложено в [30]) возможна только для нетермализованного носителя;

– такая же релаксация электрона может сопровождаться одновременным возбуждением состояний  $1,3A''_1$  или  $1,3E''$ .

### Литература

- Walsh A. D. The Electronic Orbitals, Shapes and Spectra of Polyatomic Molecules. Part V Tetratomic, Non-hydride Molecules,  $AB_3$ . // J. Chem. Soc. 1953. P. 2301 – 2306.
- Долин С. П., Дяткина М. Е. Электронное строение окислов и оксианионов непереходных элементов. Ч. III.  $BO_3^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$  // Журнал структурной химии. 1972. Т. 13. № 5. С. 966 – 967.
- Гуцев Г. Л., Болдырев А. И. ДВМ- $X_\alpha$  расчеты электронного строения комплексных анионов  $MX_{k+1}$  // Журнал неорганической химии. 1981. Т. 26. № 9. С. 2353 – 2357.
- Коновалов С. П., Соломоник В. Г. Теоретические исследования электронной структуры, геометрического строения, силовых полей и колебательных спектров свободных ионов  $BO_2^-$ ,  $NO_3^-$  и  $CO_3^{2-}$  // Журнал физической химии. 1983. Т. 57. № 3. С. 636 – 639.
- Дзюбенко Ф. А., Колесников Л. В. Оптические и фотоэмиссионные спектры нитратов щелочных металлов // В кн.: Спектроскопия конденсированных сред. Кемерово, 1981. С. 189 – 200.
- Bowling A. P., Sherrod R. E., Bloor J. E., Allen J. D., Schweitzer G. K. He(I) Photoelectron Spectra of Gaseous Alkali Nitrates // Inorganic Chemistry. 1978. V. 17. № 12. P. 3418 – 3421.
- Kosuch N., Tegeler E., Wiech G., Faessler A. X-ray spectroscopic studies of the electronic structure of the oxyanions  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  and  $CO_3^{2-}$  // J. Electron spectroscopy and related phenomena. 1978. V. 13. № 4. P. 263 – 272.
- Шаповал В. И., Лавриненко-Омецинская Е. Д., Соловьев В. В. Квантовохимическое изучение влияния катионов на электронное строение и энергетические характеристики анионов  $CO_3^-$  и  $NO_3^-$  // Укр. хим. журн. 1983. Т. 49. № 7. С. 704 – 709.
- Sayre E. V. Absorption Spectra at 4K of Single Crystals of Normal and Isotopically Substituted Sodium and Potassium Nitrates // J. Chem. Phys. 1959. V. 31. № 1. P. 73 – 80.
- Hochstrasser R. M., Klimcak C. M. Stark effect study of the singlet-triplet absorption of the nitrate ion in  $NaNO_3$  // J. Chem. Phys. 1978. V. 69. № 6. P. 2580 – 2584.
- Kamada M., Kato R. Temperature Dependence of UV Absorptions in  $KNO_3$  and  $NaNO_3$  // J. Phys. Soc. Japan. 1973. V. 35. № 6. P. 1561.
- Шолох В. Г., Алешкевич Н. И., Добржанский Г. Ф., Титков Е. Ф. Спектры отражения и оптические свойства нитратов щелочных металлов в области 3 – 23 эВ. // Журнал прикладной спектроскопии. 1983. Т. 39. № 4. С. 595 – 598.
- Jamashita H., Kato R. Vacuum Ultraviolet Absorption in Alkali-Nitrites and Alkali-Nitrates // J. Phys. Soc. Japan. 1970. V. 29. № 6. P. 1557 – 1561.
- Шолох В. Г., Комяк А. И., Алешкевич Н. И., Титков Е. Ф. Электронные спектры нитратов некоторых металлов в области вакуумного ультрафиолета // Журнал прикладной спектроскопии. 1985. Т. 42. № 4. С. 599 – 603.
- McEwen K. L. Electronic Structure and Spectra of some Nitrogen-Oxygen Compounds // J. Chem. Phys. 1961. V. 34. № 2. P. 547 – 555.
- Maria H. J., McDonald J. R., McGlynn S. P. Electronic Absorption Spectrum of Nitrate Ion and Boron Trigalides // J. Am. Chem. Soc. 1973. V. 95. № 4. P. 1050 – 1056.
- Harris L. E. The Lower Electronic States of Nitrite and Nitrate Ion, Nitromethane, Nitramide, Nitric Acid, and Nitrate Esters // J. Chem. Phys. 1973. V. 58. № 12. P. 5615 – 5626.
- McCarthy M. I., Peterson K. A., Hess W. P. Electronic structure of sodium nitrate: Investigation of laser desorption mechanisms // J. Phys. Chem. 1996. V. 100. № 16. P. 6708 – 6714.
- Meyerstein D., Treinin A. Absorption Spectra of  $NO_3^-$  in Solution // J. Chem. Soc. Farad. Trans. 1961. V. 57. № 12. P. 2104 – 2112.
- Кизель В. А., Бурков В. И. Гиротропия кристаллов. М.: Наука, 1980. 302 с.
- Kawashima R., Katsuki K., Suzuki K. Temperature dependence of optical absorption near the structural phase transition of potassium nitrate // Phys. Stat. Sol.(b). 1985. V. 129. № 2. P. 697 – 705.
- Anan'ev V., Miklin M. The optical properties of alkali nitrates single crystals // Optical materials. 2000. V. 14. № 4. P. 303 – 311.
- Дзюбенко Ф. И. Исследование электронно-энергетических состояний нитратов, хлоратов и перхлоратов щелочных металлов: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Защищена: 19.05.1986 в КемГУ (Кемерово). Утверждена ВАК СССР: 02.11.1986.
- Журавлев Ю. Н., Кравченко Н. Г., Поплавной А. С., Дзюбенко Ф. А. Оптические и фотоэмиссионные свойства нитратов щелочных металлов // Оптика и спектроскопия. 2002. Т. 92. № 2. С. 185 – 188.

25. Невоструев В. А. Особенности зонной структуры и превращений низкоэнергетических возбуждений в ионных кристаллах с комплексным анионом // Изв. АН Латв. ССР. 1987. № 5. С. 81 – 88.
26. Журавлев Ю. Н., Поплавной А. С. Электронная структура ромбоэдрических оксианионных кристаллов // Изв. вузов. Физика. 2001. № 4. С. 51 – 54.
27. Журавлев Ю. Н., Поплавной А. С. Зонная структура и плотность состояний  $\text{LiNO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$  // Известия вузов. Физика. 1989. № 1. С. 106 – 108.
28. Vinogradov A. S., Akimov V. N. X-Ray Absorbption Study of the Planar Anion  $\text{NO}_3^-$  Effect on the Conduction Band Electronic Structure of  $\text{NaNO}_3$  Crystal // Phys. Low-Dim. Struct. 1994. № 4/5. P. 63 – 68.
29. Журавлев Ю. Н., Поплавной А. С. Электронное строение оксианионных кристаллов. Томск: Изд-во ТГПУ, 2008. 196 с.
30. Anan'ev V., Seliverstov M. Transformation of nitrate ion into peroxide under irradiation // Ceramics-Silikaty. 2005. V. 49. № 1. P. 68 – 72.

#### Информация об авторе:

**Миклин Михаил Борисович** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры физической химии КемГУ, [miklin@kemsu.ru](mailto:miklin@kemsu.ru).

**Mikhail B. Miklin** – Candidate of Chemistry, Senior Research Associate at the Department of Physical Chemistry, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

УДК 620.93; 620.91

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАПОЛНЕННЫХ ГИДРОКСИДОМ МЕТАЛЛА В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОДОВ СУПЕРКОНДЕНСАТОРА

*А. В. Пузынин, А. В. Самаров, А. Н. Воропай, А. П. Козлов, Ч. Н. Барнаков, З. Р. Исмагилов*

### INVESTIGATION OF THE ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF HIGHLY POROUS CARBON MATERIALS WITH METAL HYDROXIDE TO PRODUCE COMPOSITED ELECTRODES WITH A HIGH CAPACITY

*A. V. Puzynin, A. V. Samarov, A. N. Voropay, A. P. Kozlov, Ch. N. Barnakov, Z. R. Ismagilov*

*При поддержке проекта 24.51 программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Научные основы получения новых углеродных наноматериалов для хранения химической и электрической энергии».*

В работе показана возможность увеличения емкостных характеристик композитных электродов  $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{C}$ , синтезированных на основе высокопористого углеродного материала (ВПУМ). Известно, что введение  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в углеродные материалы приводит к увеличению емкости.

The paper shows the possibility of increasing the capacity characteristics of composite electrodes  $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{C}$ , synthesized on the basis of a highly porous carbon material (HPCM). It is known that the introduction of  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  in the carbon materials results in increased capacity.

**Ключевые слова:** суперконденсатор, углеродный материал, метод циклической вольтамперометрии.

**Keywords:** supercapacitor, carbon material, cyclic voltammetry (CVs) method.

#### Введение

В работе показана возможность увеличения емкостных характеристик композитных электродов  $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{C}$ , синтезированных на основе высокопористого углеродного материала (ВПУМ). Известно, что введение  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в углеродные материалы приводит к увеличению емкости [1; 2].

и кислоты. Экспериментальную ячейку изготовили из фторопласта, материала, обладающего необходимыми свойствами (инертного к агрессивным средам, обладающего высокой диэлектрической способностью). В качестве электродов использовались графитовые стержни Ø 6 мм. Схема экспериментальной ячейки представлена на рис. 1.

#### Лабораторная установка для исследования электрохимических свойств углеродных материалов и композитов на их основе

Для измерения электрохимических свойств углеродных материалов и композитов на их основе была разработана экспериментальная ячейка СК, позволяющая использовать в качестве электролита щелочи

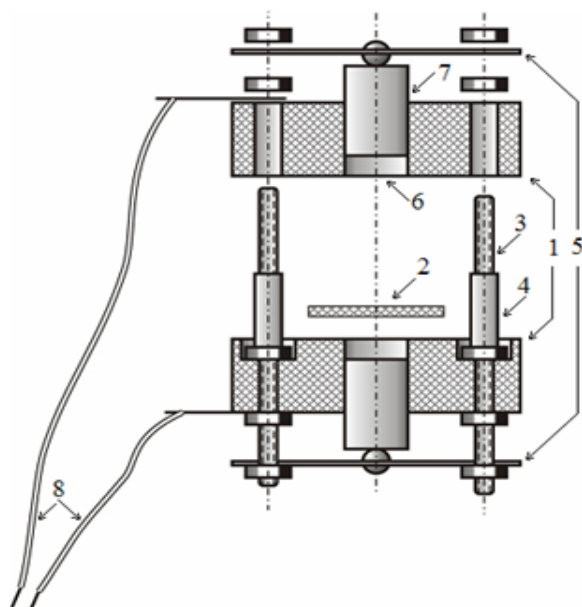


**Рис. 1. Экспериментальная ячейка СК для измерения емкости:** 1 – цилиндры из фторопласта, 2 – сепаратор, 3 – шпильки, 4 – изолирующий клей, 5 – стягивающие пластины (пружины), 6 – специальные отверстия для электродов, 7 – стальные цилиндры, 8 – провода

#### Материалы и методы исследования

Синтез ВПУМ проводили следующим образом: смесь фенола и фурфурола смешивали с эквимольной смесью гидроксидов Na и K в соотношении 1:5 по массе; полученную смесь подвергали плавлению с последующей карбонизацией при 700 – 900<sup>0</sup>С; карбонизат отмывали водой до нейтральной среды и сушили до постоянного веса при температуре 105<sup>0</sup>С. Особенности синтеза образцов ВПУМ и исследование их свойств представлены в работах [3 – 5]. Для получения композитных электродов ВПУМ пропитывали по влагоемкости раствором NiCl<sub>2</sub> и выдерживали на воздухе при комнатной температуре до полного испарения воды. Затем обрабатывали раствором NaOH (в сверхстехиометрическом количестве). Концентрацию растворов подбирали с учетом объема пор, удельной поверхности углеродного материала и требуемого содержания гидроксида никеля в композите (10÷40 вес. %). Полученный композит промывали водой и высушивали под вакуумом при 60<sup>0</sup>С до постоянного веса.

Фазовый состав и средний размер кристаллитов гидроксида никеля оценивали по методу XRD на приборе «Дифрей 401». Массовые функции распределения неоднородностей по размерам (МФНР) рассчитывали по кривым малоуглового рассеяния рентгеновского излучения. Параметры пористой структуры образцов оценивали по изотермам адсорбции-десорбции азота при 77<sup>0</sup>К на анализаторе «ASAP 2020 Micrometrix».

Электрохимические свойства исследовали на экспериментальной лабораторной ячейке суперконденсатора (асимметричная конструкция) методом циклической вольтамперометрии (CVs) на измерительно-питающем устройстве «ИПУ-1» в интервале от -1 В до 1 В при разных скоростях развертки потенциала. В результате обработки экспериментальных данных построены вольтамперные кривые, из которых рассчитана емкость электродной ячейки по формуле (1).

Из формулы (2) рассчитана емкость композитного электрода. В нашей серии экспериментов частота сканирования составляла величину 10, 20, 40 и 80 мВ/с.

$$C_{\text{яч}} = \int I(U) dU / mv \Delta V \quad (1)$$

$$1/C_{\text{яч}} = 1/C_{\text{эл}} + 1/C_0, \quad (2)$$

где:  $C_{\text{яч}}$  – емкость электродной ячейки;

$C_{\text{эл}}$  – емкость композитного электрода;

$C_0$  – емкость противоелектрода (Кемерит-5,  $C_0 = 348$  Ф/г при 10 мВ/с);

$m$  – масса композитного электрода (0.01 г);

$v$  – скорость сканирования (В/с);

$\Delta V$  – окно потенциала (2 В);

$\int I(U) dU$  – площадь ограниченная CVs-кривой ( $A \times B$ ).

#### Результаты работы и обсуждение

Удельная поверхность ( $S_{\text{сп}}$ ) ВПУМ по БЭТ и общий объем пор ( $V_{\Sigma}$ ) углеродного материала составили ~ 2900 м<sup>2</sup>/г and 3,7 см<sup>3</sup>/г соответственно. На микрофотографии ВПУМ (рис. 2) отчетливо видны структурные фрагменты размером до нескольких нм.

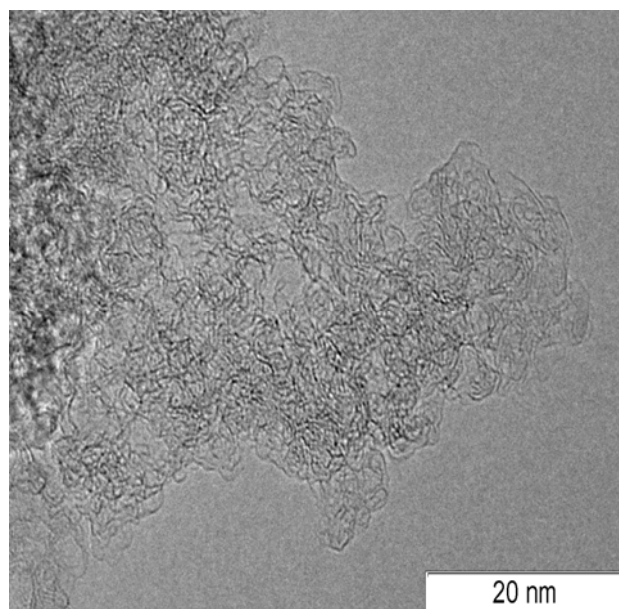


**Рис. 2. Микрофотография ВПУМ, снятая с помощью ПЭМ**

Рентгенограмма композита представлены на рис. 3а. Установлено, что в композите присутствуют анизометричные, пластинчатые кристаллиты Ni(OH)<sub>2</sub>, со средними размерами 24 нм, оцененным по рефлексу 100 (42°) вдоль пластинок; и менее 4 нм по направлениям 101 (49°) и 110 (67°). Анализ МФНР (рис. 3б) показал, что для композита 40% Ni(OH)<sub>2</sub>-ВПУМ и ВПУМ характерно большое количество неоднородностей с узким распределением по размерам (до 10 нм).

Вольтамперные кривые исследуемых композитных электродов (рис. 4) демонстрируют псевдоемкостное поведение: форма области, ограничиваемой CVs-кривыми, в значительной степени отклоняется от прямоугольной за счет формирования отчетливых пиков тока в области потенциалов от - 0,55 до 0,45 В. Емкость композитного электрода складывается из емкости двойного электрического слоя ДЭС (вклад углеродного материала) и псевдоемкости (вклад гидроксида никеля).

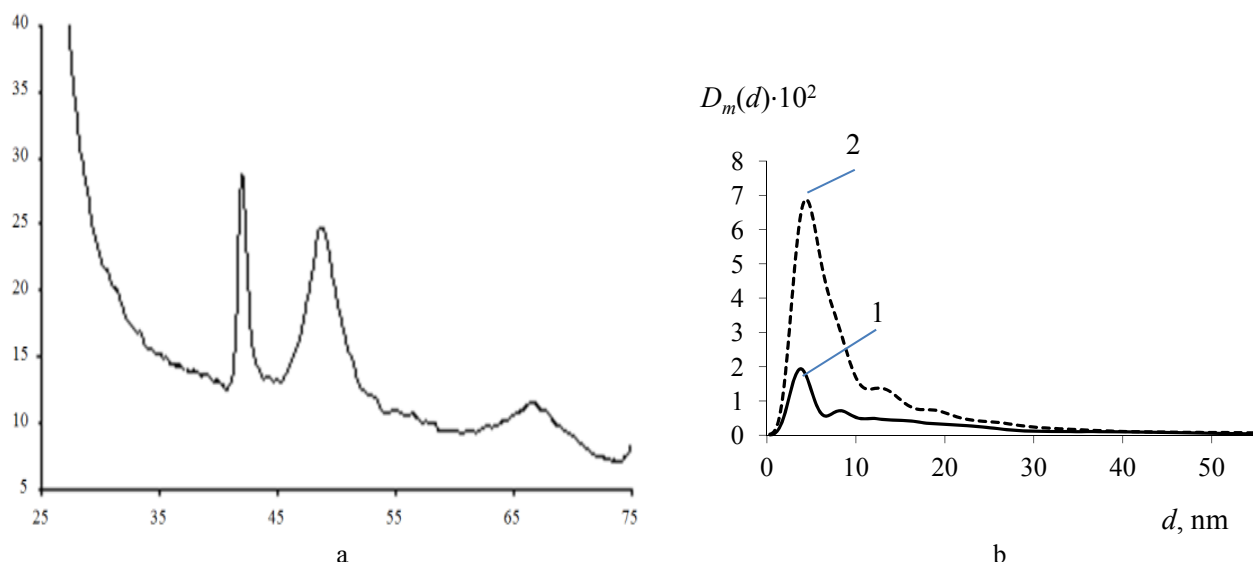


Рис. 3. Рентгенографические исследования: а) дифрактограмма композита 40 %  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  – ВПУМ; б) МФРНР в нанометровой области. 1 – ВПУМ; 2 – композит

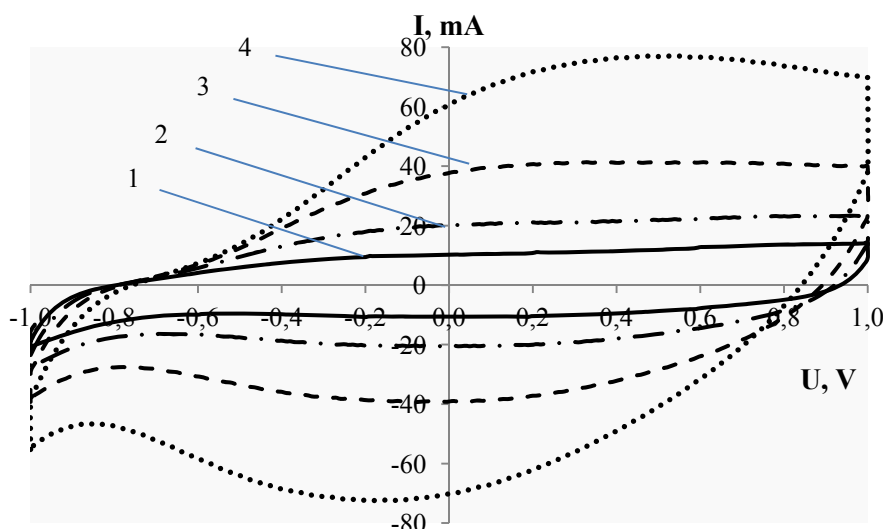


Рис. 4. CVs композита при различных скоростях сканирования потенциала: 1 – 10 мВ/с; 2 – 20 мВ/с; 3 – 40 мВ/с; 4 – 80 мВ/с

Введение 40 %  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в состав композита приводит к уменьшению в 2 раза  $S_{\text{sp}}$  и  $V_{\Sigma}$  (особенно микропор), что способствует уменьшению практически в 2 раза вклада емкости ДЭС, обусловленной ВПУМ. Гидроксид никеля в результате фарадеевских процессов компенсирует эти потери, а в некоторых случаях и заметно увеличивает емкость композитного электрода по сравнению с емкостью ВПУМ за счет вклада псевдоемкости. Емкость композитного электрода при 10 мВ/с, рассчитанная по CVs, составила 350 Ф/г, что незначительно превосходит композитные электроды  $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{AC}$  в работе [2], где емкость составила 314,5 Ф/г при более низкой скорости сканирования 2 мВ/с.

