

# СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№4, 2013

Электронная версия  
<http://www.rae.ru/snt>  
12 выпусков в год  
Импакт фактор РИНЦ (2011)= 0,170

Журнал основан в 2003 г.  
**ISSN 1812–7320**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

*М.Ю. Ледванов*

**ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

*Н.Ю. Стукова*

**Ответственный секретарь**

*М.Н. Бизенкова*

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.ф.-м.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
д.т.н., профессор  
к.ф.-м.н.

Антонов Александр Владимирович  
Беляев Владимир Львович  
Бичурин Мирза Имамович  
Гилёв Анатолий Владимирович  
Грызлов Владимир Сергеевич  
Захарченко Владимир Дмитриевич  
Корячкина Светлана Яковлевна  
Крупенин Виталий Львович  
Литвинова Елена Викторовна  
Нестеров Валерий Леонидович  
Пен Роберт Зусьевич  
Петров Михаил Николаевич  
Попов Федор Алексеевич  
Пындак Виктор Иванович  
Салихов Мухаммет Габдулхаевич  
Важенин Александр Николаевич  
Арютлов Борис Александрович  
Гоц Александр Николаевич  
Капитонова Тамара Афанасьевна

Обнинск  
Санкт-Петербург  
Великий Новгород  
Красноярск  
Череповец  
Волгоград  
Орел  
Москва  
Орел  
Екатеринбург  
Красноярск  
Красноярск  
Бийск  
Волгоград  
Йошкар-Ола  
Нижний Новгород  
Нижний Новгород  
Владимир  
Якутск

### **В журнале представлены материалы Международных научных конференций**

- «Технические науки и современное производство»,  
*Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.*
- «Современные наукоемкие технологии»,  
*Доминиканская Республика, 13-22 апреля 2013 г.*
- «Современные проблемы клинической медицины»,  
*Ямайка, 16-26 апреля 2013 г.*
- «Технические науки и современное производство»,  
*Шри-Ланка, 27 апреля - 3 мая 2013 г.*
- «Современные наукоемкие технологии»,  
*Иордания, 9-16 июня 2013 г.*
- «Современные наукоемкие технологии»,  
*Испания-Франция, 28 июля - 4 августа 2013 г.*

Учредитель – Академия Естествознания  
123557, Москва,  
ул. Пресненский вал, 28  
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15597  
ISSN 1812–7320

АДРЕС РЕДАКЦИИ  
440026, г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 3  
Тел. редакции (8452) 53–41–16  
Факс (8452) 47–76–77  
E-mail: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

Подписано в печать 06.05.2013

Формат 60х90 1/8  
Типография  
ИД «Академия Естествознания»  
440000, г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор  
Кулакова Г.А.

Усл. печ. л. 16  
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2013/4  
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки**

|                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ВСКРЫТИЯ И РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СУШЕ И МОРЕ<br><i>Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М., Исмаилова Л.Т., Нурабаев М.Б.</i>                                                                         | 8  |
| СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТОРОЖКАМИ ДЛЯ СБРОСА ЖИДКОСТИ С ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА<br><i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>                                                                                                                              | 12 |
| АВИАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ<br><i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>                                                                                                                                                     | 17 |
| ВЕРОЯТНЫЕ ИЗОСИММЕТРИЙНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МОДИФИКАЦИИ ФУЛЛЕРЕНОВ С ОБОЛОЧКАМИ ПЕНТАГОНАЛЬНОЙ ВЕТВИ КЛАССИФИКАЦИИ В АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЯХ<br><i>Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В., Логинов В.Т., Шишка В.Г.</i>     | 26 |
| ВЕРОЯТНЫЕ ИЗОСИММЕТРИЙНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МОДИФИКАЦИИ ФУЛЛЕРЕНОВ С ОБОЛОЧКАМИ ТЕТРАЭДРИЧЕСКОЙ ВЕТВИ КЛАССИФИКАЦИИ В АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЯХ<br><i>Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В., Логинов В.Т., Торонков И.А.</i> | 30 |
| МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ<br><i>Досмухамедов Н.К., Жусупбеков С.С., Сатимова Е.Г.</i>                                                                                                                               | 34 |
| МЕТОДИКА РАСЧЕТА СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА АЗОТА И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ<br><i>Интыков Т.С., Жакенов А.Г., Жакенов Б.К., Кутьенко С.Ю.</i>                                                              | 40 |
| РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА<br><i>Кузин Д.А., Запечалов А.В., Сырчин А.В.</i>                                                                                                                                  | 45 |
| СПОСОБ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ПОДГОТОВКЕ<br><i>Нуранбаева Б.М., Ахмеджанов Т.К., Исмаилова Л.Т.</i>                                                                    | 49 |
| ТЕРМОДИНАМИКА, ИНФОРМАЦИЯ, ПОЛЯ-АНАЛОГИ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ 53<br><i>Портнов В.С., Юров В.М., Исагулов А.З., Турсунбаева А.К., Козай Г.Д., Камаров Р.К.</i>                                                                       | 53 |

**Физико-математические науки**

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЦЕПЬ<br><i>Казьмин Б.Н., Трифанов И.В., Рыжов Д.Р., Бородулин Р.В., Хоменко И.И.</i> | 57 |
| ОТНОШЕНИЯ И ИХ СВОЙСТВА В НАЧАЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИКИ<br><i>Кенжебекова Р.И., Тотикова Г., Дайырбеков С.</i>                                                           | 62 |

**Химические науки**

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СИНТЕЗ И СТЕРЕОИЗОМЕРИЯ 1-[2-(3',4'-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)ЭТИЛ]-2-ФЕНИЛ-ДЕКАГИДРОХИНОЛИН-4-ОНА<br><i>Жилкибаев О.Т.</i>                                              | 65 |
| КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ СТЕРЕОИЗОМЕРНЫХ 4-ЭТИНИЛ-4-ОКСИ-2-ФЕНИЛДЕКАГИДРОХИНОЛИНОВ<br><i>Жилкибаев О.Т., Шоинбекова С.А.</i>                               | 67 |
| СИНТЕЗ 1-МЕТИЛ-4-[3-(НАФТИЛОКСИ)ПРОП-1-ИН-1-ИЛ] ПИПЕРИДИН-4-ОЛОВ И ИХ РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ<br><i>Жилкибаев О.Т., Курманкулов Н.Б., Шоинбекова С.А.</i> | 69 |
| СТРУКТУРНЫЙ СИНЕРГИЗМ В ГЕТЕРОГЕННЫХ ИОНПРОВОДЯЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ<br><i>Иванов В.В.</i>                                                            | 72 |

СТРУКТУРНАЯ РАЗУПОРЯДОЧЕННОСТЬ И МЕЖМОДУЛЬНЫЙ СИНЕРГИЗМ  
В КАТИОНПРОВОДЯЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

*Иванов В.В.*

75

**Геолого-минералогические науки**

ПИРИТ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПАНИМБА»: СОСТАВ, ПРИМЕСНЫЕ АТОМЫ,  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА

*Онуфриенок В.В.*

78

РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

*Портнов В.С., Юров В.М., Исагулов А.З., Сергеев В.Я., Орынгожина С.Е.*

85

**Психологические науки**

«ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ» ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ И ПРОБЛЕМЫ  
ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЛИЧНОСТИ

*Дружилов С.А.*

89

**Экономические науки**

РАЗВИТИЕ АКЦИОНЕРНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ  
НОВОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

*Гомон И.В.*

93

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕГИОНА

*Леманова П.В.*

97

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ**

*«Технические науки и современное производство», Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.*

**Химические науки**

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПА 6 В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛИТИТАНАТОВ КАЛИЯ

*Трофимов М.Ю.*

103

*«Современные наукоемкие технологии», Доминиканская Республика, 13-22 апреля 2013 г.*

**Технические науки**

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО GPS-МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Хмельницкий А.К.*

103

*«Современные проблемы клинической медицины»,*

*Ямайка, 16-26 апреля 2013 г.*

**Биологические науки**

ТЭС-ТЕРАПИЯ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИНФАРКТЕ МИОКАРДА У КРЫС

*Апсалямова С.О., Каде А.Х., Колесникова Н.В., Занин С.А., Туровая А.Ю.,  
Бакумченко Н.М., Байкова Е.Е., Богданова Ю.А.*

104

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЖЕЛУДКА МОРСКОЙ СВИНКИ И КРЫСЫ

*Петренко В.М.*

105

**Медицинские науки**

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ  
ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

*Ахминеева А.Х., Полунина О.С., Воронина Л.П., Севостьянова И.В.*

106

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
КОЛЛАГЕНА ПРИ ЛЕЧЕНИИ РАН МЯГКИХ ТКАНЕЙ

*Глухов А.А., Фролов Р.Н., Андреев А.А., Алексеева Н.Т.*

107

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ АНОМАЛЬНЫХ МАТОЧНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЙ

*Дикарева Л.В., Аюпова А.К., Абжалилова А.Р.*

108

|                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЕПАТИТОМ С, ПОЛУЧАЮЩИХ ПРОТИВОВИРУСНУЮ ТЕРАПИЮ                                                      | 109 |
| <i>Донцов Д.В., Перепечай С.Д., Ковтун А.Л., Кобылинский О.Г.</i>                                                                                                               |     |
| ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ СПОСОБА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ГЕМОРРОЯ II–III СТЕПЕНИ                                                                          | 109 |
| <i>Мидленко В.И., Нгуен Д.Т., Карташев А.А., Евтушенко Е.Г.</i>                                                                                                                 |     |
| ПОИСК ДИАГНОСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ БИОМАРКЕРОВ ПРИ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ЭНЦЕФАЛОМИОПАТИЯХ                                                                                                | 110 |
| <i>Мир-Касимов М.Ф., Ключников С.А., Федин П.А., Сахарова А.В., Чайковская Р.П., Пыхтина Т.Н., Захарова Е.Ю., Иллариошкин С.Н., Иванова-Смоленская И.А.</i>                     |     |
| ЗНАЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННОГО ФАКТОРА В РАЗВИТИИ СИНДРОМА ГИПЕРСТИМУЛЯЦИИ ЯИЧНИКОВ                                                                                                     | 111 |
| <i>Хворостухина Н.Ф., Столярова У.В., Артеменко К.В.</i>                                                                                                                        |     |
| <b>Фармацевтические науки</b>                                                                                                                                                   |     |
| ПРОТИВОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ И ЭТАНОЛЬНЫХ ГРИБНЫХ ЭКСТРАКТОВ В ОТНОШЕНИИ ДНК-СОДЕРЖАЩИХ ВИРУСОВ                                                                            | 112 |
| <i>Ибрагимова Ж.Б., Мазуркова Н.А., Макаревич Е.В., Филиппова Е.И., Трошкова Г.П., Костина Н.Е., Проценко М.А., Скарнович М.А., Шишкина Л.Н., Горбунова И.А., Власенко В.А.</i> |     |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |     |
| <b>«Технические науки и современное производство»,<br/>Шри-Ланка, 27 апреля - 3 мая 2013 г.</b>                                                                                 |     |
| <b>Технические науки</b>                                                                                                                                                        |     |
| МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И РАЗДАЧИ ГРУБЫХ КОРМОВ И ПОДСТИЛКИ                                                                                                                      | 112 |
| <i>Саитов В.Е.</i>                                                                                                                                                              |     |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |     |
| <b>«Современные наукоемкие технологии», Иордания, 9-16 июня 2013 г.</b>                                                                                                         |     |
| <b>Медицинские науки</b>                                                                                                                                                        |     |
| О НОВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ                                                                                                                                                  | 113 |
| <i>Захаренков В.В., Олещенко А.М., Данилов И.П., Суржиков Д.В., Корсакова Т.Г., Кислицына В.В., Мотуз И.Ю.</i>                                                                  |     |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |     |
| <b>«Современные наукоемкие технологии», Испания-Франция, 28 июля - 4 августа 2013 г.</b>                                                                                        |     |
| <b>Биологические науки</b>                                                                                                                                                      |     |
| АНТИАГРЕГАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСУДОВ У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ С ДЕФИЦИТОМ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧАВШИХ ФЕРРОГЛЮКИН И КРЕЗАЦИН                                                                  | 114 |
| <i>Завалишина С.Ю., Глаголева Т.И., Медведев И.Н.</i>                                                                                                                           |     |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |     |
| <b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ</b>                                                                                                               |     |
| <b>Технические науки</b>                                                                                                                                                        |     |
| АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МЫШИ                                                                                                  | 115 |
| <i>Сафонов Р.М., Бахрушин В.Е.</i>                                                                                                                                              |     |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |     |
| <b>КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ</b>                                                                                                                                                        |     |
| <b>Социологические науки</b>                                                                                                                                                    |     |
| ИНДЕКС ХИРША КАК КЛЮЧЕВОЕ СЛОВО В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ                                                                                                             | 116 |
| <i>Назаренко М.А.</i>                                                                                                                                                           |     |
| <b>Технические науки</b>                                                                                                                                                        |     |
| РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЛОПАТОЧНЫХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ                                                                                            | 117 |
| <i>Каталажнова И.Н.</i>                                                                                                                                                         |     |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |     |
| ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ                                                                                                                                                             | 118 |
| ИНФОРМАЦИЯ ОБ АКАДЕМИИ                                                                                                                                                          | 127 |