Уменьшение емкости в 2 раза (с 350 до 170 Ф/г) при увеличении скорости сканирования потенциала от 10 до 80 мВ/с (рис. 5) объясняется запаздыванием Фарадеевских процессов, связанных, как с диффузионными ограничениями, накладывающими предел на

скорости химической реакции, так и с затрудненным транспортом электролита к активному веществу, однако менее выражено, чем в работе [1], в которой наблюдается восьмикратное уменьшение емкости (с 886 Ф/г до 101 Ф/г) при увеличении скорости сканирования от 5 мВ/с до 50 мВ/с.

Таким образом, использование высокопористых углеродных материалов позволило получить более высокие емкости электродов. Это связано с тем, что гидроксид никеля (даже при высокой концентрации) находится в порах углеродного материала, но не блокирует их. Это приводит к образованию более мелких кристаллитов и как следствие более высокой емкости электрода. Удельная энергия (Е) гидроксида никеля при рабочем напряжении 1В составила 33 Вт·ч/кг.

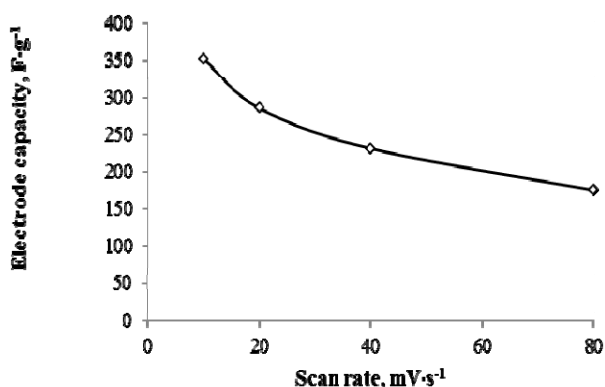


Рис. 5. Зависимость емкости композитного электрода от скорости развертки потенциала

### Заключение

Установлено, что при использовании высокопористых углеродных материалов с развитой мезопористостью происходит образование более мелких кристаллитов гидроксида, декорирующих поверхность. Это приводит к высоким значениям удельной емкости и удельной энергии композитных электродов и увеличению их стабильности при увеличении скорости сканирования, что делает их перспективными для дальнейшего исследования и использования в качестве Фарадеевского электрода в СК.

### Литература

1. Zhang J., Kong L.-B., Cai J.-J., Li H., Luo Y.-C., Kang, L. Hierarchically porous nickel hydroxide/mesoporous carbon composite materials for electrochemical capacitors // *Microporous Mesoporous Materials*. 2010. Vol. 132. P. 154 – 162.
2. Huang Q., Wang X., Li J., Dai Ch., Gambo S., Sebastian P. J. Nickel hydroxide/activated carbon composite electrodes for electrochemical capacitors, *J. Power Sources*. 2007. Vol. 164. P. 425 – 429.
3. Patent RU 2206394. Method of preparing nanostructured carbon material / Barnakov Ch. N.; Seit-Ablaeva S. K.; Kozlov A. P. et al.
4. Samarov A. V., Barnakov C. N., Kozlov A. P., Ismagilov Z. R. Properties of nanoporous carbon material with one-dimensional conductivity // *Solid Fuel Chemistry*. 2012. № 5. P. 297 – 304.
5. Mateishina Yu G., Ulikhin A. S., Samarov A. V., Barnakov Ch. N., Uvarov N. F. Nanoporous carbon-based electrode materials for supercapacitors // *Solid State Ionics*. 2013. V. 251. P. 59 – 61.

### Информация об авторах:

**Пузынин Андрей Владимирович** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [doran@ngs.ru](mailto:doran@ngs.ru).

**Andrey V. Puzynin** – Candidate of Physics and Mathematics, Researcher at the Laboratory of Energy Compounds and Nanocomposites, Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Самаров Александр Владимирович** – инженер-технолог лаборатории высокотемпературных процессов химии углеродных материалов и угля Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [sav335@yandex.ru](mailto:sav335@yandex.ru).

**Alexander V. Samarov** – Candidate of Chemistry, Researcher at the Laboratory of High Temperature Processes of Carbon Materials and Coal Chemistry, Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Воропай Александр Николаевич** – аспирант Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [aleksvorop@mail.ru](mailto:aleksvorop@mail.ru).

**Alexander N. Voropay** – post-graduate student at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Козлов Алексей Петрович** – кандидат химических наук, ученый секретарь Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [KozlovAP@iccms.sbras.ru](mailto:KozlovAP@iccms.sbras.ru).

**Alexey P. Kozlov** – Candidate of Chemistry, Scientific Secretary of Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Барнаков Чингиз Николаевич** – доктор химических наук, заведующий лабораторией высокотемпературных процессов химии углеродных материалов и угля Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [barnakov@rambler.ru](mailto:barnakov@rambler.ru).

**Chingiz N. Barnakov** – Doctor of Chemistry, Head of the Laboratory of High Temperature Processes of Carbon Materials and Coal Chemistry, Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Исмагилов Зинфер Ришатович** – член-корреспондент РАН, профессор, директор Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [IsmagilovZR@iccms.sbras.ru](mailto:IsmagilovZR@iccms.sbras.ru).

**Zinifer R. Ismagilov** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ  
НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗОЛОТО-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ  
Г. Ю. Сименюк, Н. В. Павелко, А. В. Пузынин, В. Г. Додонов, Т. С. Манина, З. Р. Исмагилов

SUPERCAPACITOR ELECTRODE MATERIALS BASED  
ON NANOSTRUCTURED GOLD-CARBON COMPOSITES  
G. Yu. Simenyuk, N. V. Pavelko, A. V. Puzynin, V. G. Dodonov, T. S. Manina, Z. R. Ismagilov

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации с использованием оборудования ЦКП Кемеровского научного центра СО РАН.*

Получены наноструктурированные Au/C композиты восстановлением растворов  $\text{HAuCl}_4$  пористой углеродной матрицей. На основании исследования комплексом методов показано, что размеры формирующихся частиц золота сопоставимы с размерами пор матрицы. Показано, что при уменьшении концентрации золота в композитах наблюдается увеличение анизотричности кристаллитов золота, с преимущественным ростом в направлении (100). Сопоставление функций распределения пор по размерам исходной матрицы Карбонизат и композитов на ее основе показало, что поры с размерами 2 – 8 нм менее блокируются, чем поры 1 – 2 нм и 8 – 20 нм. Обнаружено, что оптимальное содержание золота в композитах составило 1 вес.%. Установлено, что электроды на основе нанокompозита 1 % Au/Карбонизат в асимметричной ячейке имеют высокую удельную емкость до 360 Ф/г, в 1,8 раза превышающую емкость электродов на основе исходной матрицы.

Nanostructured Au/C composites were obtained by reduction of  $\text{HAuCl}_4$  solutions with porous carbon matrix. Investigation by different methods shows that the size of forming gold particles is comparable with matrix pore size. It was discovered that a decrease in the concentration of gold in the composites results in an increase in anisotropy of Au crystallites, with a predominant enhancement in the direction (100). The comparison of pore size distribution functions of the original Karbonizat matrix and composites on its basis showed that pores with sizes of 2 – 8 nm were less inhibited than the pores of 1 – 2 nm and 8 – 20 nm. It was established that the optimum content of gold in the composite was 1 wt. %. It was found out that electrodes based on Au/C nanocomposites in the asymmetric cell had specific capacity up to 360 F/g, which was 1.8 times higher than the capacity of the original matrix.

**Ключевые слова:** пористые углеродные материалы, наночастицы золота, нанокompозиты, электроды, суперконденсаторы.

**Keywords:** porous carbon materials, gold nanoparticles, nanocomposites, electrodes, supercapacitors.

### Введение

Наноструктурированные металл-углеродные композиты вследствие синергетического сочетания свойств наноразмерных компонентов весьма перспективны при создании сенсоров [1], электродных материалов [2] и катализаторов [3; 4] различных химических процессов, в том числе в электрокатализе [5; 6]. Представляет интерес получение и исследование наноструктурированных композитов (НК) Au/C в качестве электродных материалов суперконденсаторов (СК) [7; 8], так как золото способно образовывать тончайшие слои на поверхности субстратов, имея, таким образом, высокую удельную поверхность, значительно повышая электропроводность матрицы и работу выхода электрона с поверхности, что является важным для достижения высоких характеристик электродов. Нанесение наночастиц золота на поверхность высокопористых углеродных материалов, рассматриваемых в числе наиболее перспективных для создания высоко (идеально) поляризуемых электродов СК, должно заметно улучшить их электрохимические характеристики, а также уменьшить расход золота по сравнению с электродами на основе нанопористого золота [9].

В настоящей работе изучено влияние пористой структуры высокопористой углеродной матрицы (ВПУМ), полученной из угольного сырья, содержания

и формo-размерных характеристик наночастиц наполнителя – золота на емкостные характеристики композитных электродов на их основе.

### Экспериментальная часть

Накомпозиты Au/C получали восстановлением растворов  $\text{HAuCl}_4$ , импрегнированных в высокопористые углеродные материалы. Восстановление растворов прекурсоров проводили с помощью самих углеродных материалов без введения дополнительных восстанавливающих реагентов по аналогии с методикой, приведенной в [10]. ВПУМ «Карбонизат», используемый в работе, разработан в ИУХМ СО РАН [11].

Исследование полученных НК проводили комплексом различных методов: сканирующей электронной микроскопии (Jeol JSM 6390), рентгенофазового анализа (РФА) на приборах ДРОН-3 и ДИФРЕЙ 401 в медном или железном излучениях; малоуглового рассеяния рентгеновского излучения (МУР) на КРМ-1. Средние размеры Au-кристаллитов определяли по уширению дифракционных профилей. Массовые функции распределения неоднородностей по размерам в НК и ВПУМ рассчитывали по кривым МУР. Параметры пористой структуры исходных углеродных материалов и золотосодержащих НК на их основе

определяли по изотермам низкотемпературной (77 К) сорбции азота (ASAP 2020 Micrometrix).

Au/C нанокомпозиты были исследованы методом циклической вольтамперометрии (ЦВА) на тестовой лабораторной ячейке, имитирующей работу суперконденсатора, с использованием измерительно-питающего устройства ИПУ-1, при скорости сканирования от 10 до 50 мВ/с в диапазоне изменения потенциала от –1 В до 1 В. Емкость ячейки рассчитывали [12; 13] по площади, ограниченной кривыми ЦВА по формуле (1):

$$C_0 = \frac{\int IdU}{mv\Delta U} \quad (1);$$

где  $m$  – масса электрода, г;  $v$  – скорость сканирования потенциала, В/с;  $\Delta U$  – диапазон изменения потенциала, В;  $\int IdU$  – площадь, ограниченная кривыми ЦВА, [А·В].

Удельную емкость композитных электродов СЭ1 в асимметричной ячейке определяли по формуле (2):

$$C_{Э1} = \frac{C_0 C_{Э2}}{C_{Э2} - C_0} \quad (2),$$

выраженной из формулы:

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_{Э1}} + \frac{1}{C_{Э2}}$$

где  $C_0$  – емкость ячейки по формуле (1), Ф/г;  $C_{Э2}$  – известная удельная емкость противозэлектрода, Ф/г.

В качестве противозэлектрода был использован «Карбонизат» с емкостью 200 Ф/г при скорости сканирования 10 мВ/с.

### Результаты и их обсуждение

Исследование Au/C нанокомпозитов методом РФА показало, что  $\text{HAuCl}_4$  полностью восстанавливается до металлического золота. Средние размеры кристаллитов металлического золота в направлении (111) составили 20 – 40 нм, в направлении (200) 5 – 20 нм в зависимости от содержания золота. Установлено, что при уменьшении содержания золота в композитах от 5 до 0,2 вес. % дисперсность и анизотричность Au-кристаллитов возрастают. Это может свидетельствовать об образовании на поверхности ВПУМ квазипленочных структур металлического золота.

Функции распределения неоднородностей по размерам (ФНР) в композитах и ВПУМ в нанометровой области представлены на рис. 1.

Очевидно, что ФНР в композитах повторяют профиль ФНР в исходном углеродном материале, следовательно неоднородностями преимущественно являются поры ВПУМ и наночастицы золота, сформированные преимущественно в них. При увеличении содержания золота в композитах происходит незначительное смещение второго максимума в сторону больших размеров частиц, что согласуется с данными рентгеновской дифракции на широких углах.

На основании изотерм адсорбции-десорбции азота методом функционала плотности (ТФП) [14] были рассчитаны функции распределения объема пор по размерам (рис. 2) для исходной матрицы и НК на ее основе.

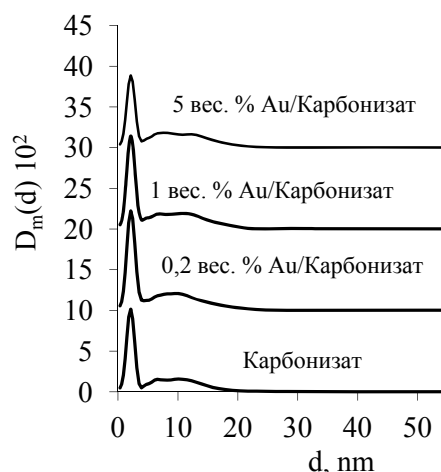


Рис. 1. ФНР в ВПУМ «Карбонизат» и нанокомпозитах на ее основе с различным содержанием золота

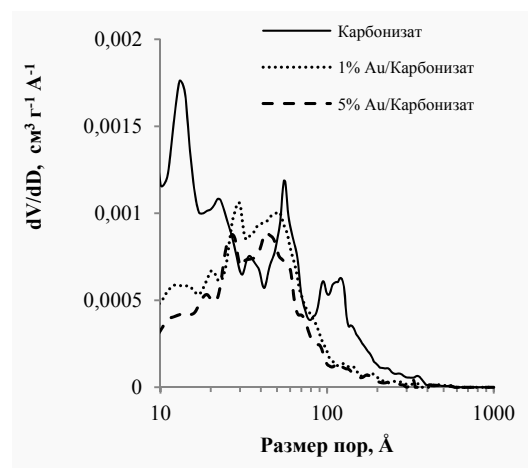


Рис. 2. Функции распределения пор по размерам (ФРПР), рассчитанные по ТФП

Наблюдается перераспределение пор по размерам – заметное уменьшение доли крупных мезопор (8 – 30 нм) при возрастании доли пор в области размеров 4 – 8 нм, а также дискриминация мелких пор. Это соответствует модели формирования нанокристаллитов золота в мезопорах ВПУМ. Наряду с этим имеет место и негативный для получения высокопараметрических электродов СК процесс блокировки пор Au-кристаллитами, так как общее уменьшение объема пор в НК, заметно выше объема вводимых частиц золота. Изложенное приводит к наблюдаемому уменьшению удельной поверхности и общего объема пор в нанокомпозитах по сравнению с ВПУМ.

Из данных ЦВА, представленных на рис. 3, видно, что удельная емкость композитных электродов сильно зависит от содержания наполнителя, – ввиду наложения отмеченных выше факторов:

- 1) покрытие поверхности пор частицами золота, повышение которой способствует увеличению электропроводности ВПУМ и работы выхода электрона;
- 2) блокировка пор, которая приводит к уменьшению удельной поверхности и препятствует транспорту ионов электролита в заблокированные поры.

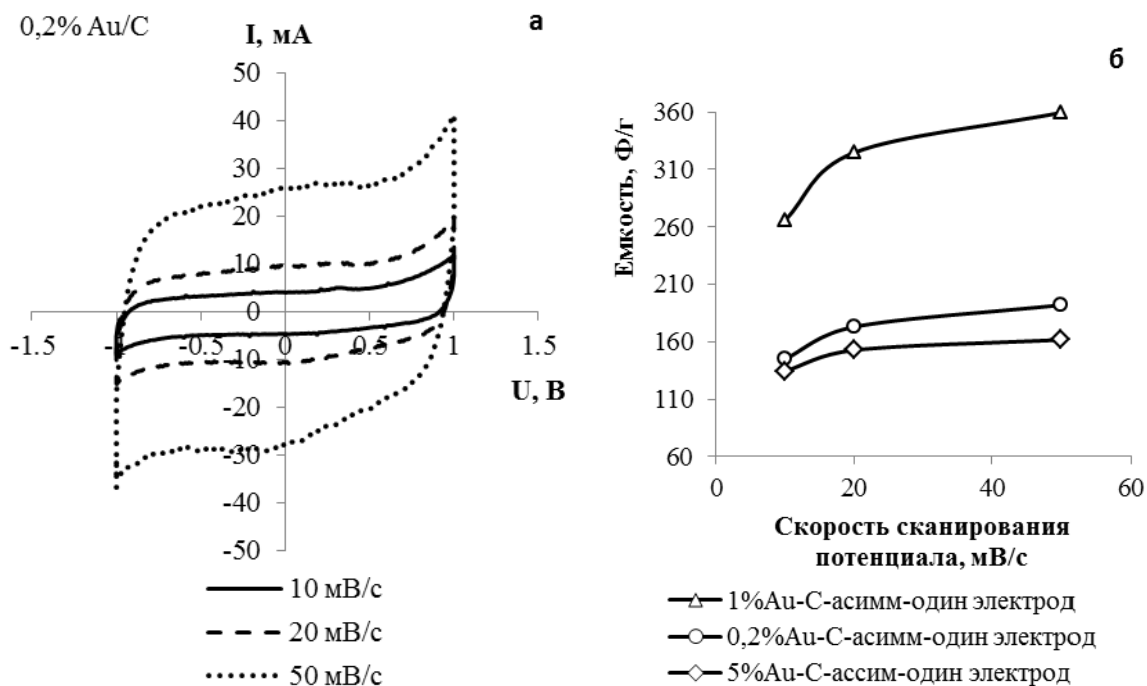


Рис. 3. Типичные кривые (а) ЦВА Au/C нанокмпозитов и зависимость удельной емкости композитных электродов (б) от процентного содержания золота и скорости сканирования потенциала

Оптимальным в использованном способе получения НК является содержание золота в композитах 1 вес. %.

Видно, что даже при столь незначительной степени наполнения ВПУМ частицами золота (т. е. при невысоком уровне декорирования золотом С-поверхности) наблюдается заметное повышение удельной емкости электродов. Это говорит об актуальности устранения блокировки Au-частицами мезопор ВПУМ (мягкие режимы восстановления прекурсора, поиски условий мягкого травления блокирующих частиц) с целью получения Au/C нанокмпозитов, высоконаполненных плоскими кристаллитами золота, осажденными на поверхности мезопор матрицы.

#### Заключение

Восстановлением растворов  $\text{HAuCl}_4$  пористыми углеродными материалами получены наноструктурированные золото-углеродные композиты. Методами РФА, МУР и низкотемпературной сорбции азота показано, что размеры и массовые функции распределе-

ния по размерам формирующихся наночастиц золота сопоставимы с размерами и распределением по размерам пор матриц, что свидетельствует о формировании Au-кристаллитов преимущественно в порах матриц. Установлено, что параллельно осуществляется частичная блокировка пор Au-частицами. При низком содержании золота формируются анизометричные кристаллиты с преимущественным ростом в направлении (111), образующие квазиплочные структуры на поверхности ВПУМ.

Установлено, что нанокмпозитные электроды, содержащие 1 вес.% золота, при скорости сканирования 50 мВ/с имеют емкость (360 Ф/г) в 1,8 раз выше, чем электроды на основе исходного ВПУМ Карбонизат (200 Ф/г).

Авторы благодарят кандидата химических наук, доцента КемГУ Валерия Михайловича Пугачева за исследование композитов методом РФА и помощь в обсуждении результатов.