## CONTENTS

### **Technical sciences**

|                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INNOVATIVE WAYS AND OPENING OF OIL AND GAS FIELDS ON LAND AND SEA<br><i>Ahmedjanov T.K., Nuranbaeva B.M., Ismagilova L.T., Nurabaev M.B.</i>                                                                                                          | 8  |
| CONTROL SYSTEM FOR RELIEF SASH LIQUID WITH AN AIRCRAFT<br><i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>                                                                                                                                                         | 12 |
| AVIATION SYSTEM FOR RESCUE WORK<br><i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>                                                                                                                                                                                | 17 |
| PROBABLY ISOSYMMETRIC AND DEFORMATIONAL MODIFICATIONS<br>OF FULLERENE'S WITH COVERS BY PENTAGONAL BRANCH CLASSIFICATION<br>IN TO ANTIFRICTION COMPOSITIONAL COATINGS<br><i>Derlugyan P.D., Ivanov V.V., Ivanova I.V., Loginov V.T., Shishka V.G.</i>  | 26 |
| PROBABLY ISOSYMMETRIC AND DEFORMATIONAL MODIFICATIONS<br>OF FULLERENES WITH COVERS BY TETRAHEDRAL BRANCH CLASSIFICATION<br>IN TO ANTIFRICTION COMPOSITIONAL COATINGS<br><i>Derlugyan P.D., Ivanov V.V., Ivanova I.V., Loginov V.T., Toropkov I.A.</i> | 30 |
| TECHNIQUE OF THE ASSESSMENT OF QUALITY OF METALLURGICAL PROCESSES<br><i>Dosmukhamedov N.K., Zhusupbekov S.S., Satimova E.G.</i>                                                                                                                       | 34 |
| CONTENTS DESIGN PROCEDURE OXIDE OF NITROGEN AND AUTOMATIC<br>RECIRCULATION THE FULFILLED GASES OF DIESEL ENGINES<br><i>Intykov T.S., Zhakenov A.G., Zhakenov B.K., Kutenko S.J.</i>                                                                   | 40 |
| THE RELATIONAL MODEL OF MULTILAYER PERCEPTRON<br><i>Kuzin D.A., Zapevalov A.V., Syrchin A.V.</i>                                                                                                                                                      | 45 |
| METHOD AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF VANADIUM EXTRACTION<br>AND OTHER METALS FROM OIL IN THEIR PREPARATION<br><i>Nuranbaeva B.M., Ahmedjanov T.K., Ismagilov L.T.</i>                                                                                   | 49 |
| THERMODYNAMICS, THE INFORMATION, FIELDS-ANALOGUES<br>AND PHYSICAL PROPERTIES OF MINERALS<br><i>Portnov V.S., Yurov V.M., Isagulov A.Z., Tursunbaeva A.K., Kogay G.D., Kamarov R.K.</i>                                                                | 53 |

### **Physical and mathematical sciences**

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| THE PHYSICAL-MATHEMATICAL MODEL TRANSITION ENERGY<br>OF ELECTRON BEAM IN ELECTRIC CIRCUIT<br><i>Kazmin B.N., Trifanov I.V., Ryzhov D.R., Borodulin R.V., Khomenko I.I.</i> | 57 |
| RELATIONS AND THEIR PROPERTIES IN INITIAL COURSE OF MATHEMATICS<br><i>Kenzhebekova R.I., Totikova G., Dayyrbekov S.</i>                                                    | 62 |

### **Chemical sciences**

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SYNTHESIS AND STEREOCHEMISTRY OF 1-[2-(3',4'- DIMETHOXYPHENYL)ETHYL]-2-<br>DECAHYDROQUINOLIN-4-ONES<br><i>Zhilkitabayev O.T.</i>                                              | 65 |
| CATALYTIC HYDRATION OF STEREOISOMERIC<br>4-ETHINYL-4-OXY-2-PHENYLDECAHYDROQUINOLINES<br><i>Zhilkitabayev O.T., Shoinbekova S.A.</i>                                           | 67 |
| SYNTHESIS OF 1-METHYL-4-[3-(NAPHTHOXIL)PROP-1-IN-1-YL]PIPERIDIN-4-OLS<br>AND THEIR GROWHT REGULATOR ACTIVITY<br><i>Zhilkitabayev O.T., Shoinbekova S.A., Kurmankulov N.B.</i> | 69 |
| STRUCTURAL SINERGISM INTO HETEROGENEOUS IONIC CONDUCTING<br>INORGANIC MATERIALS<br><i>Ivanov V.V.</i>                                                                         | 72 |

---

STRUCTURAL DISORDERING AND INTERMODULAR SINERGISM  
INTO CATIONIC CONDUCTING INORGANIC MATERIALS

*Ivanov V.V.*

75

***Geological and mineralogical sciences***

PYRITE FROM THE «PANIMBA» DEPOSITE: COMPOSITION,  
IMPURITY ATOMS, DISTRIBUTION OF GOLD

*Onufrienok V.V.*

78

DIMENSIONAL EFFECTS AND PHYSICAL PROPERTIES OF MINERALS

*Portnov V.S., Yurov V.M., Isagylov A.Z., Sergeev V.Y., Oringozhina S.E.*

85

***Psychological sciences***

«POLLUTED» THE INFORMATION ENVIRONMENT AND THE PROBLEM  
OF PSYCHOLOGICAL HEALTH OF PERSONALITY

*Druzhilov S.A.*

89

***Экономические науки***

DEVELOPMENT OF THE SHAREHOLDINGS IN THE NEW SOCIO-ECONOMIC SYSTEM

*Gomon I.V.*

93

THE MONITORING FEATURES DEVELOPMENT OF SOCIAL  
AND ECONOMIC PROCESSES OF THE REGION

*Lemanova P.V.*

97



УДК 622.24.055

**ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ВСКРЫТИЯ И РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СУШЕ И МОРЕ****Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М., Исмагилова Л.Т., Нурабаев М.Б.***Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, e-mail: ahm\_tlev\_49@mail.ru*

В статье предлагаются инновационные способы вскрытия месторождений нефти, с применением восстающих скважин. Это позволяет увеличить производительность добычи до 15 раз, повысить коэффициент нефтеотдачи пластов в 1,5–2 раза. Показано возможность без воздействия на окружающую среду эксплуатировать месторождения нефти и газа на суше и шельфе Каспийского моря. Предлагается извлекать из нефти и нефтепродуктов попутно-добываемые металлы, а также вести добычу высоковязкой нефти, нефтебитумов и газогидратов с применением отходов атомной промышленности, как длительно-действующих источников тепла.

**Ключевые слова:** разработка, добыча, нефть, газ, нефтепродукт, вскрытия, нефтеотдача, попутно-добываемые металлы

**INNOVATIVE WAYS AND OPENING OF OIL AND GAS FIELDS ON LAND AND SEA****Ahmedjanov T.K., Nuranbaeva B.M., Ismagilova L.T., Nurabaev M.B.***Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, e-mail: ahm\_tlev\_49@mail.ru*

The article proposes innovative ways of opening of oil fields, with rising wells. This allows you to increase the productivity of production up to 15 times, increase the oil recovery factor of 1,5–2 times. It is shown without the possibility of impact on the environment to exploit oil and gas fields both onshore and offshore of the Caspian Sea. It is proposed to extract from the oil and petroleum products along the way-mined metals, as well as to heavy oil production, and netebitumov gazogidratov with nuclear waste, as long-acting heat sources.

**Keywords:** development, mining, oil, gas, oil, opening, oil recovery of produced metals

Мировой опыт эксплуатации нефтяных месторождений показывает, что из 100 % геологических запасов в настоящее время извлекается в среднем 34–40 % т.е. коэффициент извлечения нефти составляет 0,34–0,4, остальные 60–66 % остаются в недрах. Если увеличить коэффициент нефтеотдачи пластов на 30–40 %, это будет равносильно открытию новых нефтяных месторождений при минимальных затратах на геологические изыскания и на их обустройство, составляющих основную долю капитальных вложений в нефтяную отрасль.

Поэтому, не случайно в экономически развитых нефтедобывающих странах, например, США, вопросу повышения нефтеотдачи пластов уделяется большое внимание, вплоть до создания специальной комиссии при Президенте страны. При этом, предприятиям, занимающимся разработкой и внедрением методов повышения нефтеотдачи пластов, со стороны государства даются ряд льгот, связанных с налогообложением, кредитами и другими моментами по эксплуатации месторождений.

Анализ существующих способов повышения нефтеотдачи пластов в мировой практике позволил установить, что эффективность их весьма низкая, не превышает 5–10 %, а продолжительность их действия краткосрочна и составляет от нескольких суток, до несколько месяцев. Из всех многочисленных факторов, влияющих на

низкий коэффициент нефтеотдачи пластов, следует обратить внимание на способы их вскрытия, традиционно вертикальными или наклонно-направленными скважинами, разбуриваемыми сверху вниз. При этом для разбуривания месторождения отчуждаются огромные площади земли, с целью размещения на них скважин для подъема нефти и попутно-добываемой пластовой воды из глубин, внутрипромысловой их транспортировки и подготовки. Все это требует больших затрат, которые включают расходы на поверхностное и подземное оборудование (насосы, насоснокомпрессорные станции и трубы для внутри промыслового сбора и подготовки нефти и т.д.), на электроэнергию и материалы, на поддержание пластового давления и др. Как видим при традиционно-существующих способах вскрытия пластов возникает ряд проблем, связанных с доставкой нефти и попутной воды из пластов на поверхность. Попутно добываемая вода является одним из главных источников загрязнения окружающей среды, о чем свидетельствует факт наличия на всех месторождениях больших техногенных резервуаров воды, образующих большие водоемы, наполненные смесью пластовой воды, нефтью и другими вредными веществами для окружающей среды. Такие проблемы характерны для всех нефтедобывающих предприятий во всем мире.



Для решения всех указанных выше проблем в комплексе нами предлагаются инновационные способы вскрытия и разработки нефтяных пластов, сущность которых заключается в следующем [1, 2, 3].

Для улучшения работы скважин, повышения нефтеотдачи пластов, охраны окружающей среды и безопасности нефтепромыслов, особенно в военных услови-

ях, предлагается обеспечить искусственно созданный гравитационный режим работы пласта на протяжении всего периода эксплуатации месторождения. С этой целью ниже залегающих пластов проводятся горные выработки, через которые месторождение разбуривается восстающими вертикальными и наклонно-направленными скважинами (рис. 1).

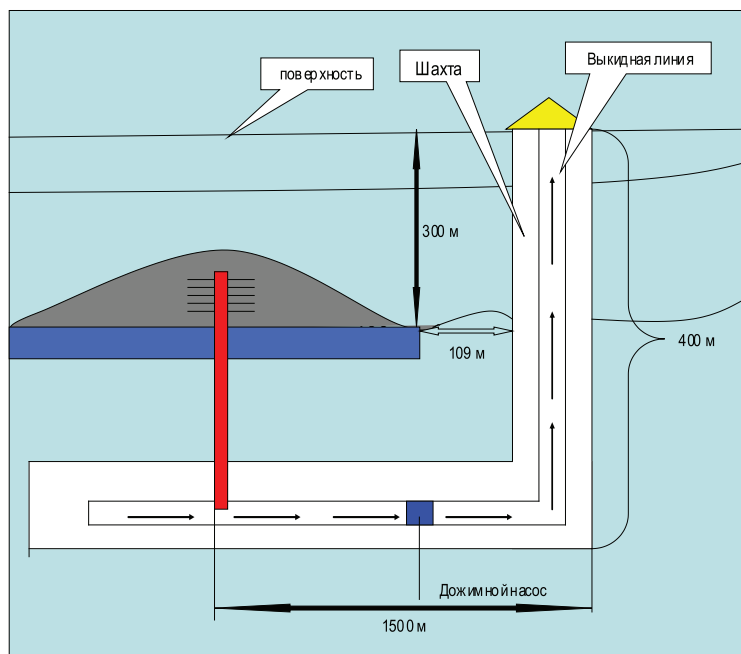


Рис. 1. Схема шахтно-скважинного способа разработки месторождения нефти на суше

При этом обеспечивается постоянный гравитационный режим работы пласта, не требуется хранение пластовой воды на поверхности, т.к. она через подземные выработки обратно закачивается в пласт, а на поверхности только через одну горную выработку (шахту) будет выдаваться чистая нефть и газ по трубопроводам.

Расчеты для условий разработки месторождения Кыркмылтык показали, что при этом способе вскрытия пластов и добычи нефти увеличивается производительность скважин до 7–15 раз, повышается нефтеотдача пластов в 1,5–2,0 раза, не требуется выделение огромных площадей на поверхности под бурение скважин, а также сокращаются обводненность скважинной продукции и длина добычных скважин, предотвращается загрязнение окружающей среды, особенно морской, при эксплуатации шельфовых месторождений (рис. 2).

Этот способ вскрытия может быть использован не только на вновь открываемых, но и действующих и отработанных ранее месторождениях. При этом можно

использовать более эффективно все существующие методы повышения нефтеотдачи пластов, в том числе водогазополимерно-минерального воздействия [4], т.к. исключается подъем продукции вверх при отработке пласта, за счет ее истечения вниз, потому что пласт будет постоянно работать в гравитационном режиме.

Особенно это эффективно при тепловых методах воздействия на пласт, с использованием отходов атомной промышленности. Это позволяет одновременно захоранивать радиоактивные отходы, тепло которых предлагается утилизировать для добычи высоковязкой нефти, битумов и газогидратов (рис. 3).

Для увеличения нефтеотдачи пластов разрабатываемых на IV стадии или ранее отработанных месторождений этот способ также дает большой эффект за счет дополнительной добычи нефти, не извлеченной ранее существующими способами (рис. 4).

При добыче высоковязкой нефти и битумов предлагается также извлекать из нефти попутно добываемые металлы (ванадий, никель и др.), путем закачки металлосорби-

рущих полимеров в пласт, что увеличит нефтеотдачу пластов, снизит себестоимость добычи углеводородов, расширит ассорти-

мент добываемой готовой продукции за счет извлечения металлов, стоимость которых очень высока [5].