#### Литература

1. Tasaltin C., Basarir F. Preparation of flexible VOC sensor based on carbon nanotubes and gold nanoparticles // *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2014. V. 194. P. 173 – 179.
2. Afzali D., Zarei S., Fathirad F., Mostafavi A. Gold nanoparticles modified carbon paste electrode for differential pulse voltammetric determination of eugenol // *Materials Science and Engineering: C*. 2014. V. 43. P. 97 – 101.
3. Domínguez C. M., Quintanilla A., Casas J. A., Rodríguez J. J. Kinetics of wet peroxide oxidation of phenol with a gold/activated carbon catalyst // *Chemical Engineering Journal*. 2014. V. 253. P. 486 – 492.
4. Hashmi A. S. K., Hutchings G. J. Gold Catalysis // *Angewandte Chemie International Edition*. 2006. V. 45. Is. 47. P. 7896 – 7936.
5. He P., Wang Y., Wang X., Pei F., Wang H., Liu L., Yi L. Investigation of carbon supported Au–Ni bimetallic nanoparticles as electrocatalyst for direct borohydride fuel cell // *Journal of Power Sources*. 2011. V. 196. Is. 3. P. 1042 – 1047.

6. Liu J., Wang H., Wu Ch., Zhao Q., Wang X., Yi L. Preparation and characterization of nanoporous carbon-supported platinum as anode electrocatalyst for direct borohydride fuel cell // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2014. V. 39. Is. 12. P. 6729 – 6736.
7. Scott C. L., Pumera M. Nanogold spacing of stacked graphene nanofibers for supercapacitors // *Electroanalysis*. 2011. V. 23. No. 4. P. 858 – 861.
8. Metz K. M., Colavita P. E., Tse K.-Y., Hamers R. J. Nanotextured gold coatings on carbon nanofiber scaffolds as ultrahigh surface-area electrodes // *Journal of Power Sources*. 2012. V. 198. P. 393 – 401.
9. Lang X. Y., Yuan H. T., Iwasa Y., Chen M. W. Three-dimensional nanoporous gold for electrochemical supercapacitors // *Scripta Materialia*. 2011. V. 64. P. 923 – 926.
10. Сименюк Г. Ю., Захаров Ю. А., Павелко Н. В., Пугачёв В. М., Додонов В. Г., Манина Т. С. Наноструктурированные композиты Au-C с регулируемой дисперсностью наполнителя // *Вестник КемГУ*. 2013. № 4(56). Т. 1. С. 217 – 225.
11. Манина Т. С., Федорова Н. И., Семенова С. А., Исмагилов З. Р. Переработка низкосортных окисленных углей с получением высокоэффективных углеродных сорбентов // *Кокс и химия*. 2012. № 03. С. 43 – 46.
12. Zhang L. L., Wei T., Wang W., Zhao X. S. Manganese oxide-carbon composite as supercapacitor electrode materials // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2009. V. 123. P. 260 – 267.
13. Wang G., Zhang L., Zhang J. A review of electrode materials for electrochemical supercapacitors // *Chemical Society Reviews*. 2012. V. 41. P. 798 – 828.
14. Ustinov E. A., Do D. D., Fenelonov V. B. Pore size distribution analysis of activated carbons: application of density functional theory using nongraphitized carbon black as a reference system // *Carbon*. 2006. V. 44. P. 653 – 663.

#### Информация об авторах:

**Сименюк Галина Юрьевна** – кандидат химических наук, научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, [galina-simenyuk@yandex.ru](mailto:galina-simenyuk@yandex.ru).

**Galina Yu. Simenyuk** – Candidate of Chemistry, Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Павелко Нина Витальевна** – аспирант кафедры химии твердого тела КемГУ, [n-pavelko-n2013@yandex.ru](mailto:n-pavelko-n2013@yandex.ru).

**Nina V. Pavelko** – post-graduate student at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Пузынин Андрей Владимирович** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, [doran@ngs.ru](mailto:doran@ngs.ru).

**Andrey V. Puzynin** – Candidate of Physics and Mathematics, Research Associate at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Додонов Вадим Георгиевич** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры химии твердого тела КемГУ, [233191@mail.ru](mailto:233191@mail.ru).

**Vadim G. Dodonov** – Candidate of Physics and Mathematics, Senior Research Associate at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Манина Татьяна Сергеевна** – инженер-исследователь Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, ведущий инженер Центра коллективного пользования Кемеровского научного центра СО РАН, [kuklesh@mail.ru](mailto:kuklesh@mail.ru).

**Tatiana S. Manina** – research engineer at the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS; leading engineer at the Centre for Collective Use, Kemerovo Research Centre of the Siberian Branch of the RAS.

**Исмагилов Зинфер Ришатович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, директор Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, [ismagilovZR@iccms.sbras.ru](mailto:ismagilovZR@iccms.sbras.ru).

**Zinifer R. Ismagilov** – Corresponding Member of the RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

**СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ  
«ГИДРОКСИД НИКЕЛЯ – ПОРИСТЫЙ УГЛЕРОД»***Д. Г. Якубик, А. Н. Воронай, Т. С. Манина, В. Г. Додонов***SORPTION PARAMETERS OF «Ni(OH)<sub>2</sub> – POROUS CARBON» NANOSTRUCTURED COMPOSITES***D. G. Yakubik, A. N. Voropay, T. S. Manina, V. G. Dodonov*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (госзадание № 2014/64).*

В работе изучено изменение сорбционных характеристик наноструктурированных композитов, полученных осаждением гидроксида никеля из водного раствора хлорида в щелочной среде на поверхности высокопористой углеродной матрицы «Карбонизат-3» и «Кемерит-8». Показано, что добавление относительно небольшого количества гидроксида никеля (10 % по массе) приводит двукратному уменьшению площади поверхности и объема пор. Дальнейшее увеличение содержания Ni(OH)<sub>2</sub> в композите приводит к росту сорбционных характеристик, причем в композитах на основе матрицы «Кемерит-8» увеличивается площадь поверхности и объем мезопор, а в композитах на основе матрицы «Карбонизат» – микропор.

The paper studies the variation in sorption parameters of nano-structured composites received by sedimentation of nickel hydroxide from a water solution of chloride in the alkaline environment on the surface of high-porous carbon matrixes «Karbonizat-3» and «Kemerit-8». It is shown, that the addition of a relatively small amount of nickel hydroxide (10 % of the weight) results in double reduction of the surface area and volume of the pores. The further increase of Ni(OH)<sub>2</sub> content in the composite tends to increase sorption parameters. In composites on the basis of «Kemerit-8» matrix the surface area and volume of mesopores increase, and in composites on the basis of «Karbonizat-3» matrix – that of micropores increases.

**Ключевые слова:** углеродные матрицы, нанокристаллиты гидроксида никеля, наноструктурированные гидроксид-углеродные композиты, сорбционные характеристики.

**Keywords:** carbonic matrices, nanocrystallites of nickel hydroxide, nano-structures hydroxidecarbonic composites, sorption characteristics.

В настоящее время суперконденсаторы являются перспективными устройствами накопления и хранения электроэнергии, возрастающий объем их производства стимулирует работы по созданию новых электродных материалов суперконденсаторов. В ряде работ [1 – 3] показана перспективность использования гидроксидов или оксидов переходных металлов, стабилизированные на высокоразвитой поверхности пенoметаллов или углеродных материалов. При этом важной задачей является формирование, изучение и оптимизацию свойств наноструктурированных систем (величина удельной поверхности, электропроводность, пространственное постоянство морфологии, температурная и циклическая стабильность характеристик) таких композитов. В настоящей работе исследованы сорбционные характеристики наноструктурированных композитов гидроксида никеля, осажденного на высокопористые углеродные матрицы, синтезируемые из доступных и дешевых видов сырья.

В качестве углеродной матрицы использовались пористые углеродные материалы двух видов:

1) «Карбонизат-3», синтезированный из окисленного в естественных условиях каменного угля (месторождение «Шестаки», Кузнецкий угольный бассейн) жесткой щелочной обработкой в условиях механоактивации с последующей высокотемпературной карбонизацией [4];

2) «Кемерит-8», полученный при карбонизации смеси гидрохинон-фурфурол (соотношение компо-

нентов 1:1) с одновременной активацией щелочью при высоких температурах [5].

Для получения композита навеска матрицы пропитывалась в течение 24 часов при комнатной температуре водным раствором хлорида никеля. Затем суспензию отфильтровывали и высушивали до постоянной массы. Полученный порошок помещали в 5 М раствор гидроксида натрия, нагретый до 95<sup>0</sup> С и выдерживали до полного осаждения гидроксида никеля. После промывки дистиллированной водой до нейтральной реакции полученный композит сушили при 60<sup>0</sup> С в термощкафу до постоянной массы. Количество никеля в образцах контролировали методом комплексонометрического титрования.

Для исследования были подготовлены образцы гидроксид-углеродных композитов: ГН/СЗ-10, 20 и 40 и ГН/К8-20, 30 и 40 (ГН-гидроксид никеля, СЗ и К8 – углеродные матрицы, 10, 20, 30 и 40 – расчетное массовое процентное содержание гидроксида никеля в образце).

Исследование пористой структуры композитов проводилось на приборе ASAP-2020 методом сорбции-десорбции азота при 77<sup>0</sup> К.

**Изотермы адсорбции-десорбции.** Форма изотерм адсорбции-десорбции (рис. 1) соответствует IV типу по классификации ИЮПАК [6], характерному для мезопористых материалов, в которых взаимодействие адсорбат-адсорбент сильнее, чем взаимодействие адсорбат-адсорбат. Форма кривой гистерезиса композитов на основе матрицы «Карбонизат» соответствует

типу Н4 по классификации ИЮПАК, характерному для узких щелевых пор; для композитов на основе матрицы «Кемерит» – типу НЗ, характерному для пластинчатых агрегатов, образующих щелевые поры [6].

#### Оценка объема и площади поверхности пор

На рис. 2 и 3 приведены зависимости площади поверхности и объема пор в исследованных композитах, рассчитанные наиболее распространенными методами Брунауэра-Эммета-Теллера (БЕТ), Баррета-Джойнера – Халенды (ВН), Доллимора-Хилла (ДН), а также нелокальной теорией функционала плотности с учетом энергетической гетерогенности и геометрического искажения пор 2D- NLDFT (DFT).

Разница в количественной оценке параметров, по-видимому, обусловлена различным диапазоном размеров пор, которые определяются данными методами.

Методы БХД и ДХ измеряют в основном мезопоры (в диапазоне 17-3000 А), DFT- и микро и мезопоры 3.6 – 5000 А), модель БЭТ не имеет привязки к размерам пор. Большая разница между данными разных групп, по-видимому, свидетельствует о преобладании микропор.

#### Оценка объема и площади поверхности микропор

Для проверки этого предположения были рассчитаны характеристики микропор в t-методе Хэлси и теории объемного заполнения микропор (модели Дубинина-Радускевича (ДР) и Дубинина-Астахова (ДА)) (таблица 1), а также характеристики микро- и мезопор полученные интегрированием распределение пор по размерам в рамках метода 2D-NLDFT (таблица 2, рис. 3, 4, 5).

Таблица 1

#### Поверхность и объем микропор

| Композит | Площадь микропор |             | Объем микропор |              |
|----------|------------------|-------------|----------------|--------------|
|          | ДР               | ДА          | t-Plot         | ДА           |
| СЗ       | 1262             | 1042        | 0,316          | 0,434        |
| ГН/СЗ-10 | 677              | 573         | 0,179          | 0,235        |
| ГН/СЗ-20 | 561              | 478         | 0,132          | 0,196        |
| ГН/СЗ-40 | 829              | 723         | 0,220          | 0,291        |
| К8       | <b>2238</b>      | <b>2037</b> | <b>0,091</b>   | <b>0,917</b> |
| ГН/К8-20 | <b>1445</b>      | <b>970</b>  | <b>0,057</b>   | <b>0,448</b> |
| ГН/К8-30 | <b>1296</b>      | <b>1068</b> | <b>0,047</b>   | <b>0,476</b> |
| ГН/К8-40 | <b>1370</b>      | <b>1204</b> | <b>0,067</b>   | <b>0,536</b> |

Таблица 2

#### Характеристики микро- и мезопор в рамках метода DFT

| Композит | Площадь поверхности |          |       | Объем     |          |       |
|----------|---------------------|----------|-------|-----------|----------|-------|
|          | микропоры           | мезопоры | общая | микропоры | мезопоры | общий |
| СЗ       | 1175                | 82       | 1257  | 0,409     | 0,316    | 0,726 |
| ГН/СЗ-10 | 559                 | 33       | 592   | 0,219     | 0,168    | 0,387 |
| ГН/СЗ-20 | 507                 | 49       | 556   | 0,177     | 0,184    | 0,361 |
| ГН/СЗ-40 | 711                 | 43       | 754   | 0,268     | 0,204    | 0,473 |
| К8       | 1140                | 528      | 1668  | 0,589     | 1,926    | 2,514 |
| ГН/К8-20 | 763                 | 368      | 1132  | 0,374     | 1,236    | 1,610 |
| ГН/К8-30 | 727                 | 309      | 1036  | 0,344     | 0,974    | 1,318 |
| ГН/К8-40 | 690                 | 348      | 1038  | 0,359     | 1,134    | 1,492 |

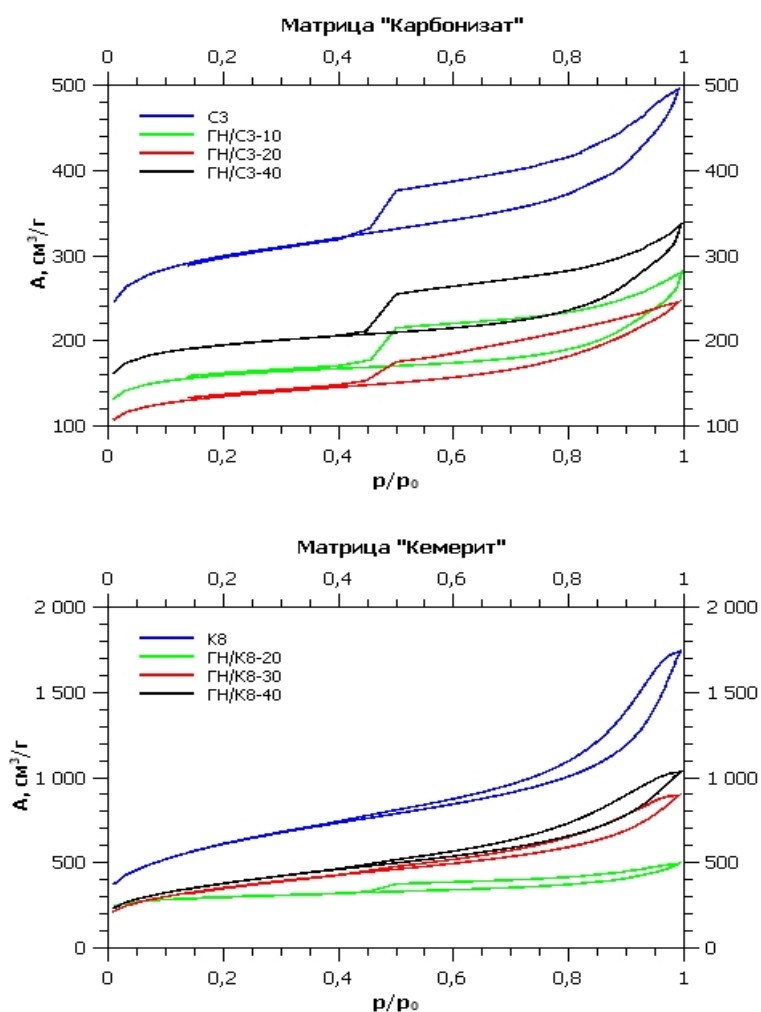


Рис. 1. Изотермы адсорбции-десорбции композитов «C3-Ni(OH)<sub>2</sub>» и «K8-Ni(OH)<sub>2</sub>»

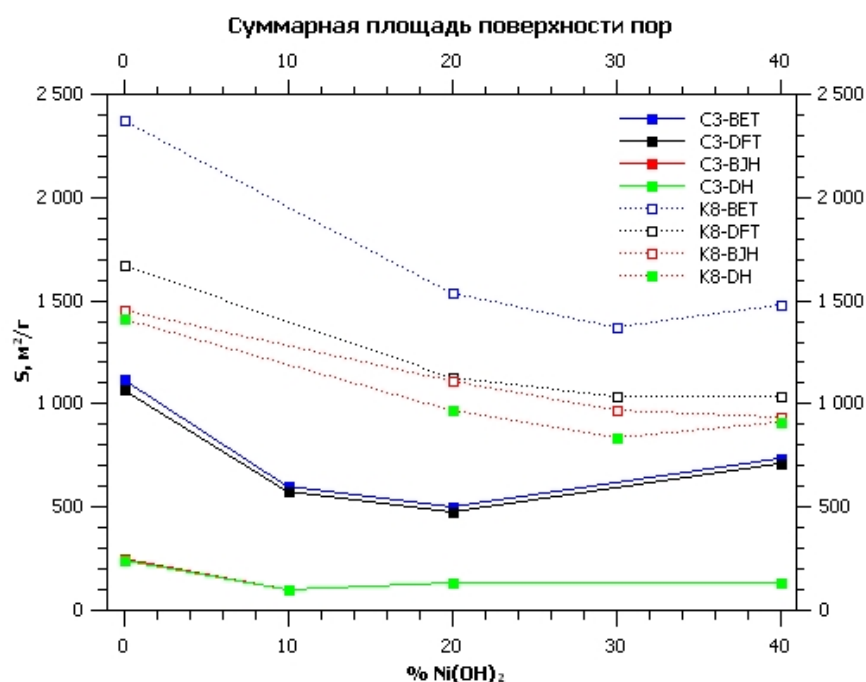


Рис. 2. Зависимость суммарной площади поверхности пор от доли Ni(OH)<sub>2</sub> в композите

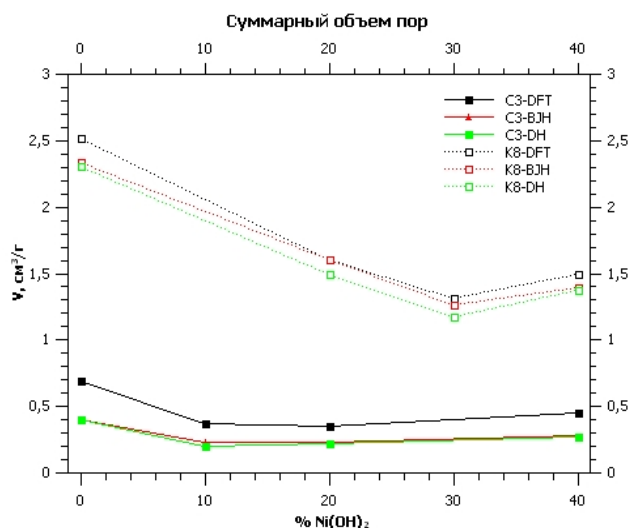


Рис. 3. Зависимость суммарного объема пор от доли  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в композите

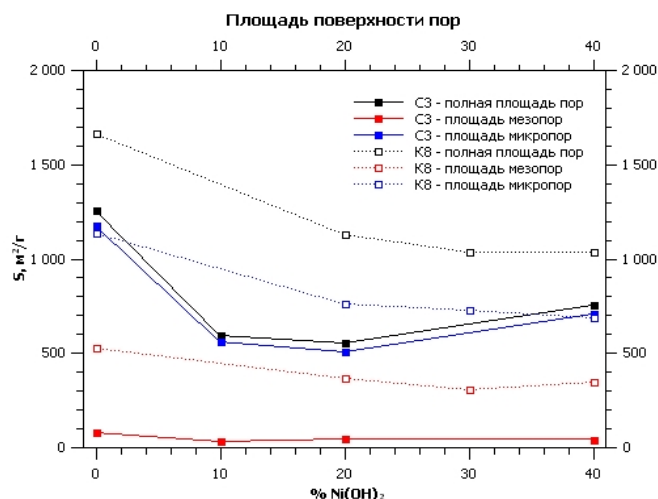


Рис. 4. Площадь поверхности пор, оцененная в рамках метода DFT

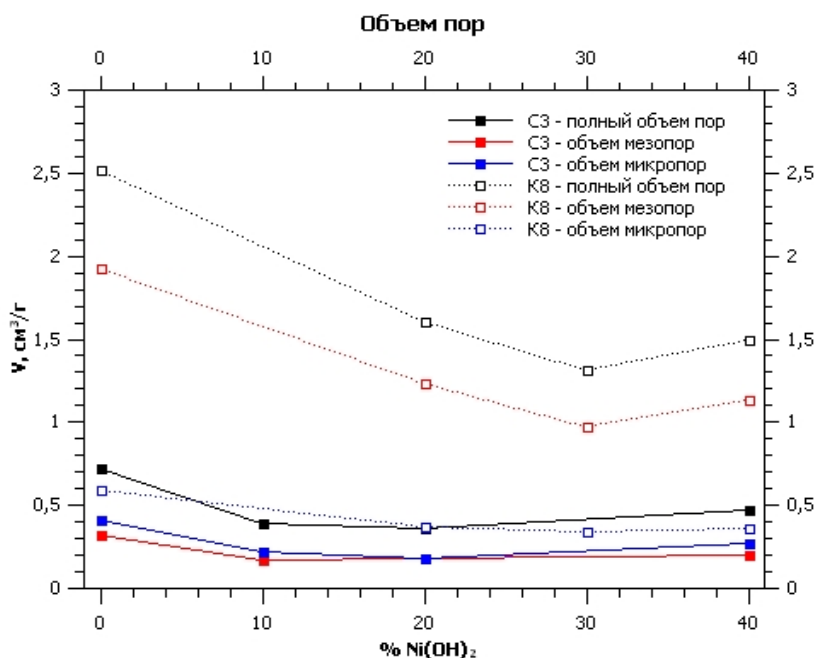


Рис. 5. Объем пор, оцененный в рамках метода DFT

Из приведенных данных можно сделать следующие выводы:

композиты на основе матрицы «Карбонизат-3» являются преимущественно микропористыми (доля микропор составляет 91 – 95 % по площади поверхности, 49 – 57 – по объему), композиты на основе матрицы «Кемерит-8» – существенно мезопористыми (доля мезопор – 30 – 35 % по площади поверхности и 74 – 77 % по объему);

для композитов на основе матрицы «Карбонизат-3» площади и объем микропор, определенные методом DFT хорошо согласуются с оценкой по модели Дубинина-Астахова. Для композитов на основе матрицы «Кемерит-8» соответствия не обнаружено;

все вышеприведенные графики демонстрируют сходный немонотонный характер изменения площади поверхности и объема пор от доли гидроксида никеля

в композите. Для всех композитов при добавлении относительно небольшого количества гидроксида никеля (10 % по массе) происходит непропорционально сильное (практически двукратное) уменьшение площади поверхности и объема пор, как за счет микропор, так и за счет макропор. При дальнейшем увеличении содержания  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в композите происходит сначала небольшое уменьшение, а потом – к значительному росту площади поверхности и объема микропор. Для композитов на основе матрицы «Карбонизат-3» параметры мезопор после сильного уменьшения на начальном участке меняются незначительно, увеличение сорбционных параметров обусловлено увеличением объема и площади поверхности микропор. Для композитов на основе матрицы «Кемерит-8», наоборот, объем, и площадь микропор остаются приблизительно одинаковыми, а параметры, характери-

зующие мезопоры, увеличиваются. Объяснить такое поведение сорбционных характеристик можно, предположив, что при образовании композита образуется

достаточно большое количество компактных кристаллитов гидроксида никеля, блокирующих микропоры, а отчасти – мезопоры.