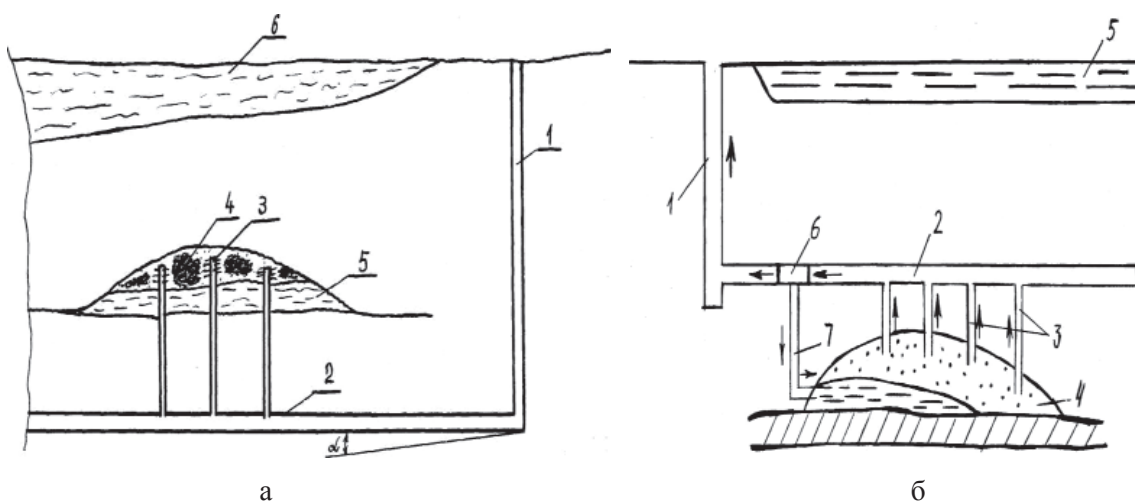


Рис. 2. Инновационные технологические схемы добычи нефти (а) и газа (б) на шельфе Каспийского моря:

- а: 1 – ствол шахты; 2 – квершлаг с уклоном под углом  $\alpha$ ; 3 – скважина; 4 – пласт нефти; 5 – подошвенная вода; 6 – морской шельф;  
 б: 1 – ствол шахты; 2 – квершлаг; 3 – скважины; 4 – газовый пласт; 5 – морской шельф; 6 – пункт подготовки газа; 7 – закачка отходов в пласт

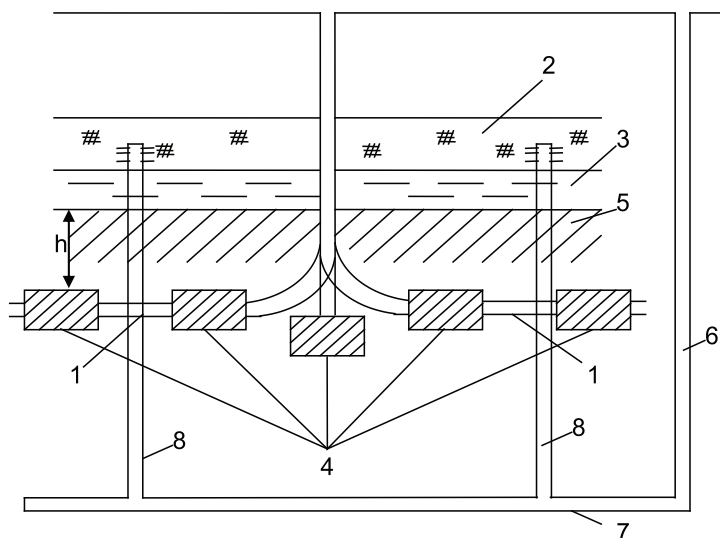


Рис. 3. Шахтно-скважинный способ разработки высоковязких нефтей, битумов и газогидратов с использованием источников тепла длительного действия от радиоактивных отходов:

- 1 – горизонтальная скважина; 2 – нефтяной пласт; 3 – подошвенная вода;  
 4 – длительно-действующие источники тепла; 5 – породы подошвы пласта; 6 – ствол шахты;  
 7 – квершлаг; 8 – восстающие скважины

Таким образом, предложенные инновационные способы повышения нефтеотдачи пластов могут быть внедрены на некоторых месторождениях углеводородов, глубина залегания которых позволяет проводить горные выработки для разбуривания пластов восстающими, наклонно направленными или нисходящими до квершлага скважинами.

Для осуществления указанных проектов можно использовать имеющуюся мощную шахтно-строительную и горную отрасль, укомплектованную необходимым оборудованием и профессиональными кадрами, которая может их осуществлять совместно с нефтяниками. Объединение шахтно-строительной, горной, нефтяной и уранодобывающей отраслей позволит успешно осуще-

ствить шахтно-скважинную добычу нефти и нефтебитумов, значительно расширит извлекаемые запасы углеводородов.

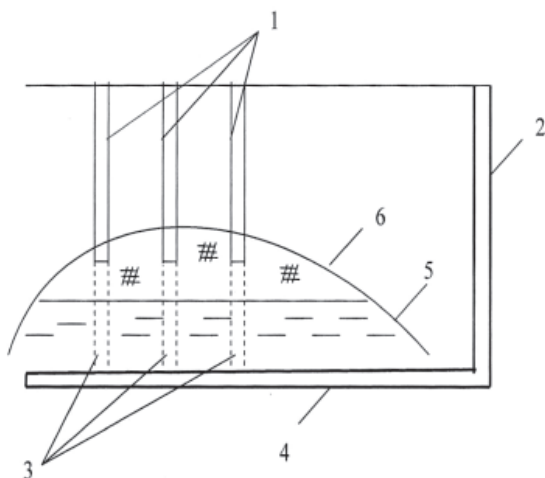


Рис. 4. Способ разработки месторождения нефти на IV стадии:

1 – первоначально пройденные скважины;  
2 – ствол шахты; 3 – добуренная часть скважины; 4 – квершаг; 5 – подошвенная вода;  
6 – пласт нефти

Подготовка научных и инженерных кадров, способных внедрить указанные выше инновационные технологии разработки нефтяных месторождений на суше и море и повышения нефтеотдачи пластов, успеш-

но осуществляется в Казахстане в таких университетах, как КазНТУ имени К.И. Сатпаева, где ведется подготовка бакалавров, магистрантов и докторантов PhD по специальностям «Нефтегазовое дело», «Горное дело» и «Шахтное строительство».

Все это в комплексе приведет к росту производительности нефтепромыслов, увеличению текущего и конечного коэффициентов нефтеотдачи пластов и улучшению экологической обстановки в нефтегазодобывающих регионах страны. Для внедрения предлагаемых разработок требуются инвестиции и государственная поддержка проектов, которые окупятся и будут возвращены в кратчайшие сроки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов Т.К. и др. Способ разработки нефтяного месторождения на шельфе // Инновационный патент РК № 23704, 2011. Бюл. № 2.
2. Ахмеджанов Т.К., Ахмеджанова Л.Т., Нуранбаева Б.М. и др. Способ разработки высоковязкой нефти, битумов и газогидратов // Инновационный патент РК № 24391. – 2011. Бюл. № 8.
3. Ахмеджанов Т.К., Ахмеджанова Л.Т., Нуранбаева Б.М. и др. Способ разработки нефтяного месторождения // Инновационный патент РК № 26172.
4. Абдели Д.Ж., Ахмеджанов Т.К. и др.. Способ повышения нефтеизвлечения пластов-коллекторов // Предварительный патент РК № 21272, 2009 г.
5. Ахмеджанов Т.К. и др. Способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов // Инновационный патент РК № 24908. – 2011. Бюл. № 11.

УДК 608

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТВОРКАМИ ДЛЯ СБРОСА ЖИДКОСТИ С ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.

*Координационный Совет ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

В системе исключен контакт элементов замков со средой баков, что позволяет использовать пиротехнические средства аварийного сброса жидкости в аварийных ситуациях. Система выполнена в виде исполнительно-замковых механизмов силовых цилиндров 6 и замковых цилиндров 7, внутри которых в верхних их частях, расположены маломощные приводы 19 замков 22 фиксации штоков 15, 32 с датчиками синхронизации срабатывания 30. В нижних частях замковых цилиндров 7 установлены электромагниты 33 для воздействия на ферромагнитную жидкость, частично заполняющую полости замковых цилиндров 7. Штоки 15, 32 всех цилиндров 6 и 7 снабжены пиротехническими разбейками.

**Ключевые слова:** аварийный сброс, жидкость, летательный аппарат

## CONTROL SYSTEM FOR RELIEF SASH LIQUID WITH AN AIRCRAFT

Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.

*The Coordinating Council ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

The system eliminated the contact elements locks with medium tanks, which allows the use of pyrotechnics accidental discharge of fluids in emergency situations. The system is designed as a locking mechanism executive rams 6 and 7 of lock cylinders, in which their upper parts are arranged thin actuators 19 lock rod 22 locks 15, 32 to synchronize actuation sensor 30. In the lower parts of lock cylinders 7 are electromagnets 33 to act on the ferromagnetic fluid partially filling the cavity locking cylinders 7. Rods 15, 32 of the cylinders 6 and 7 are equipped with pyrotechnical assembly.

**Keywords:** alarm reset, the liquid vehicle

В настоящее время увеличилось число пожаров, которые охватывают огромные площади. К их тушению все более привлекается самая современная техника, в том числе противопожарная авиация.

В зависимости от категории пожара, его места и масштабов, используются вертолеты, либо низколетящие сухопутные самолеты, а также противопожарные самолеты-амфибии. Все вышеперечисленные средства оснащены разнообразными системами сброса огнегасящей жидкости.

### Аналоги и недостатки

Так известна система управления створками бака для сброса жидкости с летательного аппарата, содержащая поворотный вал с рычагами открытия-закрытия, шарнирно связанными со створками бака, а также, оснащенная замками фиксации и арматурой (приводом) управления (патент США № 3423053, кл. В 64 D 1/16, 1969).

Данное техническое решение имеет недостаток в том, что большая часть сбрасываемой огнегасящей жидкости распыляется встречным потоком воздуха и не создает необходимой для тушения огня компактности сброса жидкости.

Это обусловлено малой высотой столба огнегасящей жидкости в баке и размещением внутри его приводного вала значительного диаметра с рычагами, ось которого перпендикулярна направлению истечения жидкости. При обтекании такого вала выхо-

дящий поток жидкости, еще в баке, разбивается, на множество струй и брызг. Необходимая компактность сброса огнегасящей жидкости становится невозможной.

При конструктивном увеличении длины баков и соответственно, закрывающих их створок, требуется увеличение длины поворотного вала с рычагами в баке. А это приводит к значительному углу закручивания концов вала, требует специальных мер, в частности, еще большего увеличения диаметра вала, применения вала составной конструкции с фланцами и т.д., что еще более загромождает бак. Такие недостатки делают невозможным применение подобного технического решения на более крупных противопожарных самолетах-амфибиях, аналогичных отечественному самолету – амфибии Бе-200, особенно в баках, при их больших объемах, имеющих малую высоту уровня (столба) огнегасящей жидкости.

К недостаткам вышеупомянутой системы следует отнести и размещение подвижных элементов в разных средах (воздух-вода), что требует наличия подвижных гермовыводов, испытывающих сравнительно высокие нагрузки.

### Задачи

Задачей, направленной на устранение недостатков подобной системы, является: повышение надежности работы системы за счет исключения контакта высоконагруженных элементов замков с огнегасящей

средой, упрощение конструкции за счет исключения механической трассы управления запорными элементами створок сброса жидкости, использование однозвенной пиротехнической системы аварийного сброса жидкости в экстренных ситуациях и снижение веса конструкции.

### Содержание решения

Технический результат описываемого решения достигается тем, что в системе управления створками сброса жидкости летательного аппарата, запорно-приводная часть системы выполнена в виде комбинации исполнительно-замковых силовых и замковых цилиндров, расположенных по направлению истечения сбрасываемой огнегасящей жидкости. Каждый из замков фиксации закрытого положения створок, с маломощным приводом и датчиком синхронизации поворотов, расположен внутри каждого из цилиндров в его верхней части, прикрепленной шарнирно к конструкции бака. Нижние штоковые части всех цилиндров снабжены пиротехническими разьемами и связаны шарнирно со створками. Каждый из замковых цилиндров частично заполнен ферромагнитной жидкостью.

### Описание технического решения

Описываемая система управления створками сброса жидкости противопожарного гидросамолета содержит лодку-фюзеляж 1 гидросамолета, конструкция которого является стенками баков 2, 3, а днище лодки-фюзеляжа имеет подвижные створки 4, 5. Подвижные створки 4, 5 соединены шарнирно с приводами открытия-закрытия, представляющими собой комбинацию исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 и замковых цилиндров 7. Верхние части цилиндров 6, 7 прикреплены к конструкции баков 2, 3 кронштейнами 8. Нижние части цилиндров (штоки) прикреплены к подвижным створкам 4, 5 посредством шарнирных узлов 9. Створки 4, 5 подвешены на днищевой части лодки-фюзеляжа 1 при помощи шарниров 10 с возможностью открытия-закрытия створок. Комбинация исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 и замковых цилиндров 7 соединена трассой трубопроводов малого диаметра 11 гидравлической синхронизации срабатывания замков открытия-закрытия 22 створок 4, 5. Баки 2, 3 с огнегасящей жидкостью разделены продольными перегородками 12, 13, к конструкции которых прикреплены шарнирно верхние части исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 и замковых цилиндров 7.