#### Литература

1. Lee J. Y., Liang K., An K. H., Lee Y. H. Nickel oxide/carbon nanotubes nanocomposite for electrochemical capacitance // *Synthetic Metals*. 2005. V. 150. P. 153 – 157.
2. Ji Y., Li Y., Zhang L. L., Li H., Li Y., Zhao X., Bai X., Fan X., Zhang F., Ruoff R. S. Nonporous Ni(OH)<sub>2</sub> thin film on 3D ultrathin-graphite foam for asymmetric supercapacitor // *ACS Nano*. 2013. V. 7. P. 6237 – 6243.
3. Wang H. L., Caslongue H. S., Liang Y. Y., Dai H. J. Ni(OH)<sub>2</sub> nanoplates grown on graphite as advanced electro-chemical pseudocapacitor materials // *J. Amer. Chem. Soc.* 2010. V. 132. P. 7472 – 7477.
4. Sing K. S. W. Reporting physisorption data for gas/solid systems // *Pure Appl. Chem.* 1982. V. 54. P. 2201 – 2218.
5. Заявка на патент РФ № 201405027/20(008045) от 11.02.2014. Способ получения мезопористого / Ч. Н. Варнаков, А. В. Самаров, Г. П. Хохлова, А. П. Козлов, З. Р. Исмагилов.
6. Манина Т. С., Федорова Н. И., Семенова С. А., Исмагилов З. Р. Переработка низкосортных окисленных углей с получением высокоэффективных углеродных сорбентов // *Кокс и химия*. 2012. Т. 3. С. 43 – 46.

#### Информация об авторах:

**Якубик Денис Геннадьевич** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии твердого тела КемГУ, [den@kemsu.ru](mailto:den@kemsu.ru).

**Denis G. Yakubik** – Candidate of Chemistry, Assistant Professor at the Department of Solid State Chemistry, Kemerovo State University.

**Воропай Александр Николаевич** – аспирант Института углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, [aleksvorop@mail.ru](mailto:aleksvorop@mail.ru).

**Aleksander N. Voropay** – post-graduate student at the Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Манина Татьяна Сергеевна** – аспирант лаборатории катализа в углехимии Института углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, [kuklesh@mail.ru](mailto:kuklesh@mail.ru).

**Tatiana S. Manina** – post-graduate student at the Laboratory of Catalysis in Coal Chemistry, Institute of Coal Chemistry and Material Science of the Siberian Branch of the RAS.

**Додонов Вадим Георгиевич** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры химии твердого тела КемГУ, [233191@mail.ru](mailto:233191@mail.ru).

**Vadim G. Dodonov** – Candidate of Physics and Mathematics, Senior Research Associate at the Department of Chemistry of Solids, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ЭКОНОМИКА

УДК 330.341.2

## СПЕЦИФИКА «ИНСТИТУТОВ РАЗВИТИЯ» В НЕКОТОРЫХ СИБИРСКИХ РЕГИОНАХ

К. С. Саблин

## «DEVELOPMENTAL INSTITUTIONS» SPECIFICITY IN SOME SIBERIAN REGIONS

K. S. Sablin

*Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 12-32-01234-а2 «Структура доходов и расходов бюджетов субъектов федерации, как фактор инновационной трансформации регионов ресурсного типа».*

Статья посвящена рассмотрению особенностей созданных «институтов развития» в сибирских регионах. Артикулируется значимость институциональной среды и неформальных персонализированных связей, влияющих на их формирование. Исследование проводится с применением методологических основ теории общественного выбора, в частности – экономики бюрократии, и концепции Д. Норта. Выявлены функциональные роли, которые исполняют «институты развития» в сибирских регионах: «филиал» региональной администрации, находящийся под ее полным организационным, финансовым и административным контролем; «независимый агент», выражающий интересы академической и вузовской науки и малого инновационного бизнеса; «подразделение» федеральной инновационной структуры, способствующее коммерциализации нововведений в регионе; «проводник» интересов крупного бизнеса, благоприятствующий реализации масштабных проектов в регионе. Разные комбинации элементов институциональной среды и неформальных персонализированных связей между субъектами, которые участвуют в формировании «институтов развития», определяют «успех» или «провал» данных организационно-экономических структур.

The paper is devoted to the peculiarities of «developmental institutions» formation in the Siberian regions. The importance of the institutional environment and informal personalized ties that affect its formation is articulated. The research is carried out according to the methodological base of public choice theory, especially – economics of bureaucracy, and the concept of D. North. The functional roles which «developmental institutions» perform in the Siberian regions are disclosed, namely: «affiliate» of the regional administration under its full organizational, financial and administrative control; «independent agent», which expresses the interests of academic and university science and small innovative business; «subdivision» of federal innovative structure that promotes commercialization of innovations in the region; «conductor» of the big business interests that favours large-scale projects realization in the region. As a result, different combinations of the elements of institutional environment and informal personalized ties between subjects who are involved in the process of «developmental institutions» creation determine further «success» or «failure» of these organizationaleconomic structures.

**Ключевые слова:** «институты развития»; институциональная среда; неформальные связи; рентоориентированное поведение.

**Keywords:** «developmental institutions»; institutional environment; informal ties; rent-seeking behavior.

**Постановка проблемы**

В настоящее время власти российских регионов предпринимают меры по созданию условий для перехода на траекторию развития, предполагающую активное генерирование инноваций. Особое значение инновации приобретают для сибирских регионов, экономика которых, как правило, базируется на сырьевых отраслях и/или отраслях первичного передела. Они создают дополнительную возможность ослабить сырьевую зависимость, создать новые высокооплачиваемые рабочие места и повысить уровень жизни населения. В качестве инструмента решения данной задачи федеральные власти инициировали создание «институтов развития» как организационно-экономических структур, которые содействуют распределению ресурсов в пользу проектов по реализации нового потенциала экономического роста посредством привлечения инвестиций в социальную и инженерную инфраструктуру, в развивающиеся отрасли и в чело-

веческий капитал, а также посредством создания новых технологий и содействия повышению конкурентоспособности малого бизнеса.

Проблема заключается в том, что уже созданные в некоторых российских регионах «институты развития» не решают поставленных перед ними задач. Они «вырождаются» в структуры, способствующие извлечению рентных доходов теми предпринимателями, которые тесно аффилированы с представителями региональных властей, и бюрократической ренты самими чиновниками, ответственными за осуществление инновационной политики в регионах и контролирующими потоки финансовых ресурсов, идущих на создание «институтов развития». Приоритетной для них изначально является демонстрация административного рвения и «готовности» следовать общей линии федерального центра на проведение модернизации. В данном случае, региональные власти решают две задачи:

1) проявляют лояльность центральному политическому руководству;

2) создают основу для привлечения федеральных бюджетных средств.

Ряд исследователей отмечает, что в условиях, когда сформулирована задача проведения модернизации и для ее решения выделен значительный объем ресурсов, мотивация региональных властей и не предполагает инновационных маневров, если за них хорошо не заплачено из федерального бюджета, в то время как высшее руководство страны более всего заинтересовано в краткосрочной политической лояльности региональных чиновников, а не в эффективности их работы в долгосрочной перспективе [1, с. 224 – 225; 4, с. 56].

**Цель** статьи заключается в выявлении специфики созданных «институтов развития» в сибирских регионах как инструмента перехода российской экономики на инновационный путь развития.

**Общие особенности создания «институтов развития» в России: институциональная среда и неформальные связи**

При создании «институтов развития» необходимо принимать во внимание институциональную среду, сложившуюся в том или ином регионе. Институциональная среда представляет собой «совокупность базовых юридических, политических и социальных правил и норм, задающих стимулы для соответствующего поведения экономических агентов» [25, р. 133]. Она определяет набор возможностей, которые в одних условиях делают более прибыльной перераспределительную активность, заключающуюся в поиске официальных и неформальных привилегий и льгот, а в других – продуктивную деятельность, ведущую к извлечению инновационной ренты.

Россия является страной с исторически сложившейся пространственной социально-экономической дифференциацией, которая определяет:

1) изначально разные возможности для экономического развития регионов;

2) фрагментированную институциональную среду, т. е. вариацию множеств фундаментальных политических, социальных и юридических основополагающих правил, которые регулируют экономическую деятельность в том или ином регионе;

3) локализованные институциональные соглашения, т. е. различные соглашения между экономическими агентами того или иного региона, которые регулируют способы их конкуренции [9, с. 169 – 170].

Данные особенности определяют тот факт, что созданная система «институтов развития» является двухуровневой.

Формирование двухуровневой системы «институтов развития» предполагает устойчивые взаимосвязи федеральных и региональных чиновников. Их взаимодействие осуществляется на политико-бюрократическом рынке, представляющем собой институциональный «гибрид» классического политического рынка как способа принятия коллективных решений о финансировании и производстве общественных благ, субъектами которого выступают избиратели, политические партии и отдельные политики, и рынка бюрократического, укорененного в структурах федераль-

ных и региональных органов власти, являющегося способом распределения ресурсов посредством использования отдельными группами специальных интересов своих статусных позиций в рамках формально единой властной иерархии. «Гибридность» политико-бюрократического рынка в современной России проявляется в следующем [10, с. 99]:

1. Реальное сращивание политических, бюрократических и экономических «торгов» при их формальном разделении.

2. Встречная «бюрократизация» политических и экономических трансакций и «политизация» экономических и бюрократических «торгов».

«Бюрократизация» заключается в том, что конкурентоспособность политических и экономических агентов определяется их статусом во властной иерархии. С другой стороны, «бюрократы» ведут себя как «политики» и ориентируются на наращивание своего политического ресурса посредством осуществления инвестиций в укрепление разветвленной сети персонализированных взаимосвязей. Представители властных структур не только извлекают экономические выгоды, но и решают главную для себя задачу, связанную с укреплением позиций во властной иерархии. Как замечает К. Дарден, отличительной особенностью постсоветских государств является то, что чиновники одновременно исполняют как политические, так и административные функции в рамках бюрократической иерархии, при этом потеря официальной позиции приводит к потере неофициальных вознаграждений [6, с. 132].

Инициатором создания двухуровневой системы «институтов развития» в российской экономике выступило федеральное правительство, которое вложило значительные бюджетные средства в их формирование. В данном случае главными задачами бюрократической иерархии являются управление потоками ресурсов и ведение административного торга по их распределению, в то время как положение отдельных чиновников определяет количество ресурсов, которыми они могут распоряжаться, реализуя свои частные интересы посредством использования как формальных, так и неформальных правил и норм. Административный контроль над финансовыми потоками актуализирует борьбу за экономически выгодные позиции в бюрократической иерархии, а не за ее эффективность [22].

Отсутствие четкого назначения у некоторых региональных «институтов развития» означает мягкие бюджетные ограничения их создания, которые органически присущи политико-бюрократическому рынку. Так, в соответствии с государственной программой «Создание технопарков в сфере высоких технологий» в 2007 – 2010 гг. федеральное правительство решило выделить из госбюджета 8,869 млн руб. [5]. Фактически, к началу 2011 г., когда срок реализации программы истек, оказалось, что для создания технопарков в сфере высоких технологий из федерального бюджета было выделено более 12 млрд руб. [12]. Зам. генерального директора ОАО «Кузбасский технопарк» А. Каретин по этому поводу замечает, что для успешной реализации государственной программы необходимо было обеспечить четкую постановку целей и задач, и излагает свое видение причин ее низкой

эффективности – неопределенность относительно того, что из себя представляют технопарки, и выделение бюджетных средств при отсутствии на федеральном уровне нормативной базы, регулирующей деятельность технопарков и инновационную деятельность в целом [7].

Мягкие бюджетные ограничения создания региональных «институтов развития» стимулируют не столько максимизацию чиновниками общественно значимой выгоды, сколько их расточительную конкуренцию за должностные позиции в созданных «институтах развития», которая включает в себя стандартный набор приемов: служебные интриги, использование личных связей, кумовство, проявление статусной лояльности. В этом смысле, отдельные чиновники активно осуществляют «капитализацию» своего статуса и максимизируют выгоду от занимаемой ими должности, не заботясь об эффективности «институтов развития». Так, из общего количества созданных в российских регионах технопарков (всего по разным данным их насчитывается около двух тысяч) 30 являющихся объектами, где осуществляется коммерциализация новых идей, и только немногим более 10 технопарков были оценены как отвечающие международным требованиям [2, с. 80]. Малое количество эффективно работающих технопарков связано с тем, что при их создании не просчитывались эффективность и окупаемость, но в основном их создание преследовало цель получить дополнительные бюджетные ассигнования под данные структуры. По мнению В. Полтеровича, можно говорить о быстром и бессистемном создании всевозможных «институтов развития», что ведет к их последующей дисфункции [14, с. 5 – 7]. В некоторых регионах предоставление субсидий на компенсацию части затрат инновационных предприятий – это политическая, а не экономическая мера, а сами объекты инновационной инфраструктуры зачастую превращаются в дотируемые объекты офисной недвижимости, которые имеют весьма слабое отношение к развитию инновационной деятельности.

На наш взгляд, бессистемное создание всевозможных «институтов развития» и отсутствие сколь-нибудь значимого эффекта от их функционирования не является исключительно ошибочным в рамках реализуемой инновационной политики. В одних случаях это может быть осознанная демонстрация политической лояльности высшего руководства региона, при этом регион может быть «аутсайдером» с точки зрения возможностей перейти на инновационный путь развития. В других случаях, губернаторы регионов стараются целенаправленно использовать каналы привлечения средств госбюджета для создания «институтов развития», формируя тем самым имидж успешных и «продвинутых» региональных руководителей.

Представляется, что в обоих случаях используются неформальные связи персонализированного характера в рамках властной иерархии, однако они имеют принципиально разную природу. Это может быть коррумпированный непотизм («непотизм» понимается в широком смысле, т. е. как знакомство с «правильными» людьми и/или полезные связи, позволяющие получить определенные привилегии), ведущий к созданию административно-бюрократических барьеров для тех предпринимателей, которые готовы зани-

маться инновациями, и непотизм «шумпетерианского» типа, способствующий быстрому экономическому росту в условиях, когда общественно значимые интересы не противостоят корыстным устремлениям отдельных чиновников [15, с. 285 – 287]. Как показывает мировой опыт, непотизм «шумпетерианского» типа встречается нечасто в экономической деятельности, поскольку «чиновники лишь в редких случаях задают такие правила игры, которые благоприятствуют продуктивной экономической активности» [13, с. 105 – 106].

Пример Кремниевой долины в США иллюстрирует важность полезных знакомств и личных контактов для предпринимателей из малых инновационных фирм, так как они предоставляют им быстрый доступ к ресурсам, которые не могут быть изысканы внутри самих фирм. Подобные связи выступают в качестве своеобразного «социального клея», упрощающего передачу знаний среди широкого круга предпринимателей [24, р. 222]. По образному выражению Э. Лебре, «личные связи между участниками инновационного процесса ведут к тому, что происходит неформальный процесс «заражения» стартапами» [8, с. 34].

Иной «вязкостью» обладает институциональная среда в российской экономике, которая в большинстве случаев гасит инновационные стимулы. Высокий уровень административной волокиты и явные проявления коррупции приводят к тому, что инвестиции в политический ресурс успешно противостоят инвестициям в получение прибыли от «шумпетерианских» инноваций, а проекты инновационного развития превращаются в инструмент получения преимуществ в дотациях и субсидиях теми предпринимателями, которые в состоянии обеспечить максимальные трансферты ресурсов в пользу субъектов принятия политических решений [3, с. 123; 11, с. 54 – 56]. Интересно отметить, что существует также *различное понимание «промахов»*, которые случаются в процессе реализации инновационных проектов. «Промаш» в Кремниевой долине – это проект, которому отказали в инвестициях, а он впоследствии стал чрезвычайно успешным [8, с. 90]. «Промаш» в ОАО «Роснано» – это получение бюджетных средств проектами, оказавшимися в итоге провальными [21].

Рассмотрев общие особенности формирования «институтов развития» в России, перейдем к выявлению специфики их создания в сибирских регионах.

### ***Специфика созданных «институтов развития» в некоторых сибирских регионах***

При выборе сибирских регионов было использовано два критерия:

1. Структура региональной экономики, определяющая отношение хозяйствующих субъектов к процессу генерирования инноваций.
2. Наличие в регионах «институтов развития», созданных при участии представителей органов власти федерального и регионального уровней.

Кемеровскую область и Красноярский край мы относим к регионам «ресурсного типа», базовыми отраслями которых являются добывающие отрасли и/или отрасли первичного передела. Томская и Новосибирская области являются регионами с относительно диверсифицированной экономикой, выступающими лидерами в сфере генерирования инноваций. В

выбранных сибирских регионах были созданы «институты развития» при прямом участии представителей федеральных и региональных органов власти: ОАО «Кузбасский технопарк», ОАО «Технопарк Новосибирского Академгородка», ОАО «ОЭЗ ТВТ Томск» и ОАО «Корпорация развития Красноярского края». Кроме того, интересным представилось сопоставление отмеченных сибирских регионов с административно-территориальными единицами в развитых странах – штатами США и землями ФРГ (исходя из имеющейся в нашем распоряжении информации).

ОАО «Кузбасский технопарк» создано в 2007 г. в соответствии с госпрограммой «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий». Единственным учредителем ОАО «Кузбасский технопарк» выступила Кемеровская область в лице комитета по управлению государственным имуществом. Органом управления ОАО «Кузбасский технопарк» выступает Совет директоров, в состав которого входило 15 человек (2010 г.). Проведенный анализ показал, что в нем доминировали представители региональной власти (7), в первую очередь – администрации, и регионального крупного бизнеса (3). В состав Совета также входили два мэра крупнейших кузбасских городов – Новокузнецка и Кемерово, и по одному представителю от кузбасской академической и вузовской науки. Возглавлял Совет директоров первый зам. губернатора. Представляется, что в данном случае региональный «институт развития» превратился в своеобразный «филиал» региональной администрации, находящийся полностью под ее организационным и финансовым контролем.