Каждый из исполнительно-замковых силовых гидроцилиндров 6 состоит из корпуса 14, штока 15, плавающего поршня 16 (а.с. СССР, 1538414, кл. В 64С 1/14, 1987). Шток 15

снабжен буртиком 17, в который упирается плавающий поршень 16 при втягивании штока 15. Верхние части исполнительно-замковых силовых гидроцилиндров 6 снабжены маломощным приводом, например, поворотными гидроцилиндрами 19, в которых поворотные поршни 18 имеют возможность поворачиваться на  $\pm 90^\circ$  за счет подачи гидросмеси (рабочего тела) через штуцеры 20, 21. Верхние части штоков 15 исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 имеют замки открытия-закрытия 22 в виде лепестков, охватываемых в закрытом положении подвижными лепестками 23. В открытом положении подвижные лепестки 23 занимают положение межлепесткового пространства 24, что позволяет штокам 15 беспрепятственно удалиться из замка, т.е. давать возможность створкам 4, 5, соединенным со штоками 15, 32 шарнирно, открываться. С целью уменьшения трения при работе лепестков замков на поверхностях подвижных лепестков 23 закреплены, с возможностью их поворота шарикоподшипники 25, т.е. трение скольжения заменено на трение качения.

Подвижные части замков с лепестками 23 опираются на торцевые части корпусов 14 цилиндров 6 через шарики 26, т.е. аналогично, трение скольжения заменено на трение качения.

Каждый из штоков 15 исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 и замковых цилиндров 7 снабжен пиротехническим разъемом 27, позволяющим в аварийной ситуации, в случае отказа системы управления створками 4, 5 перерезать одновременно все штоки 15, 32 цилиндров 6, 7 и освободить створки 4, 5 для их открытия.

Исполнительно-замковые силовые цилиндры 6 срабатывают при подаче гидросмеси в полости Д и Г через штуцеры 28, 29. Верхние части исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 снабжены датчиками угла поворота замков 30, аналогичными датчикам, работающим в системе «код-вал», передающими информацию об угле поворота замка в цифровом коде, что позволяет обеспечивать синхронизацию поворота всех замков на один и тот же угол с достаточно большой точностью.

Каждый из замковых цилиндров 7 состоит из легкого корпуса 31, штока 32, в верхней части которого выполнены лепестки 22 замка, по аналогии со штоками 15 исполнительно-замковых силовых цилиндров 6. Верхние части замковых цилиндров 7 имеют такие же поворотные гидроцилиндры 19, конструкция которых описана выше, и такую же конструкцию поворотных замков 22. Нижние части замковых цилиндров 7 охвачены обмотками электромагнитов 33. Внутренние полости нижних частей замковых цилиндров 7 заполнены ферромагнитной жидкостью 34,



например, маслом с мелкими стальными опилками или маслом с ферритовой пудрой.

Это позволяет образовать во внутренних полостях нижних частей замковых цилиндров 7 электромагнитные демпферы, которые одновременно становятся электромагнитными замками. Эффект достигается путем помещения некоторого объема ферромагнитной жидкости внутри электромагнитного поля, напряженность которого меняется в соответствии с перемещением штока 32, что вызывает изменение плотности ферромагнитной жидкости 34. Плотность ферромагнитной жидкости 34, при выходе головки штока 32 из замка 22, минимальна, затем по мере движения штока 32 вниз нарастает до значения, способного смягчить удар головки штока 32 о поверхность ферромагнитной жидкости 34, а затем, нарастая, тормозит шток, окончательно фиксируя его в крайнем нижнем положении. Створки 4, 5 становятся в открытое положение с необходимой фиксацией.

Таким образом, замковые цилиндры 7 кроме фиксации створок 4, 5 в закрытом положении, поворотными замками 22, выполняют функцию смягчения удара при открытии

створок 4, 5 во время сброса огнегасящей жидкости и фиксации створок 4, 5 в открытом положении. Замковые цилиндры 7 могут изготавливаться из немагнитных материалов, таких как, высокопрочные алюминиевые сплавы, композиционные материалы, титан и т.д., со сравнительно низкими требованиями к чистоте их обработки, с тонкими стенками, работающими на растяжение.

Подача гидросмеси в поворотные гидроцилиндры 19 осуществляется электромагнитным гидрокраном 38. Подача гидросмеси в исполнительные замковые силовые цилиндры 6 производится электромагнитным гидрокраном 39.

Электрическое управление работой системы, последовательность срабатывания ее элементов и т.д. обеспечивается усилительно преобразованным устройством управления 40. Гидравлическая синхронизация одновременного срабатывания (поворота) поршней 18 гидроцилиндров 19 обеспечивается дозаторами 41.

Управление пиротехнической аварийной системой открытия створок 4, 5 посредством пироразъемов 27, обеспечивается блоком 42, с пульта управления в кабине экипажа.

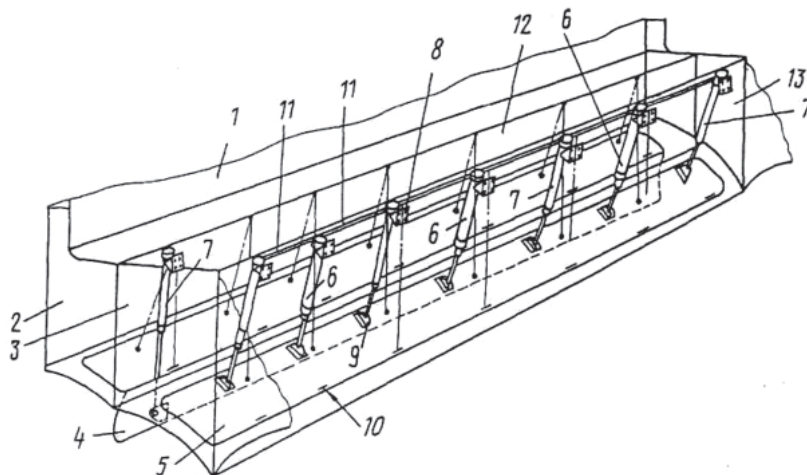


Рис. 1

Система работает следующим образом.

При закрытых створках 4, 5, баков 2, 3 заполненных огнегасящей жидкостью, удерживаемых замками 22 исполнительно-замковых силовых 6 и замковых цилиндров 7, штоки цилиндров 15, 32 убраны внутрь цилиндров 6 и 7, а уплотненные плавающие поршни 16 исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 находятся в крайнем нижнем положении.

По команде на сброс жидкости через кран 38 (рис. 6, 3, 4) гидросмесь подается в поворотные цилиндры 19, через штуцеры 21. Поршни 18 цилиндров 19 поворачиваются на 90° и лепестки 23 замков 22,

скользя по шарикам 25, попадают в межлепестковые пространства 24, тем самым расфиксируя штоки 15 и 32 цилиндров 6 и 7. Створки 4, 5, связанные со штоками узлами 9, освобождаются для движения на открытие. Одновременно через кран 39 и штуцеры 28 гидросмесь поступает в полости «Г» (рис. 2) исполнительно-замковых силовых цилиндров 6. Под действием веса огнегасящей жидкости и давления гидросмеси на штока 15, створки 4, 5 открываются.