ОАО «Технопарк Новосибирского Академгородка» создано в рамках отмеченной госпрограммы. Учредителем выступила Новосибирская область в лице Департамента имущества и земельных отношений. Коллегиальным органом управления ОАО «Технопарк Новосибирского Академгородка» является Наблюдательный совет, включавший в себя 12 человек (2011 г.). Он состоял из представителей академической науки (3), наемных менеджеров (3), представителей малого инновационного бизнеса (2), представителей региональной (2) и муниципальной (2) власти [18]. На наш взгляд, региональный «институт развития» выступает как относительно «независимый агент», выражающий интересы представителей академической науки и малого инновационного бизнеса. Высокий уровень развития образовательной и исследовательской сферы региона, наличие научных традиций и развитой инфраструктуры (Академгородок) создают условия для преобладания данных интересов.

ОАО «ОЭЗ ТВТ Томск» создано в 2005 г. с привлечением бюджетных средств федерального (74 % уставного капитала) и регионального (26 % уставного капитала) уровней. Органом управления ОАО «ОЭЗ ТВТ Томск» выступает Совет директоров, который в 2010 г. включал в себя 7 человек. Большинство членов Совета составляли наемные менеджеры федерального (3) и регионального (2) уровней [19]. В него вошло два представителя региональной власти. Подобный состав органа управления говорит о доминировании наемных менеджеров, что является видимым основанием для относительной независимости «института развития» от региональной власти, и о явном

влиянии федерального уровня, заинтересованного в непосредственном управлении особой экономической зоной. Томская область традиционно считается лидером в научной, образовательной и инновационной сферах не только среди регионов Сибирского федерального округа, но и в России в целом. В этом смысле региональный «институт развития» выступает в качестве «подразделения» федеральной инновационной структуры (ОАО «ОЭЗ»), создавая условия для коммерциализации инноваций с учетом специфики региона – наличия укорененных научных традиций и зрелой инновационной инфраструктуры.

ОАО «Корпорация развития Красноярского края» создано в 2006 г. Учредителями корпорации развития на паритетных началах выступили ООО «Компания «Базовый элемент», ЗАО «ГидроИнжиниринг Сибирь», ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В. Н. Гулидова» и ГК «Банк развития и внешнеэкономической деятельности. Органом управления ОАО «Корпорация развития Красноярского края» является Совет директоров, состоявший из 9 человек (2012 г.). Проведенный анализ показал, что в нем присутствовали наемные менеджеры (4), представители крупного бизнеса (4), представитель региональной власти (1) [20]. На наш взгляд, региональный «институт развития» является «проводником» интересов крупного бизнеса в регионе. Это обосновано тем, что в Красноярском крае реализуются крупномасштабные инвестиционные проекты, связанные, скорее, не с инновационным развитием, а со стремлением региональных властей осуществить новую индустриализацию экономики региона, предполагающую активное привлечение средств крупного бизнеса [17]. Новая индустриализация означает сырьевое и инфраструктурное освоение обширной территории на востоке страны, а также решение геостратегической задачи по сохранению территориальной целостности России.

Сравним сибирские регионы со штатами США и землями ФРГ с точки зрения внутренних затрат на НИОКР, и удельного веса затрат региональных бюджетов и организаций частного сектора на НИОКР в ВРП регионов (таблицы 1, 2).

Отметим, что суммарные затраты на НИОКР, осуществляемые в сибирских регионах, в 4 раза меньше соответствующих затрат Массачусетса, который не является лидером по объемам финансирования научных исследований и разработок среди рассмотренных штатов и земель. С другой стороны, в штате Калифорния инвестируют в НИОКР в 123 раза больше, чем Томская, Новосибирская и Кемеровская области, а также Красноярский край вместе взятые.

Представленные сибирские регионы-лидеры в сфере осуществления инноваций в целом не уступают по относительным значениям финансирования научных исследований и разработок. В то же время, регионы «ресурсного типа» отстают значительно: минимальное значение отставания между Красноярским краем и штатом Пенсильвания (в 3 раза), а максимальное – между Кемеровской областью и штатом Массачусетс (в 46 раз).

**Сравнение внутренних затрат на НИОКР у сибирских регионов, штатов США и земель ФРГ (тыс. долл.)\***

| <i>Регион, штат, земля</i> | <i>Внутренние затраты на НИОКР у сибирских регионов, штатов США и земель ФРГ (тыс. долл.)</i> | <i>Год</i> |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Томская область            | 273                                                                                           | 2012       |
| Новосибирская область      | 543                                                                                           | 2012       |
| Красноярский край          | 370                                                                                           | 2012       |
| Кемеровская область        | 34                                                                                            | 2012       |
| Штат Массачусетс           | 4879                                                                                          | 2011       |
| Штат Калифорния            | 149812                                                                                        | 2011       |
| Штат Нью-Джерси            | 17069                                                                                         | 2011       |
| Штат Пенсильвания          | 71098                                                                                         | 2011       |
| Земля Баден-Вюртемберг     | 23854                                                                                         | 2010       |
| Земля Нижняя Саксония      | 8005                                                                                          | 2010       |
| Земля Гессен               | 9476                                                                                          | 2010       |
| Земля Бавария              | 19051                                                                                         | 2010       |

*Примечания:* рассчитано автором по: [16, с. 797; 23, с. 228; 26];

\* величина расходов на НИОКР у сибирских регионов и земель ФРГ приведена в соответствие с официальным валютным курсом рубля и евро к доллару США на момент составления соответствующих отчетов.

Таблица 2

**Сравнение удельного веса затрат на НИОКР в ВРП сибирских регионов, штатов США и земель ФРГ (в %)**

| <i>Регион, штат, земля</i> | <i>Удельный вес затрат на НИОКР в ВРП сибирских регионов, штатов США и земель ФРГ (%)</i> | <i>Год</i> |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Томская область            | 2,17                                                                                      | 2011       |
| Новосибирская область      | 2,53                                                                                      | 2011       |
| Красноярский край          | 0,79                                                                                      | 2011       |
| Кемеровская область        | 0,12                                                                                      | 2011       |
| Штат Массачусетс           | 5,53                                                                                      | 2008       |
| Штат Калифорния            | 4,22                                                                                      | 2008       |
| Штат Нью Джерси            | 4,28                                                                                      | 2008       |
| Штат Пенсильвания          | 2,39                                                                                      | 2008       |
| Земля Баден-Вюртемберг     | 4,7                                                                                       | 2010       |
| Земля Нижняя Саксония      | 2,7                                                                                       | 2010       |
| Земля Гессен               | 3,1                                                                                       | 2010       |
| Земля Бавария              | 3,2                                                                                       | 2010       |

*Примечание:* рассчитано автором по: [16, с. 797; 23, с. 228; 27, р. 8 – 89].

На наш взгляд, руководство Новосибирской и Томской областей «сделало ставку» на наемных менеджеров и малый инновационный бизнес при минимальном участии представителей региональной власти, что отражается в наличии среды, стимулирующей инновационную активность в регионах. Красноярский край стремится реализовать масштабные инвестиционные проекты новой индустриализации с участием наемных менеджеров и представителей крупного бизнеса федерального уровня. В Кемеровской области явно доминируют представители региональной власти и бизнеса, который занимается традиционными видами хозяйственной деятельности. Одним из примеров, иллюстрирующих влияние подобного доминирования на поведение предпринимателей, является возможность их включения в резерв управленческих кадров региональной администрации, открывающий доступ к получению определенных привилегий. Иными словами, актуальными становятся персонализированные связи административно-бюрократического характера,

что может свидетельствовать о важности получения инноватором статуса во властно-бюрократической иерархии. Для сравнения, в Кремниевой долине венчурные капиталисты отдают предпочтение не должностному статусу и даже не академическому диплому, а личным достижениям инноваторов, их компетентности и опыту [8, с. 182 – 183].

### **Выводы**

При создании «институтов развития» важно учитывать специфику институциональной среды российской экономики, задающей стимулы для субъектов, участвующих в их формировании. Важными являются неформальные персонализированные связи экономических агентов, вовлеченных в инновационную деятельность, поскольку они способны создать как непреодолимые административно-бюрократические барьеры для предпринимателей, готовых заниматься инновациями, так и облегчить доступ к дополнительным источникам финансирования для «рентоориентированных» пред-

принимателей, которые лишь стремятся имитировать «бурную инновационную активность».

Пример сибирских регионов, в которых созданы «институты развития», показывает, что подобные структуры могут быть изначально превращены в «филиалы» региональных администраций, которые мало способствуют продвижению инноваций в регионе. Доминирование в их органах управления представителей региональных властей может привести к блоки-

рованию инновационной деятельности. В связи с этим, при создании «институтов развития» необходимо в первую очередь учитывать сложившуюся научную, образовательную и предпринимательскую среду региона, которая должна быть адекватной стремлению его властей создать структуры, способствующие повышению инновационной активности. В противном случае, чиновники будут вынуждены сами исполнять роль «инноваторов».

### Литература

1. Афанасьев М. Качество государства – главная проблема России // Прогнозис. 2008. № 1.
2. Гаврилова Н. М. Технопарки в мире и в России // ЭКО. 2012. № 10.
3. Галабурда Н. К. Инновации, поиск ренты и эффективность постсоциалистической трансформации // Научные труды ДонНТУ. 2011. Вып. 40-1.
4. Гельман В. Тупик авторитарной модернизации // Pro et Contra. 2009. Т. 13. № 5 – 6.
5. Государственная программа «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий». Одобрена распоряжением Правительства РФ от 10 марта 2006 г. № 328-р. – URL: <http://www.government.ru/>
6. Дарден К. Целостность коррумпированных государств: взяточничество как неформальный институт управления // Прогнозис. 2009. № 2.
7. Каретин А. Н. Изучение инновационного спроса как инструмент маркетинга инноваций на примере деятельности Кузбасского технопарка // ЭКО. 2010. № 5.
8. Лебре Э. Стартапы. Чему мы еще можем поучиться у Кремниевой долины. М.: Корпоративные издания, 2010. 216 с.
9. Левин С. Н. Региональная локализация и сегментация институциональной среды в постсоветской экономике России // Научные труды ДонНТУ. 2008. Вып. 34-1.
10. Левин С. Н. Политико-бюрократический рынок в современной России // Научные труды ДонНТУ. 2012. Вып. 41.
11. Малкина М. Ю. Институциональные ловушки инновационного развития российской экономики // Журнал институциональных исследований / Journal of Institutional Studies. 2011. Т. 3. № 1.
12. Мерцалова А. Технопаркам в Татарстане, Мордовии и Кузбассе не хватает денег // Газета «Известия». 2011. 9 июня.
13. Норт Д. Понимание процесса экономических изменений; пер. с англ. К. Мартынова, Н. Эдельмана. М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2010. 256 с.
14. Полтерович В. М. Проблема формирования национальной инновационной системы // Экономика и математические методы. 2009. № 2.
15. Райнерт Э. С. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными; пер. с англ. Н. Автономовой. М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2011. 384 с.
16. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013. М.: Росстат, 2013. 990 с.
17. Саблин К. Новая индустриализация российской экономики в контексте создания институтов развития // Журнал экономической теории. 2010. № 4. С. 198 – 203.
18. Список аффилированных лиц на 02.06.2011. URL: <http://www.academpark.com>
19. Список аффилированных лиц на 18.06.2010. URL: <http://www.russez.ru>
20. Список аффилированных лиц на 23.08.2012. URL: <http://www.krdc.ru/>
21. Счетная палата проверила ОАО «РОСНАНО». URL: <http://www.ach.gov.ru/ru/news/26042013-2/>
22. Шмаков А. В., Петров С. П. Приоритетность критериев эффективности при проектировании законодательства // Terra Economicus. 2010. Т. 8. № 2. С. 123 – 130.
23. Bundesbericht Forschung und Innovation. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2012. 656 s.
24. Castilla E. J., Hwang H., Granovetter E., Granovetter M. Social Networks in Silicon Valley // The Silicon Valley Edge: A Habitat for Innovation and Entrepreneurship. Stanford: Stanford University Press, 2000.
25. Davis L., North D. Institutional Change and American Economic Growth: A First Step Towards a Theory of Institutional Innovation // The Journal of Economic History. 1970. Vol. 30. № 1.
26. National Science Foundation. Social, Behavioral and Economic Sciences. URL: <http://www.nsf.gov/statistics/staterd/>
27. Science and Engineering Indicators. Arlington VA.: National Science Foundation, 2012. 592 p.

### Информация об авторе:

**Саблин Кирилл Сергеевич** – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономической теории и государственного управления КемГУ, [Sablin\\_ks@mail.ru](mailto:Sablin_ks@mail.ru).

**Kirill S. Sablin** – Candidate of Economics, Senior Lecturer at the Department of Economic Theory and State Management, Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

# РАЗРАБОТКА РЫНОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННО-РАЗВИТЫХ РЕГИОНОВ

*Е. Н. Старченко, С. Н. Часовников*

## DEVELOPMENT OF MARKET MECHANISMS FOR SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT OF INDUSTRIALIZED REGIONS

*E. N. Starchenko, S. N. Chasovnikov*

*Материал подготовлен по результатам исследования, проведенного при поддержке РГНФ, грант № 13-32-01244 «Разработка рыночных механизмов устойчивого экологического развития промышленно-развитых регионов».*

В ходе выполнения исследования уточнено содержание термина «экономический механизм охраны окружающей среды», под которым авторы понимают систему методов, способов и приемов, воздействующих на природопользователей, способных создать их материальную заинтересованность в соблюдении экологических требований. Анализ используемых методов управления охраной окружающей среды в отечественной и зарубежной практике показал необходимость акцентирования внимания на экономических методах. Формирование инфраструктуры экологического рынка связано с созданием реально функционирующих механизмов стимулирования охраны окружающей среды. Для реализации этого проекта предложено сформировать на региональном уровне экономический механизм охраны окружающей среды с выделением следующих его основных элементов: планирование природоохранной деятельности; оценку негативного воздействия на окружающую среду; определение лимитов на загрязнение окружающей среды; комплексное лицензирование природопользования; финансирование природоохранных мероприятий; экономическое стимулирование охраны окружающей среды.

The authors understand term of “economic mechanism of environmental protection” as a system of methods, techniques and practices that affect the users natural resources that can create their material interest in complying with environmental requirements. The analysis of methods used for environmental management in the domestic and foreign practice has shown the necessity of focusing on economic methods. Formation of environmental infrastructure market is due to the establishment of functioning mechanisms for promoting environmental protection. For this project, the authors proposed to form a regional economic mechanism of environmental protection with the following main elements: environmental planning; assessment of negative impact on the environment; setting limits on the pollution of the environment; package licensing of natural resources; funding for environmental activities; economic incentives for environmental protection.

**Ключевые слова:** экологический рынок, экологическое предпринимательство, инновационное развитие, диверсификация, ассимиляционный потенциал.

**Keywords:** environmental market, environmental entrepreneurship, innovation development, diversification, carrying capacity.

Проведение исследования на предлагаемую тему предполагало разработку рекомендаций по формированию рынка экологических услуг для обеспечения устойчивого экологического развития промышленно-развитого региона. Данная цель должна быть достигнута через разработку рыночных механизмов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, в том числе обеспечивающих усиление роли экологических и экономических стимулов; популяризацию экологического образования и просвещения; разработку рекомендаций по развитию механизмов государственно-частных партнерств для финансирования приоритетных проектов экологического восстановления и реабилитации загрязненных и нарушенных территорий [1]. Научная новизна проведенного исследования заключается в разработке концепции экологического рынка в промышленно-развитом регионе, обеспечивающей его устойчивое развитие и научно-обоснованной методике оценки условий формирования экологического рынка и эффективности его функционирования.

В ходе выполнения исследования были достигнуты результаты теоретического и практического плана.

Во-первых, было предложено выделить в рамках понятия «экономический механизм рационального природопользования» понятие «экономический механизм охраны окружающей среды», что обусловлено увеличением антропогенной нагрузки на окружающую среду и, соответственно, снижением ее экологической емкости. Важнейшей задачей развития эколого-экономических систем является максимальное использование природных материалов, превращение производства по возможности в более замкнутую систему, так как вмешательство человека в биосферные системы нарушает их сбалансированность и внутренние связи. Таким образом, на передний план выходит проблема рационального использования такого элемента природно-ресурсной базы предприятий, как качество окружающей среды. Анализ используемых методов управления охраной окружающей среды в зарубежной практике позволяет сделать вывод о необходимости акцентировать внимание в основном на экономических методах. Экономические рычаги стимулирования рационального природопользования апробированы во многих странах мира. Среди экономических рычагов и стимулов основное место зани-

мают платежи и налоги за загрязнение. Уровень платежа соответствует социально-экономическому ущербу от загрязнения или какому-либо другому показателю, например экономической оценке ассимиляционного потенциала природной среды. Сочетания экономических методов, используемых в разных странах, отличаются друг от друга, что обусловлено степенью экономического развития, спецификой стран, их традициями, природными условиями, технологической культурой производства и отраслевой спецификой. Результаты анализа российской практики использования методов управления охраной окружающей среды свидетельствуют о доминировании административных инструментов над экономическими. При этом российский механизм охраны окружающей среды имеет ряд ключевых достоинств, которые способствовали его формированию и развитию в достаточно сложный период жизни страны, но вместе с тем существуют и серьезные недостатки в его функционировании. К ним можно отнести: коррупционную уязвимость административных методов, завышенные требования некоторых экологических нормативов, недостаточный размер платежей за загрязнение по сравнению с наносимым ущербом, отсутствие поддержки природопользователей, осуществляющих природоохранные мероприятия, достаточно сложная система контроля и мониторинга. На практике, мы считаем, необходимо приступить к формированию в стране экологического рынка и его инфраструктуры, как наиболее эффективного инструмента стимулирования рационального природопользования и охраны окружающей среды. Но, учитывая текущее положение экономики России и зачаточное состояние экологических институтов, являющихся основой экологического рынка, необходимо поэтапное формирование его инфраструктуры.

Существующая система экономического стимулирования охраны окружающей среды укладывается в рамки понятия «экономический механизм рационального природопользования». В настоящий момент на практике этот механизм разработан и внедрен только на федеральном уровне. На региональном уровне представлены только некоторые его элементы, не позволяющие добиться существенных результатов. Для усиления роли качества окружающей среды как объекта природопользования предлагается выделить понятие «экономический механизм охраны окружающей среды», являющейся одним из составляющих понятия «экономический механизм рационального природопользования». Учитывая результаты анализа значения термина «экономический механизм охраны окружающей среды», автор определяет его как систему методов, способов и приемов, воздействующих на природопользователей, способных создать их материальную заинтересованность в соблюдении экологических требований [2].

Во-вторых, в результате проведенного исследования разработана методика расчета прогрессивных платежей, являющаяся ключевым элементом предлагаемого экономического механизма, учитывающая стоимость очистных сооружений при сверхнормативном загрязнении окружающей среды. Суть существующей системы экономического стимулирования

охраны окружающей среды в России сводится к системе экологических платежей за загрязнение окружающей природной среды. Основной проблемой существующей системы является несопоставимость экологических платежей, производимых предприятиями, с реальным ущербом, наносимым окружающей среде, и затратами, которые нужно нести в случае установки различных очистных сооружений. Следствием этого является хроническое недофинансирование природоохранных мероприятий, которые вынуждено на себя брать государство. На основании проведенного анализа эффективности формирования и распределения финансовых потоков, формируемых за счет экологических платежей природопользователей, можно сделать вывод о целесообразности произвести разделение финансовых потоков, формируемых за счет платежей от выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, в пределах стандарта и сверх него. В связи с этим, в процессе проведения исследования была предложена методика расчета прогрессивных экологических платежей, подразумевающая их разделение на две части: основную и прогрессивную. Основная часть платежа, назначаемая предприятиям за выбросы (сбросы) в пределах, установленных для них лимитов, остается без изменений. Прогрессивная часть назначается дополнительно к основному предприятиям, производящим выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, превышающих установленные нормы. Предлагаемая методика расчета прогрессивных платежей за загрязнение окружающей среды позволяет гибко реагировать на изменение рыночной конъюнктуры и поведение природопользователей, определяемое их стремлением получить прибыль.

В-третьих, автором разработана региональная система стимулирования природоохранной деятельности промышленных предприятий, базирующаяся на системе прогрессивных экологических платежей, лизинге экологического оборудования и технологий и перестраховании экологических рисков. Предлагаемая система стимулирования ориентирована на улучшение качества окружающей среды посредством воздействия на экономические интересы природопользователей, обеспечивая при этом не только уменьшение выбросов загрязняющих веществ, но и ресурсоемкость производственного процесса. Таким образом, повышается эффективность использования природно-ресурсного потенциала региона.

Оценка возможности внедрения предлагаемого регионального экономического механизма в Кемеровской области показала, что такие его элементы как финансирование природоохранных мероприятий и экономическое стимулирование природоохранной деятельности на региональном уровне остаются без должного внимания. Исходя из этого, автором предлагается одновременно с изменением методики расчета экологических платежей, создать региональный экологический фонд, который будет специализироваться на лизинге экологического оборудования и технологий и экологическом страховании. Лизинг экологического оборудования и технологий позволяет решить проблему доступности очистных сооружений и технологий. Для формирования целостной системы стимулирования предлагается ввести обязательное экологическое страхование на предприятиях, которые

не осуществляют природоохранных мероприятий, нанося ущерб окружающей природной среде. Роль экологического фонда в предлагаемой системе обязательного экологического страхования сводится к перестрахованию крупных экологических рисков повышая, таким образом, стабильность системы экологического страхования в регионе.

В соответствии с предлагаемым механизмом региональный экологический фонд в рамках лизингового направления сможет за прогнозный период (десять лет) аккумулировать 28710 млн руб. собственных средств, которые будут выданы в виде лизинговых кредитов природопользователям на осуществление природоохранных мероприятий и положительно повлияют на экологическую обстановку в регионе. В направлении экологического страхования фонд за прогнозный период будет иметь возможность застраховать экологическую ответственность природопользователей на до 13,8 млрд руб. в 2016 г., а максимально возможная сумма страховых возмещений может составлять от 264,8 млн руб. до 1394,9 млн руб. соответственно. При этом прогнозируемый размер выплачиваемых возмещений выгодоприобретателям составит до 323,3 млн руб. в 2016 г. С экологической точки зрения применение на практике предлагаемой системы стимулирования рационального подхода к окружающей среде должно привести к существенному снижению ее загрязнения в Кемеровской области. В частности, загрязнение атмосферы должно снизиться на 30,46 %, водных объектов – на 27,82 %. Загрязнение земной поверхности размещением промышленных отходов в соответствии с прогнозом снизится на 37,61 % [2].

В ходе выполнения исследования, авторами установлены и рассмотрены взаимосвязи между экологической составляющей устойчивого развития территории с маркетинговой привлекательностью территории, а также с отдельными ее элементами, например с имиджем, доступностью и степенью развития рынка коммерческой аренды жилья, а также институтом персональных финансов, как элемента устойчивого развития предприятий реального сектора экономики, являющихся основными загрязнителями окружающей среды в крупных промышленных городах; установлена взаимосвязь с механизмами корпоративного кредитования. Кроме того, затронут организационный аспект (организационные структуры управления) управления экологической составляющей устойчивого развития территорий [3].

Важным моментом проведенного исследования, является установление системы связей между эффективностью функционирования экономического комплекса агломераций, позиционированием территории, на которой находится агломерация, благосостоянием экономических субъектов и экологической обстановкой.

Исследование позволило смоделировать систему рыночных механизмов устойчивого экологического развития региона через ряд комплексных показатели. Результаты исследования коррелируют с западным опытом в этой сфере, в частности, американская экономическая школа определяла эффективность экологического рынка через активность участников рынка, к которым относились и физические лица, акцентируя

внимание на вопросах рационального управления финансами домашних хозяйств [4]. Также, американская экономическая школа достаточно плотно занималась вопросами позиционирования городов, включенных в систему экологического рынка. В частности, рассматривался вопрос о стоимости ущерба, который наносили окружающей среде природопользователи, акцент был сделан на востребованности территории, на которой находились предприятия. Результаты проведенного исследования подтверждают модели западных школ, но при этом вносят существенные коррективы, которые позволяют их не только перенести на Российскую действительность, но и трансформировать с учетом внешних и внутренних обстоятельств, в которых находятся регионы России. Также необходимо отметить, что исследование затронуло европейский опыт развития рынка экологических услуг, который и послужил прототипом предлагаемого экологического рынка в Российских условиях. Европейский опыт примечателен тем, что позволяет выявить сложные зависимости между неоднородными хозяйственными связями субъектов экономики и общей экологической ситуацией в регионе. Европейский рынок экологических услуг достаточно хорошо демонстрирует ситуацию, связанную с непростыми отношениями между разными территориями (государствами) с позиции экономических, политических и экологических аспектов. Для России, та же ситуация характерна во взаимоотношениях между регионами стары в области решения экономических и экологических вопросов, только необходимо уделить внимание вопросу устойчивого развития территорий, как насущному в текущей ситуации.

Концепция устойчивого развития территории предполагает достижение экономического роста с одновременным достижением социальной справедливости, а также охрану окружающей среды. Большинство существующих формулировок понятия «устойчивое развитие» на первый план выдвигают экологическую составляющую, которая является неотъемлемой частью человеческого развития [5]. Акцент, как правило, ставится на рациональное и бережное использование имеющихся природных ресурсов для удовлетворения потребностей «настоящего» поколения в целях возможности удовлетворения своих потребностей «будущим» поколением. На социально-экономическое развитие муниципальных образований и регионов в целом влияют как внутренние (природные ресурсы, интеллектуальный капитал, материальные ресурсы и др.), так и внешние факторы (региональная политика государства, глобальная конкуренция, научно-технический прогресс и др.). В результате регионы (а также муниципальные образования), различающиеся между собой рядом характеристик интегрируются в мировую экономику и вынуждены все более конкурировать между собой в борьбе за инвестиции и квалифицированную рабочую силу; за повышение качества жизни проживающего на данной территории населения. Территории становятся активными участниками рынка товаров, работ и услуг, предлагающими внешним (внутренним) «покупателям» (в том числе инвесторам, высококвалифицированным специалистам, другим трудоспособным гражданам, туристам и т. д.) имеющиеся преимущества.

Сегодня, когда каждый регион ставит перед собой задачу привлечения инвесторов в экономику, трудовых ресурсов, на первый план выходят задачи формирования позитивной, устойчиво развивающейся среды. Но применительно ко многим регионам, а, в первую очередь, промышленным, можно указать на существование сугубо отрицательного имиджа, связанного с кризисной экологической ситуацией, и, совершенно не способствующего притоку финансовых ресурсов на соответствующие территории; а, скорее, наоборот, влекущего не только их отток, но и отток трудовых ресурсов. В кризисных условиях конкуренция за имеющиеся ресурсы (инвестиции, кадры и т. д.) ожесточается и монопрофильные города и регионы в силу своей специфики, должны умножать усилия в данном направлении с целью стабилизации социально-экономической ситуации [6].

Таким образом, в настоящее время необходимым инструментом регионального и городского развития является маркетинг территории (как региона в целом, так и муниципальных образований в частности). Фактически же, усилия регионов и отдельных муниципальных образований в этом направлении крайне незначительны (за единичными исключениями). Маркетинг территории предполагает, на основе планомерного и системного изучения состояния и тенденций развития территорий, поиск и дальнейшее продвижение «точек роста», способных привлечь в регион ресурсы, необходимые для стабильного социально-экономического развития. В качестве главной конечной цели маркетинга выступает повышение качества жизни населения посредством социально-экономического развития территории. В качестве основных подцелей маркетинга территорий можно определить следующие:

1. Повышение инвестиционной привлекательности территории.
2. Повышение туристической привлекательности территории.
3. Привлечение высококвалифицированных специалистов и сохранение имеющихся.
4. Привлечение новых жителей и удержание имеющихся с целью улучшения демографической ситуации.
5. Повышение внимания к региону со стороны федерального центра.

Общепринятыми стратегическими направлениями маркетинга, неразрывно взаимосвязанными между собой, являются: 1) маркетинг имиджа; 2) маркетинг достопримечательностей; 3) маркетинг инфраструктуры; 4) маркетинг населения и персонала.

Маркетинг имиджа подразумевает создание, развитие и распространение позитивной картины региона (муниципального образования). Другими словами, территория имеет множество «плюсов», но об этом мало кто знает и необходимо сделать так, чтобы узнали все. Последующие стратегии, так же, как и эффективность стратегии в целом зависят от уже сложившегося имиджа и действительного положения дел в регионе. На практике могут быть выделены различные исходные ситуации – позитивный, слабый, негативный, смешанный, противоречивый, чрезмерно привлекательный имидж. В зависимости от диагностики

вида имиджа выбираются мероприятия по его улучшению, которые должны проводиться комплексно и иметь продолжительный характер, так как имидж трудно создать и также трудно изменить. Устойчивого привлекательного имиджа у Кузбасса (равно как и у Сибири), а также моногородов, входящих в его состав, нет. Однако есть следующие имиджи-образы. В том числе, Кузбасс воспринимался и воспринимается (пока еще до сих пор) как «всесоюзная кузница», дающая стране металлопрокат, в том числе рельсы, арматуру, проволоку, но в условиях кризиса объем промышленного производства снизился, упал спрос на производимую продукцию, сузились рынки сбыта. Деятельность предприятий металлургии явно продемонстрировала, что существующий процесс производства, оборудование настоятельно требуют инноваций, которые можно осуществлять за счет вливания значительных инвестиций, которых нет. Еще один имидж-образ Кузбасса – это шахтерский край, сырьевой регион, шахтерские забастовки и «рельсовые войны». Примером негативного имиджа-образа Кузбасса, неразрывно связанного с первыми двумя, является крайне неблагоприятная и даже кризисная экологическая обстановка в регионе, бороться с которой возможно и нужно, однако тоже только с помощью инвестиций. Часто Кузбасс ассоциируют с лидером – губернатором – этот имидж-образ основан на харизматичности личности [7].

Сегодня, когда ставится задача привлечения инвесторов в экономику региона, на первый план выходят задачи формирования позитивного, устойчивого и узнаваемого имиджа. Имидж не должен быть неоднозначным, противоречивым. Но применительно к Кузбассу ситуация с формированием имиджа усложнена в несколько раз по сравнению с рядом других регионов, что связано с необходимостью не только разработки и продвижения имиджа, но с необходимостью трансформации уже сформированного, исторически устоявшегося, традиционного образа. Который не способствует притоку инвестиций в экономику региона, а также препятствует продвижению Кемеровской области в других отраслях, не позволяя диверсифицировать экономику и отойти от репутации монопрофильного региона.

Маркетинг достопримечательностей дополняет маркетинг имиджа. Регион (муниципальное образование) может использовать природные достопримечательности (горы, реки, водоемы, необычный природный ландшафт, заповедники и др.), историческое наследие (музеи, памятники архитектуры и т. д.), биографию известных личностей, объекты культуры и отдыха (стадионы, культурные и торговые центры, парки), промышленные объекты, туристические объекты и многое другое. Кузбасс помимо того, что заслужил репутацию сырьевого региона, обладает огромным туристическим потенциалом, который незаслуженно обходит стороной при разработке стратегических программ развития Кемеровской области в целом, а также муниципальных образований, входящих в ее состав.

В целях успешного маркетингового позиционирования Кузбасса и входящих в его состав муниципальных образований, в том числе для формирования бла-

гоприятного имиджа территорий, необходимы согласованные действия региональной, муниципальной властей, бизнес-структур, научных учреждений и различных местных сообществ.

Маркетинг инфраструктуры – это важнейший элемент маркетинга региона (муниципального образования), поскольку сама инфраструктура – его несущий каркас и фундамент одновременно. Для успешного маркетингового позиционирования региона (муниципальных образований) необходимы развитые градообслуживающая (жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, строительство, торговля, общественное питание, бытовое обслуживание и т. д.) и социальная (образование, здравоохранение, культура, физкультура и т. д.) сферы, которые вместе формируют городскую инфраструктуру. Она является одним из условий развития территории, так как, для того, чтобы работать на территории, инвестировать в нее, необходимо иметь комфортное жилье, социальную инфраструктуру, рыночную инфраструктуру, отвечающую современным потребностям инженерную инфраструктуру, развитые и в нормальном состоянии дороги и транспорт [7].

Особенности территориального развития промышленно-развитых территорий напрямую связаны с индустриальным периодом развития страны и начавшимся процессом урбанизации, которому были характерны рост промышленного производства, увеличение численности городского населения, высокая плотность застройки, обострение жилищной проблемы. Принимаемые в то время планировочные решения, в том числе, максимальная приближенность промышленных предприятий к жилью, усугубляют и без того кризисную экологическую ситуацию в городах. Дефицит и качество жилья являются одними из актуальных проблем современного постиндустриального общества, которому характерны расширение границ расселения жителей по отношению к центру города, вынесение промышленных предприятий за черту города, активная организация загородного малоэтажного строительства, высокая трудовая мобильность населения. Механизмы и инструменты решения жилищной проблемы изменяются с течением времени и зависят от ряда факторов. Одним из факторов, обуславливающих остроту жилищной проблемы, является доступность жилья, которую можно рассматривать с разных точек зрения: доступность жилья для приобретения; доступность жилья для аренды; доступность социального жилья. В настоящее время воспользоваться возможностями ипотечного кредитования могут далеко не все (из-за высоких ставок и несоответствия критериям выдачи кредита). Получение социального жилья затруднено его малым объемом и бюрократическими проблемами. Рынок частной аренды жилья достаточно стихийный и не поддающийся оценкам. Массовое загородное малоэтажное строительство в сочетании с механизмом найма жилья является тем инструментом, который будет способствовать решению жилищной проблемы и повышению качества жизни населения в индустриальных городах.

В настоящий момент в России, по сравнению с другими странами, низкий процент арендуемого жилья. Основными причинами этого являются: устойчивая привычка к месту у населения, выработанная че-

рез институт прописки, сплошную приватизацию, а также современные жилищные программы, в т.ч. субсидирование молодых семей на покупку жилья; конкуренция бесплатно приватизированных квартир (в плате за найм не учитываются затраты на содержание, амортизацию, утилизацию и др.); низкая ликвидность жилья вследствие значительного износа; отсутствие возможности у работодателей содействовать своим работникам в решении жилищной проблемы по приемлемой цене; практическое отсутствие возможности найти подходящее съемное жильё в дистанционном режиме; отсутствие стимулов к легализации рынка коммерческой аренды, как для арендаторов, так и для арендодателей; неразвитость институтов и инструментов долгосрочной финансовой поддержки; недоработанность нормативно-правовой базы по коммерческому найму жилых помещений; большой срок окупаемости инвестиций в проекты, связанные с предоставлением жилья в наем, а также низкая доходность данных проектов [8].

Для решения проблемы, сложившейся на рынке аренды жилья в России, необходимо создать условия для формирования легального, конкурентного рынка. Одним из решений данного вопроса может стать строительство доходных домов, в т. ч. и малоэтажных загородных таунхаусов. Доходные дома создают условия для мобильности человеческого капитала. Мировой опыт показывает, что «чем выше темпы экономического развития региона, тем больше процент жилья, предоставляемого в аренду»; таким образом, он указывает на привлекательность и доходность арендного сектора как для девелоперов, так и для государства. Основная причина, по которой инвесторы не хотят вкладывать деньги в строительство доходных домов – большой срок окупаемости. Для того чтобы привлечь инвестиции в строительство доходных домов, в первую очередь, необходимо снизить себестоимость на их строительство. Данный тезис реализуем только на основе государственно-частного партнерства, которое предполагает следующие направления участия:

1. Имущественное участие, которое предусматривает предоставление государственным (муниципальным) субъектом в аренду частному партнеру объектов, находящихся в собственности.

2. Финансовое участие – гарантии по займам, выкуп результатов деятельности или софинансирование деятельности партнера из средств бюджета, установление ориентированных льгот по налогам и др. [9].

Разрабатываемые в регионах программы развития сектора доходных домов предусматривают реализацию таких мероприятий на партнерских началах государства с бизнесом, как: предоставление на льготных условиях подготовленных земельных участков под строительство; компенсация части затрат инвесторов от стоимости строительства; компенсация части процентной ставки по кредитам; установление льгот по уплате земельного налога; формирование стандартов деятельности и инфраструктуры рынка арендного жилья (организаций по управлению, эксплуатации арендного фонда и др.); финансовая, правовая, имущественная, консультационная, информационная помощь организациям по арендному жилью. Основными субъектами арендного сектора жилья яв-

ляются органы власти муниципальных образований, предприятия-работодатели, ОАО «АИЖК», региональные ипотечные агентства, банки, застройщики и организации управляющие жилфондом, граждане.

Указанные мероприятия имеют как социальный (улучшение жилищных условий, увеличение доли граждан, которые могут улучшить условия через механизм коммерческого найма), так и экономический эффекты, подтверждая свою целесообразность.

При проведении исследования авторами проводилась его популяризация, в том числе опубликовано две монографии, одно учебное пособие, издан ряд статей в сборниках научных трудов; проведен тематический круглый стол в рамках III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественнонаучному, экономическому, юридическому и социогуманитарному направлениям, проводимой в НФИ КемГУ. Тематика круглого стола включала в себя следующие актуальные вопросы: инвестиционный климат регио-

на: перспективы развития; развитие экологического предпринимательства в регионе (на примере Кемеровской области); сущность и развитие современной системы регулирования природопользования в России; анализ современного состояния системы экологического мониторинга окружающей природной среды; развитие принципа платности природопользования в России и за рубежом; оценка экономических инструментов регулирования негативного воздействия природопользователей на окружающую среду (на примере Кемеровской области); анализ перспектив развития экологического рынка Кемеровской области; оценка потенциала экологизации промышленности Кузбасса; экологический рынок, как инструмент устойчивого развития промышленности региона; экологическое состояние как фактор маркетинговой привлекательности территорий. Кроме того, данный тематический проект участвовал в конкурсе экспонатов на Кузбасской ярмарке, по результатам которого был награжден бронзовой медалью.

### Литература

1. Старченко Е. Н., Часовников С. Н. Опыт работы научной школы по направлению «разработка рыночных механизмов устойчивого экологического развития промышленно-развитых регионов» // Вестник КемГУ. 2013. № 3. Т. 2. С. 146 – 158.
2. Часовников С. Н., Старченко Е. Н. Формирование региональной системы контроля и стимулирования рационального природопользования // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 166. М.: Вольное экономическое общество России, 2012. С. 252 – 254.
3. Бабун Р. В., Старченко Е. Н. Функции и организационные структуры администраций городов в условиях реформ // Вестник КемГУ. 2005. № 3. С. 120 – 124.
4. Часовников С. Н., Старченко Е. Н. Персональные финансы как источник устойчивого развития реального сектора экономики // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 174. М.: Вольное экономическое общество России, 2013. С. 207 – 210.
5. Часовников С. Н., Старченко Е. Н. Социально-экологический маркетинг как инструмент устойчивого развития региона // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 137. М.: Вольное экономическое общество России, 2010. С. 700 – 705.
6. Старченко Е. Н. Территориальный маркетинг как инструмент инновационного развития регионов России // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 137. М.: Вольное экономическое общество России, 2010. С. 660 – 664.
7. Старченко Е. Н. Маркетинговое позиционирование промышленных моногородов как инструмент антикризисной политики регионов // Вестник КемГУ. 2010. № 1. С. 85 – 90.
8. Старченко Е. Н., Часовников С. Н. Арендные отношения в сфере жилой недвижимости как элемент устойчивого развития промышленно-развитых регионов // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 174. М.: Вольное экономическое общество России, 2013. С. 191 – 194.
9. Старченко Е. Н., Часовников С. Н. Взаимодействие бизнеса и власти в жилищной сфере с целью повышения маркетинговой привлекательности города // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 166. М.: Вольное экономическое общество России, 2012. С. 460 – 463.

### Информация об авторах:

**Старченко Елена Николаевна** – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой финансов Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [starchenko-elena@yandex.ru](mailto:starchenko-elena@yandex.ru).

**Elena N. Starchenko** – Candidate of Economics, Head of the Department of Finances, Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University.

**Часовников Сергей Николаевич** – кандидат экономических наук, декан экономического факультета Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [chsergey@yandex.ru](mailto:chsergey@yandex.ru).

**Sergey N. Chasovnikov** – Candidate of Economics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Economics, Novokuznetsk branch of Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.

УДК 330.15

# ФОРМИРОВАНИЕ РЫНОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЫНКА ПРОМЫШЛЕННО-РАЗВИТЫХ РЕГИОНОВ (на примере Кемеровской области)

*С. Н. Часовников, Е. Н. Старченко, Д. Г. Вержицкий*

## EMERGENCE OF MARKET MECHANISMS OF ENVIRONMENTAL MARKET IN INDUSTRIALIZED REGIONS (the example of Kemerovo region)

*S. N. Chasovnikov, E. N. Starchenko, D. G. Verzhitskiy*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФНФ, грант № 13-32-01244.*

В статье изложен материал о результатах проведенного исследования развития экологического рынка в регионе с развитой промышленностью и большой антропогенной нагрузкой на окружающую природную среду. Предложен ряд мер по улучшению экологической ситуации и формированию экологического рынка региона.

The paper describes the results of studying the environmental market in the region with a developed industry and a large anthropogenic impact on the environment. We propose a series of measures to improve the environmental situation and the formation of the environmental market in the region.

**Ключевые слова:** экологический рынок, экономические стимулы, окружающая природная среда, промышленные предприятия, загрязняющие вещества, диверсификация.

**Keywords:** environmental market, economic incentives, environment, industry, pollutants, diversification.

Вопросы экологически безопасного экономического развития являются актуальными для современного общества, поскольку возрастающие масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду вкупе с истощением запасов природных ресурсов ставят перед экономикой региона качественно иные задачи. Интенсификация экономического развития как региона, так и отдельно взятого предприятия должна заключаться не только в повышении эффективности использования имеющихся ограниченных ресурсов, но и в минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Создание условий для экологически безопасного экономического роста – приоритетная задача динамично развивающегося промышленного региона, поскольку ресурсодобывающие отрасли не могут являться постоянным локомотивом экономического развития региона ввиду истощаемости природного сырья.

В последние десятилетия в экономике природопользования происходит формирование понятия «экологический рынок». Различные авторы вкладывают в него различный смысл, но и они сходны в том, что вопросы экологизации экономики должны решаться с позиций рыночного подхода. Этот факт означает, что при формировании экологической политики необходимо делать акцент на экономических стимулах, как основных мотиваторах хозяйственной деятельности. Вместе с тем, понимание категории эколого-экономического стимулирования как рыночной предполагает наличие единой системы обращения экологически значимых активов. То есть, системный подход является необходимым компонентом рыночного подхода при решении задач экологизации экономики. Любые рыночные институты обладают способностью к саморегулированию, однако в контексте некоторых из них тренд развития должна задавать государственная политика. К числу таких институтов относится и экологический рынок. Его формирование возможно при наличии определенных, благоприятных

для этого условий, когда экологические активы приобретают должную ценность и могут быть объектом систематического обращения на рынке. Создание таких условий – прерогатива государства. Учитывая тот факт, что вопросы экологии и рационального природопользования относятся к сфере государственной политики, кроме создания условий от государства требуется создание инфраструктуры, которая будет способствовать функционированию экологического рынка. Результатом же является экологизация хозяйственной деятельности субъектов экономики, что неизбежно ведет к улучшению эколого-экономической ситуации в регионе. Таким образом, в настоящее время для перелома негативной экологической тенденции в России целесообразна разработка и внедрение в практику рыночных механизмов устойчивого экологического развития, в том числе модели экологического рынка, что также будет способствовать решению ряда социально-экономических проблем.

Возвращаясь к значимости самого термина «Экологический рынок», нужно подчеркнуть, что это достаточно эффективная технология решения целого класса эколого-экономических проблем. Сложность их разрешения заключается в том, что любая деятельность, связанная с охраной природы является на первый взгляд экономически убыточной. Разработка и внедрение экологических технологий не приводит ни к улучшению качества изготавливаемой продукции, ни к увеличению производительности, то есть такие инвестиции участниками рынка расцениваются как заведомо бесперспективными. Однако таково видение проблемы лишь на первый взгляд. Многие государства уже на сегодняшний день с успехом используют механизм, который делает рациональное природопользование не только «полезной», но и прибыльной деятельностью. Этот механизм носит название экологического рынка.

Экологический рынок представляет собой комплексный институт, в рамках которого происходит

взаимодействие спроса и предложения на товары, услуги и иные блага природоохранного назначения. Экологический рынок не возникает сам по себе. Учитывая особенность активов, которые на нем обращаются, спрос на нем формируется только при наличии определенных предпосылок и под влиянием условий, во многом формируемых эколого-экономической политикой государства. Таким образом, целью исследования является выявление предпосылок и условий экологизации экономики страны.

Вопросы экологизации экономики разрабатываются специалистами с середины 90-х годов XX века. В частности, о рынке товаров и услуг природоохранного назначения как о самостоятельной институциональной экономической единице говорили такие отечественные ученые как Н. Ф. Реймерс [9], А. Н. Маликов, А. И. Чулок [10]. Однако в современной экономической науке до сих пор отсутствует глубокое осмысление экологического рынка как единой системы, комплексного экономического института, способствующего экологизации экономики страны, региона. Подобное понимание экологического рынка позволяет сформировать подходы к определению предпосылок и условий возникновения и развития такого рынка, а значит, позволяет способствовать этому процессу в реальной экономической действительности.

Природоохранная деятельность предприятий, которая заключается в минимизации негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду может приносить положительный экономический эффект сама по себе. Загрязнение окружающей среды как правило вызывается выбрасыванием в нее отходов производственных процессов. Подобные отходы формируются в результате переработки первоначально вовлекаемых в процесс ресурсов. Таким образом, сокращение потребления таких ресурсов вызывает и сокращение выбрасываемых отходов. Особенно ярко такая логика проявляется в сфере энергосбережения: сокращение потребления топлива с одной стороны, сокращает выбросы продуктов его горения (тем самым благоприятно влияя на окружающую среду), с другой стороны, сокращает затраты предприятия (благоприятно влияя на финансовый результат). Подобная ситуация получила название «политика двойного выигрыша» [10, с. 107 – 108]. При этом, в условиях жесткого эколого-экономического регулирования действует еще и принцип платного природопользования. Суть его заключается в том, что агенты рынка, оказывающие негативное влияние на окружающую среду, уплачивают соответствующие экологические платежи и штрафы, сумма которых прямо пропорциональна нанесенному ущербу. В таком случае, повышение экологичности производства ведет к сокращению таких платежей, что также положительно влияет на финансовые результаты деятельности предприятия.

Экологический рынок может быть сегментирован, причем существует четкая логическая взаимосвязь между выделяемыми сегментами, которая составляет механизм его функционирования. Сегментами экологического рынка являются:

- рынок экологических технологий;
- рынок экологического оборудования;
- рынок экологических услуг;

– рынок квот на выбросы веществ-загрязнителей [1, с. 281].

Механизм функционирования экологического рынка включает в себя, во-первых, наличие факторов-мотиваторов, способствующих формированию спроса на товары, услуги природоохранного назначения. Спрос на экологическом рынке формируют предприятия, осуществляющие экологизацию собственной деятельности. Мотивы экологизации могут быть различными: необходимость соответствовать установленным законом стандартам (ПДК, ПДВ), стремление получить «двойной выигрыш» от сокращения выбросов (и платы за них) и сокращения себестоимости продукции (за счет экономии на топливе, иных ресурсах), желание повысить имидж компании, возможность реализации полученных сокращений выбросов на рынке квот. Сокращение негативного воздействия на окружающую среду возможно при внедрении новых технологических решений, поэтому в первую очередь развивается спрос на соответствующие технологии природоохранного и ресурсосберегающего назначения, что ведет к развитию первого сегмента экологического рынка – рынка экологических технологий. Практическая реализация технологических решений требует приобретения соответствующего оборудования – так формируется спрос на основные фонды природоохранного назначения (на схеме – рынок экооборудования).

Для того, чтобы осуществить инвестиционный проект в сфере экологии, необходимо определить технологию, по которой возможно сокращение эмиссий веществ-загрязнителей, также необходимо определить вероятный положительный экологический (сокращение эмиссий) и экономический (сокращение потребления ресурсов) эффект от проекта. Сама процедура выхода на экологический рынок достаточно затруднительна, поэтому требуются фирмы – консультанты, готовые оказать необходимый комплекс услуг.

При наличии определенных условий в экологическом рынке страны (региона) может существовать сегмент квот на выбросы веществ-загрязнителей. Основным условием его функционирования является наличие между субъектами рынка соглашений, предусматривающих возможность купли-продажи таких квот. Примерами такого рынка являются рынок квот на соединения серы в США, рынок квот на выбросы парниковых газов, функционирующий в странах ЕС.

Таким образом, экологический рынок необходимо понимать как систему отдельных сегментов, совокупность которых: во-первых, обеспечивает мотивацию (формирует спрос), а во-вторых, представляет собой источник удовлетворения этого спроса. Взаимосвязь указанных сегментов и представляет в совокупности механизм функционирования экологического рынка. Фактически «запускает» этот механизм государство, внедряющее в практику методы эколого-экономического регулирования, тем самым подталкивая субъектов рынка к экологизации.

На сегодняшний день можно говорить об образовании экологических рынков таких стран как США, Япония, страны ЕС. В России сейчас только происходит формирование основ для экологизации экономи-

ки: создается и совершенствуется нормативно-правовая база, разрабатываются концепции повышения ресурсоэффективности экономики страны. Поэтому, особое внимание необходимо уделить созданию условий, мотивирующих в достаточной степени природопользователей, минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Анализ используемых методов управления охраной окружающей среды в зарубежной практике позволяет сделать вывод о необходимости акцентировать внимание в основном на экономических методах. Результаты анализа российской практики использования методов управления охраной окружающей среды свидетельствуют о доминировании административных инструментов над экономическими. При этом российский механизм охраны окружающей среды имеет ряд ключевых достоинств, которые способствовали его формированию и развитию в достаточно сложный период жизни страны, но вместе с тем существуют и серьезные недостатки в его функционировании. К ним можно отнести: коррупционную уязвимость административных методов, завышенные требования некоторых экологических нормативов, недостаточный размер платежей за загрязнение по сравнению с наносимым ущербом, отсутствие поддержки природопользователей, осуществляющих природоохранные мероприятия, достаточно сложная система контроля и мониторинга.

Для усиления роли качества окружающей среды как объекта природопользования авторы ранее выделили понятие «экономический механизм охраны окружающей среды», являющееся одним из составляющих понятия «экономический механизм рационального природопользования» [3, с. 253]. Соотношение этих понятий можно определить через анализ связей между их элементами, представленный на рис. 1 [4, с. 702].

Экономический механизм охраны окружающей среды является составной частью общего механизма регулирования отношений в сфере «общество – природа». Таким образом, это прежде всего система, инфраструктура (правовая, организационная, институциональная), необходимая для направления действия указанных экономических фактов в целях достижения разумного баланса экологических и экономических интересов общества.

Учитывая результаты анализа, значения термина «экономический механизм охраны окружающей среды», автор определяет его как систему методов, способов и приемов, воздействующих на природопользователей, способных создать их материальную заинтересованность в соблюдении экологических требований [5, с. 150].

Суть существующей системы экономического стимулирования охраны окружающей среды в России сводится к системе экологических платежей за загрязнение окружающей природной среды.

Основной проблемой существующей системы является несопоставимость экологических платежей, производимых предприятиями, с реальным ущербом, наносимым окружающей среде, и затратами, которые

нужно нести в случае установки различных очистных сооружений. Следствием этого является хроническое недофинансирование природоохранных мероприятий, которые вынуждено на себя брать государство.

На основании проведенного анализа эффективности формирования и распределения финансовых потоков, формируемых за счет экологических платежей природопользователей, можно сделать вывод о целесообразности произвести разделение финансовых потоков, формируемых за счет платежей от выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, в пределах стандарта и сверх него.

В связи с этим, была предложена методика расчета прогрессивных экологических платежей подразумевающая их разделение на две части: основную и прогрессивную. Основная часть платежа, назначаемая предприятиям за выбросы (сбросы) в пределах установленных для них лимитов, остается без изменений. Прогрессивная часть назначается дополнительно к основной предприятиям, производящим выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, превышающих установленные нормы. Методика также определяет предельный срок установки очистных сооружений, при превышении которого предприятие-загрязнитель должно быть ликвидировано.

Размер экологических платежей для существующих предприятий рас считывается по формуле:

$$P_o = \sum_{i=1}^m (P_{Hi} + \Delta P_i), \quad (1)$$

где  $P_o$  – общий платёж, руб.;  $P_{Hi}$  – величина установленного платежа по нормативу по  $i$  – тому загрязняющему веществу, руб.;  $\Delta P_i$  – величина прогрессивной штрафной санкции за сверхнормативное загрязнение окружающей природной среды  $i$  –  $m$  загрязняющим веществом, руб.;  $m$  – количество загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду вследствие деятельности природопользователя.

Если срок ввода в эксплуатацию очистных сооружений не превышает нормативный, то платежи за отчетный год по  $i$  – у загрязняющему веществу рассчитываются по следующей формуле:

$$\Delta P_i = C_{ochi} \cdot \frac{n_i}{K_{ochi}} \cdot \frac{W_{выбi} - W_{ПДi}}{W_{выбi}}, \quad (2)$$

где  $C_{ochi}$  – рыночная стоимость очистных сооружений по очистке  $i$  – того загрязняющего вещества, руб.;  $n_i$  – количество прошедших лет с момента выявления сверхнормативного загрязнения по  $i$  – тому загрязняющему веществу, [1, ...,  $k$ ], лет;  $k$  – максимально допустимое количество лет с момента выявления сверхнормативного загрязнения по  $i$  – тому загрязняющему веществу, лет;  $K_{ochi}$  – нормативный срок ввода в эксплуатацию очистных сооружений по очистке  $i$  – того загрязняющего вещества, лет;  $W_{выбi}$  – величина фактического валового выброса (сброса)  $i$  – того загрязнения, т;  $W_{ПДi}$  – предельно допустимая величина валового выброса (сброса), т.



Рис. 1. Соподчиненность элементов экономического механизма рационального природопользования и охраны окружающей среды

Если срок ввода в эксплуатацию очистных сооружений превышает нормативный, то платежи за отчетный год по  $i$  – тому загрязняющему веществу рассчитываются по следующей формуле:

$$\Delta \Pi_i = C_{очи} \cdot \frac{W_{выб\ i} - W_{ПД\ i}}{W_{выб\ i}}, \quad (3)$$

В случае, если предприятие было создано после введения в действие методики (вновь созданное предприятие), то при превышении установленных экологических нормативов размер штрафов будет рассчитываться также по формуле (3).

Если предприятие не в состоянии оплатить экологические платежи в от четном году (размер чистой прибыли меньше прогрессивной части экологических платежей), то оно может воспользоваться механизмом отложенных платежей. При этом если предприятие выполняет природоохранную программу в установленные сроки (при условии снижения загрязнения до определенных нормативных значений), оно может получить возможность списать основную сумму непогашенной задолженности.

Отложенные экологические платежи за отчетный год по  $i$  – тому загрязняющему веществу рассчитываются по следующей формуле:

$$\Delta \Pi_{отл\ i} = \Delta \Pi_i \cdot \frac{K_{очи\ i} + 1 - n_i}{K_{очи\ i}} \cdot \frac{1}{T_i}, \quad (4)$$

где  $\Delta \Pi_{отл\ i}$  – величина штрафной санкции за сверхнормативное загрязнение окружающей природной среды  $i$  – тым загрязняющим веществом, руб.;  $T_i$  – коэффициент динамики снижения выбросов (сбросов) по  $i$  – тому загрязняющему веществу [0, ..., 2].

$$T_i = \frac{W_{выб\ i\ отчет}}{W_{выб\ i\ баз}}, \quad (5)$$

где  $W_{выб\ i\ отчет}$  – величина фактического валового выброса (сброса)  $i$  – го загрязнения в отчетном периоде, т;  $W_{выб\ i\ баз}$  – величина фактического валового выброса (сброса)  $i$  – го загрязнения в базовом (предшествующем) периоде, т.

Необходимо учесть, что предоставлять отсрочку по экологическим платежам без дополнительной компенсации государству нецелесообразно, поэтому рекомендуется ввести плату за временное использование средств. Таким образом, если предприятие решило воспользоваться системой отложенных платежей, оно должно будет уплачивать проценты за временное использование средств. Расчет ежегодных расходов предприятия по обслуживанию отложенных платежей будет производиться по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta \Pi_{np\ i\ n_i} &= \\ &= \sum_{n_i=1}^k \Delta \Pi_{отл\ i\ n_i-1} \cdot \frac{P}{100\ \%}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\Delta\Pi_{пр\ i\ n_i}$  – проценты, уплачиваемые природопользователем в  $n_i$  – том периоде за отложенный экологически платеж, полученный в  $(n_i - 1)$  – том периоде, руб.;  $\Delta\Pi_{отл\ i\ n_i - 1}$  – размер отложенного экологического платежа, полученного природопользователем в  $(n_i - 1)$  – том периоде;  $P$  – ставка процента, устанавливаемого за временное использование средств.

Таким образом, природопользователь, оплачивая сверхнормативные выбросы (сбросы), будет вынужден или сокращать объемы производства для их снижения или вводить в эксплуатацию очистные сооружения.

Оценка возможности внедрения предлагаемого регионального экономического механизма в Кемеровской области показала, что такие его элементы как финансирование природоохранных мероприятий и экономическое стимулирование природоохранной деятельности на региональном уровне остаются без должного внимания. Исходя из этого, предлагается одновременно с изменением методики расчета экологических платежей, создать региональный экологический фонд, который будет специализироваться на лизинге экологического оборудования и технологий и экологическом страховании.

Экологические платежи за сверхнормативное загрязнение окружающей среды позволят сформировать доходную часть экологического фонда, которая будет направлена на природоохранные мероприятия. Средства данного фонда должны формироваться за счет прогрессивной части экологических платежей при-

родопользователей [6, с. 209]. В случае возникновения дефицита бюджета фонда предполагается использовать средства коммерческих банков с учетом ограничения, рассчитываемого по формуле:

$$\begin{cases} MC \leq 0.5 \cdot Pr; \\ TC \leq D, \end{cases} \quad (7)$$

где  $MC$  – максимально возможный размер процентных выплат по банковским кредитам, используемых фондом в отчетном периоде, руб.;  $Pr$  – общая сумма лизингового вознаграждения фонда в отчетном периоде, руб.;  $TC$  – общая стоимость услуги лизинга для природопользователя, в процентах;  $D$  – средняя стоимость кредитных ресурсов на рынке, в процентах.

Значение данного ограничения сводится к тому, чтобы общая стоимость услуг фонда не должна превышать средней ставки по банковским кредитам. Кроме того, устанавливается максимальный объем процентных выплат, не превышающих половины годовой суммы лизингового вознаграждения фонда (рекомендации европейских экологических фондов, занимающихся лизингом очистных сооружений) [7, с. 193]. В случае, если данное неравенство нарушается, необходимо сократить расходную часть бюджета лизингового фонда.

Лизинг экологического оборудования и технологий позволяет решить проблему доступности очистных сооружений и технологий. Поэтому, целесообразно развивать направление лизинга посредством создания регионального экологического фонда. Схема и условия работы с фондом приведены на рис. 2.

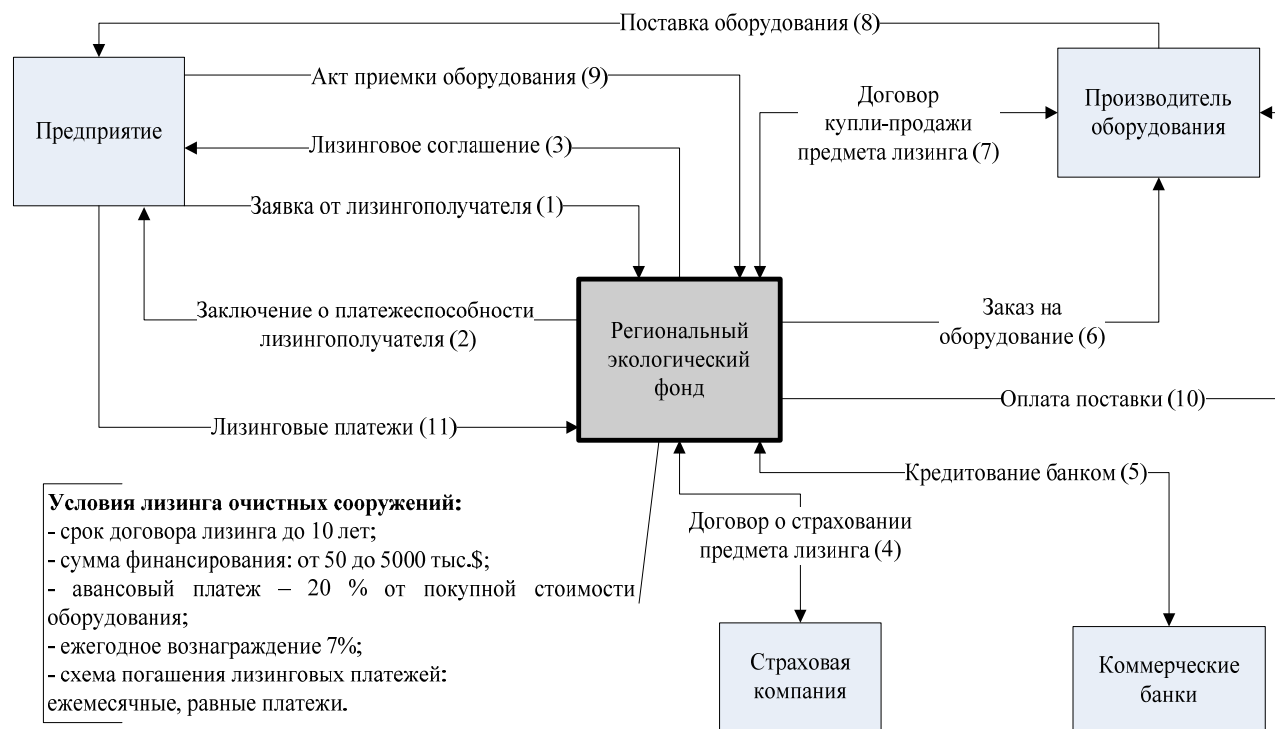


Рис. 2. Схема и условия работы по экологическому лизингу

По окончании срока лизинга лизингополучатель обязан будет выкупить очистные сооружения по остаточной стоимости. Необходимо отметить, что для

снижения затрат природопользователей на природоохранные мероприятия предлагается на период лизинга освободить фонд от налога на имущество. При

наличии профицита лизингового фонда денежные средства могут быть направлены на финансирование природоохранных мероприятий и региональных программ.

Для формирования целостной системы стимулирования предлагается ввести обязательное экологическое страхование на предприятиях, которые не осуществляют природоохранных мероприятий, нанося ущерб окружающей природной среде. Схема функционирования обязательного экологического страхования приведена на рис. 3 [8, с. 462].

Роль экологического фонда в предлагаемой системе обязательного экологического страхования сводится к перестрахованию крупных экологических рисков, повышая таким образом, стабильность системы экологического страхования в регионе.

Предлагаемая организационная структура должна оказать влияние на функционирование и развитие промышленных предприятий с позиции экологизации их производственного процесса.



Рис. 3. Структурная схема функционирования системы экологического страхования

Вопрос относительно формирования организационной структуры, которая бы обеспечивала функционирование предлагаемого экономического механизма, решается посредством распределения ответственности за реализацию его элементов между существующими органами власти и вновь создаваемого регионального экологического фонда.

Схема взаимодействия регионального экологического фонда с участниками природоохранной деятельности отображена на рис. 4.

Результаты проведенной апробации предлагаемого экономического механизма охраны окружающей среды на базе промышленных предприятий Кемеровской области свидетельствуют о его эффективности.

В соответствии с предложенным механизмом региональный экологический фонд в рамках лизингового направления сможет за прогнозный период (десять лет) аккумулировать 28710 млн руб. собственных средств, которые будут выданы в виде лизинговых кредитов природопользователям на осуществление

природоохранных мероприятий и положительно повлияют на экологическую обстановку в регионе.

В направлении экологического страхования фонд за прогнозный период будет иметь возможность застраховать экологическую ответственность природопользователей на сумму от 7,5 млрд руб. в 2014 г. до 13,8 млрд руб. в 2023 г., а максимально возможная сумма страховых возмещений может составлять от 264,8 млн руб. до 1394,9 млн руб. соответственно. При этом прогнозируемый размер выплачиваемых возмещений выгодоприобретателям составит от 125,6 млн руб. в 2014 г. до 323,3 млн руб. в 2023 г.

С экологической точки зрения применение на практике предлагаемой системы стимулирования рационального подхода к окружающей среде должно привести к существенному снижению ее загрязнения в Кемеровской области. В частности, загрязнение атмосферы должно снизиться на 30,46 %, водных объектов – на 27,82 %. Загрязнение земной поверхности

размещением промышленных отходов в соответствии с прогнозом снизится на 37,61 %.

В настоящее время представляемая Школа «Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты» имеет значительный научный

задел и достижения, в том числе и по направлению «Разработка рыночных механизмов устойчивого экологического развития промышленно-развитых регионов».

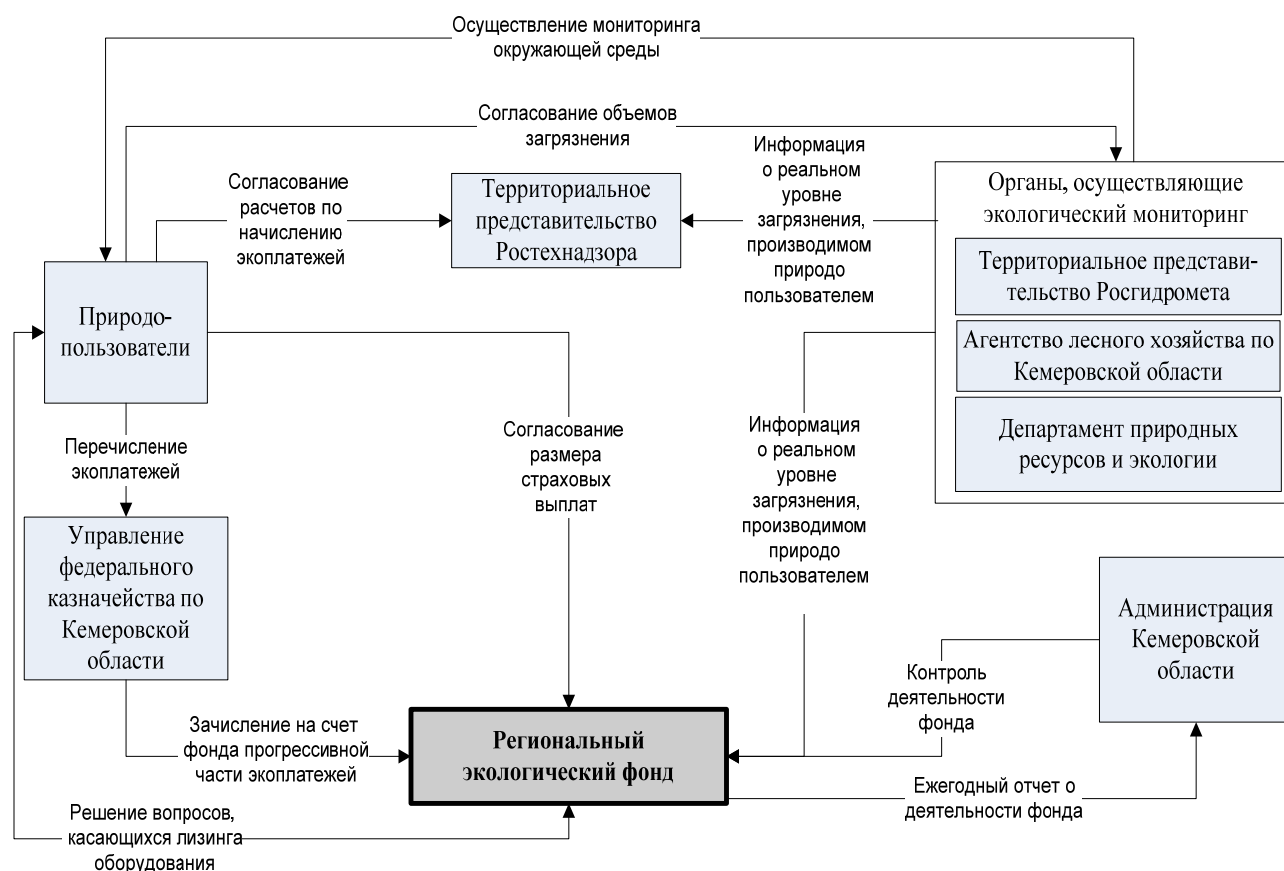


Рис. 4. Схема взаимодействия регионального экологического фонда с участниками природоохранной деятельности

Понимание глобального противоречия современной культуры потребления природных ресурсов и экологической емкости среды привело к возникновению термина «экологический рынок». Идеи эколого-экономического регулирования проистекают из концепции устойчивого развития, развиваются в изучении проблем экологизации экономики и выходят на первый план в формировании рыночного механизма регулирования природопользования региона. Экономический рост, как сама цель развития экономики

страны, региона, в неэкологизированной экономике приводит к возрастанию негативной нагрузки на окружающую среду, что в конечном итоге напрямую сказывается на уровне жизни населения. Однако, отказ от дальнейшего экономического развития в угоду решения проблем экологии также не возможен, так как исключает возможность решения социальных проблем. Поэтому, для экономики региона одним из наиболее актуальных аспектов реформирования, является тенденция экологизации.

#### Литература

1. Вержицкий Д. Г., Часовников С. Н. Формирование понятия «Экологический рынок» и его роль в современных условиях // Вестник Кемеровского государственного университета. 2012. № 1. С. 279 – 284. Т. 4.
2. Часовников С. Н. Разработка регионального экономического механизма охраны окружающей среды от загрязнения промышленными предприятиями (на примере Кемеровской области): дис. ... канд. экон. наук. Кемерово, 2007. С. 107 – 109.
3. Часовников С. Н., Старченко Е. Н. Формирование региональной системы контроля и стимулирования рационального природопользования // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 166. М.: Вольное экономическое общество России, 2012. С. 252 – 254.
4. Часовников С. Н., Старченко Е. Н. Социально-экологический маркетинг как инструмент устойчивого развития региона // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 137. М.: Вольное экономическое общество России, 2010. С. 700 – 705.

5. Старченко Е. Н., Часовников С. Н. Опыт работы научной школы по направлению «разработка рыночных механизмов устойчивого экологического развития промышленно-развитых регионов» // Вестник Кемеровского государственного университета (журнал теоретических и прикладных исследований). Кемерово, 2013. № 3. Т. 2. С. 146 – 158.
6. Часовников С. Н., Старченко Е. Н. Персональные финансы как источник устойчивого развития реального сектора экономики // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 174. М.: Вольное экономическое общество России, 2013. С. 207 – 210.
7. Старченко Е. Н., Часовников С. Н. Арендные отношения в сфере жилой недвижимости как элемент устойчивого развития промышленно-развитых регионов // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 174. М.: Вольное экономическое общество России, 2013. С. 191 – 194.
8. Старченко Е. Н., Часовников С. Н. Взаимодействие бизнеса и власти в жилищной сфере с целью повышения маркетинговой привлекательности города // Сборник научных статей "Научные труды Вольного экономического общества России". Т. 166. М.: Вольное экономическое общество России, 2012. С. 460 – 463.
9. Реймерс Н. Ф. Экологический рынок // Зеленый мир. 1996. № 6.
10. Чулок А. И. Предпринимательство и инновации. Часть 5 // «Российское предпринимательство» № 6. 2000. URL: <http://www.creativeconomy.ru/library/prd511.php>
11. Мекуш Г. Е. Эколога-экономическая оценка устойчивости регионального развития (на примере Кемеровской области): автореф. дис. ... д-ра экон. наук. М., 2007 С. 10.

#### Информация об авторах:

**Часовников Сергей Николаевич** – кандидат экономических наук, доцент, декан экономического факультета Новокузнецкого филиала-института КемГУ, [chsergey@yandex.ru](mailto:chsergey@yandex.ru).

**Sergey N. Chasovnikov** – Candidate of Economics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Economics, Novokuznetsk branch of Kemerovo State University.

**Старченко Елена Николаевна** – кандидат экономических наук, заведующий кафедрой финансов Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [starchenko-elena@yandex.ru](mailto:starchenko-elena@yandex.ru).

**Elena N. Starchenko** – Candidate of Economics, Head of the Department of Finances, Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University.

**Вержицкий Данил Григорьевич** – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры финансов Новокузнецкого института (филиала) КемГУ, [daniilve@rambler.ru](mailto:daniilve@rambler.ru).

**Danil G. Verzhitsky** – Candidate of Economics, Senior Lecturer at the Department of Finances, Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 28 июля 2014 г.*

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Для публикации в «Вестнике КемГУ» принимаются статьи, в которых отражаются результаты актуальных фундаментальных и прикладных научных исследований, передовых наукоемких технологий, научных и научно-методических работ, посвященных проблемам высшего образования и развитию науки в высшей школе и соответствующие тематике журнала. Представленный к публикации материал может иметь разнообразный характер: от постановки проблемных теоретических вопросов, предложений разработки новых направлений в науке до анализа результатов конкретных исследований.

Предоставляя статью для публикации в журнале «Вестник КемГУ», автор тем самым выражает свое согласие на передачу права на воспроизведение, распространение и доведение до всеобщего сведения любым способом.

Статьи принимаются в соответствии с перечнем научных направлений ВАК:

|          |                                 |          |                       |
|----------|---------------------------------|----------|-----------------------|
| 01.00.00 | Физико-математические науки     | 10.00.00 | Филологические науки  |
| 02.00.00 | Химические науки                | 12.00.00 | Юридические науки     |
| 03.00.00 | Биологические науки             | 13.00.00 | Педагогические науки  |
| 05.00.00 | Технические науки               | 19.00.00 | Психологические науки |
| 07.00.00 | Исторические науки и археология | 22.00.00 | Социологические науки |
| 08.00.00 | Экономические науки             | 23.00.00 | Политология           |
| 09.00.00 | Философские науки               | 25.00.00 | Науки о земле         |

### ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА В РЕДАКЦИЮ

1. Текст статьи представляется в редакцию на русском языке, на электронном носителе, проверенном на отсутствие вирусов, в виде файла с расширением *.doc*, построенного средствами Microsoft Word 97-2007, и одного печатного экземпляра на стандартных листах формата 210×297 мм. Иногородние авторы могут представлять указанные материалы по электронной почте [vestnik@kemsu.ru](mailto:vestnik@kemsu.ru). Электронная версия должна быть идентична распечатанному тексту, в случае расхождения, за основу берется печатный вариант.

2. Рекомендуемый объем статьи, включая аннотацию и список литературы, 16 – 25 тыс. знаков без пробелов.

3. Авторам материалов естественнонаучного направления необходимо дополнительно предоставить экспертное заключение<sup>1</sup> о возможности опубликования в открытой печати.

4. Все статьи, поступившие в редакцию, проходят рецензирование, где анализируются актуальность темы, научная новизна и оригинальность решений, доказательная база, строгость и однозначность выводов, оснащение научным аппаратом, качество иллюстративного материала, и публикуются по решению редакционной коллегии журнала.

5. Редакция имеет право проводить сокращения и редакционные изменения текста рукописей.

6. Работы общественно-публицистического характера к рассмотрению и публикации не принимаются.

7. Представленные статьи могут быть возвращены автору на доработку или отклонены из-за несоответствия профилю журнала, неприемлемого объема, отрицательного итога экспертизы или несоблюдения правил оформления. Рукописи, не принятые к публикации, авторам не высылаются. Гонорар за опубликованные статьи не выплачивается.

8. Не допускается свыше двух статей одного автора в одном номере журнала.

9. Статьи аспирантов печатаются в журнале бесплатно при наличии справки из отдела аспирантуры и рекомендации научного руководителя.

10. Статьи включаются в выпуск только после положительного решения редколлегии и предоставления копии платежного документа в редакцию журнала.

11. Представление оригинальной статьи к публикации в «Вестнике КемГУ» означает согласие авторов на передачу права автора на воспроизведение, распространение и доведение до всеобщего сведения любым способом.

### СТРУКТУРА СТАТЬИ

1. Индекс универсальной десятичной классификации (УДК).
2. Название статьи.
3. Инициалы и фамилия автора (авторов).
4. Аннотация/реферат.
5. Ключевые слова.

<sup>1</sup> Форма экспертного заключения в формате .pdf представлена на [сайте издания](#)

6. Текст статьи с таблицами, рисунками, формулами.
7. Список литературы.
8. Публикуемые сведения об авторе (авторах): фамилия, имя, отчество; ученая степень, ученое звание; должность, место работы; служебные телефоны, адрес электронной почты (e-mail).

### ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

1. Текст набирается без форматирования и нумерации страниц, с учетом абзацев и особых указаний в требованиях к оформлению статей.
2. Последовательность элементов оформления – в соответствии со структурой статьи.
3. Заголовок статьи (не более 3 строк) необходимо предоставить на русском и английском языках.
4. Инициалы и фамилия автора (авторов) – через запятую.
5. Статья должна быть снабжена аннотацией<sup>2</sup> на русском и английском языках. **Аннотация к статье должна быть:** информативной (не содержать общих слов); оригинальной; содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье); компактной (укладываться в объем не менее 200 – 250 слов). **Аннотация должна включать следующие аспекты содержания статьи:** предмет, цель работы; метод или методологию проведения работы; результаты работы; область применения результатов; выводы.
6. Статья должна быть снабжена ключевыми словами на русском и английском языках (рекомендуемое количество ключевых слов – 5 – 7).
7. При вставке формул использовать только Microsoft Equation 3.0 (встроенный редактор формул Microsoft Office), расположение формул на странице – по центру. Нумеровать рекомендуется лишь формулы, на которые имеются ссылки.

Например:

$$J_q^+ : q = \begin{cases} \operatorname{Re}(z_1 / z_2) i + \operatorname{Im}(z_1 / z_2) j + \\ + \frac{|z_1|^2 - |z_2|^2}{|z_1|^2 + |z_2|^2} k \mid z_2 \neq 0, \\ k \mid z_2 = 0. \end{cases} \quad (12)$$

8. Рисунки и подписи к ним располагаются непосредственно в тексте. Рисунки должны иметь формат .jpg, допускать перемещение в тексте и возможность уменьшения размеров.
9. Объекты, созданные средствами Microsoft Office, должны допускать возможность редактирования.
10. Таблицы нумеруются, если их число более одной.
11. Ссылки на цитированную литературу приводятся в квадратных скобках в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Например:

Ссылка на полный текст документа [6].

Ссылка на фрагмент текста документа или статью в периодическом издании [6, с. 24 – 28].

12. Список литературы располагается после текста статьи, нумеруется (начиная с первого номера) в алфавитном порядке, предваряется словом «Литература» и оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008 «СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Под одним номером допустимо указывать только один источник.

13. Сокращения в тексте – по ГОСТ 7.0.12-2011 «СИБИД. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила». Допускается использование аббревиатур.

14. Примечания и сноски оформляются непосредственно в **тексте** в круглых скобках курсивом.

Например: текст (*Прим. автора: текст примечания*).

15. Внедренные шрифты, используемые в тексте статьи, предоставляются отдельными файлами.

16. На последней странице статьи указываются публикуемые сведения об авторах **на русском и английском языках:** полное название учреждения, где выполнено исследование; фамилии, имена и отчества авторов полностью; ученая степень, звание, должность, место работы, номера контактных телефонов, адрес электронной почты всех авторов.

17. На последней странице статьи должны быть подписи всех авторов.

### РЕКВИЗИТЫ РЕДАКЦИИ

Адрес: 650043, Кемерово, ул. Красная, 6, оф. 2125  
 Телефон: (3842) 58-13-01  
 Факс: (3842) 58-38-85  
 Электронный адрес: [vestnik@kemsu.ru](mailto:vestnik@kemsu.ru)  
 Адрес в Интернет: <http://vestnik.kemsu.ru>

<sup>2</sup> Рекомендации по составлению аннотации (реферата) к статье размещены на [сайте издания](#).

## ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

Периодичность выхода журнала – 4 выпуска в год.

Минимальный период подписки – 3 месяца (1 выпуск).

Подписка проводится через отделения связи по каталогу «Пресса России» – подписной индекс 42150

Стоимость подписки указана в каталоге.

## Редакция журнала приглашает авторов к сотрудничеству

Подробная информация на сайте издателя:

<http://vestnik.kemsu.ru>

---

Подписано к печати 5.08.2014 г. Формат А 4.

Дата выхода в свет 29.09.2014 г.

Печать офсетная. Бумага Sveto Copy. Усл. печ. л. – 34,5. Уч.- изд. л. – 28,13.

Тираж 500 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

Цена свободная.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет».

650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6, <http://kemsu.ru>.

Отпечатано в ИП «Пермяков Сергей Александрович». 426006, Удмуртская республика, г. Ижевск,  
ул. Баранова, 62 – 67.