В конце открытия створок 4, 5 штоки 32 цилиндров 7 (рис. 5) соприкасаются с ферромагнитной жидкостью 34, содержащейся внутри замковых цилиндров 7. Ферромаг-

нитная жидкость 34 находится под действием электромагнитных полей, создаваемых электромагнитами 33, увеличивает свою вязкость и гасит удар в конце хода штоков 32, а по мере роста напряжения в обмотках электромагнитов 33 надежно запирает штоки 32 в выпущенном положении. Створки 4, 5, связанные шарнирно со штоками 32 силовыми элементами 9, фиксируются в открытом положении. Краны 38, 39 при этом устанавливаются в нейтральное положение.

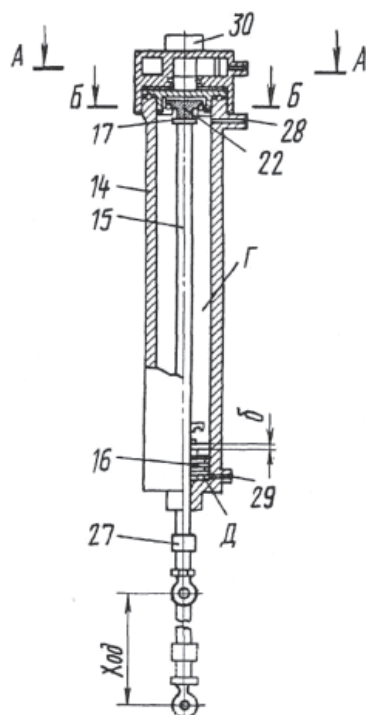


Рис. 2

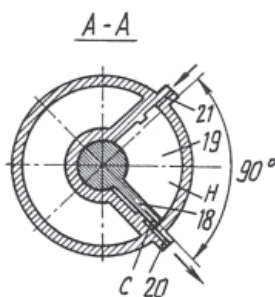


Рис. 3

Синхронность поворота поршней 18 поворотных гидроцилиндров 19, обеспечивается электрическими импульсами через усилительно-преобразовательное устройство 40 от датчиков 30, связанных с поворотными валами гидроцилиндров 19 поданными на дозаторы 41. Дозаторы 41 обеспечивают подачу рабочего тела в поворотные гидроцилиндры 19 пропорционально углу поворота с высокой точностью.

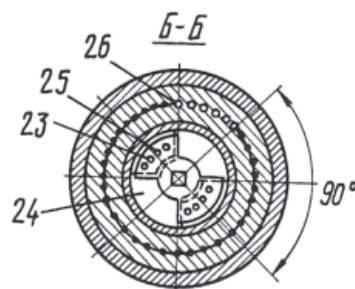


Рис. 4

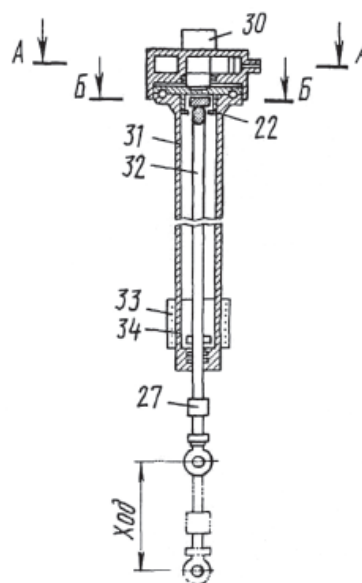


Рис. 5

По команде на закрытие створок 4, 5 через кран 39 (рис. 6, 3, 4) и штуцеры 29 (рис. 2) гидросмесь подается в полости Д исполнительно-замковых силовых цилиндров 6. Плавающие поршни 16 цилиндров 6 под действием давления гидросмеси перемещаются вверх, упираясь в буртики 17 (рис. 2), убирают штоки 15. Гидросмесь из полостей Г через штуцеры 28 вытесняется в систему. Одновременно напряжение на обмотках электромагнитов 33 замковых цилиндров 7 снижается, ферромагнитная жидкость 34 уменьшает свою плотность, расфиксируя тем самым головки 22 штоков 32, находящихся в погруженном состоянии в ферромагнитной жидкости, и створки 4, 5, передавая усилия от исполнительно-замковых силовых цилиндров 6, свободно перемещают штоки 32 замковых цилиндров 7 до упора. При этом выдается контрольный сигнал на табло в кабине экипажа и на усилительно-преобразовательное устройство 40. После перемещения штоков 15 исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 и штоков 32 замковых цилиндров 7 в крайнее верхнее положение, головки што-



ков 22, выполненные в виде лепестков 23, находятся в межлепестковом пространстве 24 (рис. 4), при этом створки 4, 5 закрыты с необходимым подтягом. Это положение створок контролируется сигналом и автоматически, с некоторой временной задержкой сигнал подается на кран 38 поворотных гидроцилиндров 19. Гидросмесь через кран 38 по штуцерам 21 поворотных гидроцилиндров 19 поступает в их полости (рис. 3) и перемещает поршни 18 в положение «закрыто», вытесняя через штуцеры 20 рабочее тело в систему из полостей Н. При этом подвижные лепестки 23, связанные с осями поршней 18 в плоскостях, расположенных ниже плоскостей неподвижных лепестков 22 штоков 15 и 32, при их поворотном движении, заходят за контуры неподвижных лепестков 22 замков, обеспечивая надежную фиксацию штоков 15 и 32. Кран 39 переключается и подает гидросмесь через отверстия 28 в полости Г исполнительно-замковых силовых цилиндров 6. Плавающие поршни 16 при этом, перемещаются в крайнее нижнее положение. Кран 39, после этого, устанавливается в нейтральное положение. Система подготовлена к очередному циклу сброса огнегасящей жидкости.

В экстренной ситуации, например, при взлете отказал двигатель, при несрабатывании описанной системы управления створкам и сброса в штатном режиме, можно воспользоваться аварийной системой принудительного открытия створок сброса жидкости. С этой целью каждый из штоков 15, 32 исполнительно-замковых силовых цилиндров 6 и замковых цилиндров 7 снабжен пиротехническим разъемом 27, который позволяет, при подаче на него сигнала аварийного срабатывания от блока аварийного управления 42, мгновенно перерезать сменную высокопрочную обечайку, соединяющую две части каждого из штоков 15, 32 в нормальном (штатном) режиме работы системы. Перерезание высокопрочной обечайки пироразъема происходит посредством подрыва специального взрывчатого вещества, содержащегося внутри пиротехнического разъема 27. Гидроудар и его воздействие на конструкцию баков 2, 3 исключен. Штоки 15, 32 всех цилиндров 6, 7 системы также мгновенно разрываются в местах установки пироразъемов. Створки 4, 5 получают возможность под действием веса находящейся в баках 2, 3 жидкости открыться, обеспечивая тем самым ее аварийный слив.

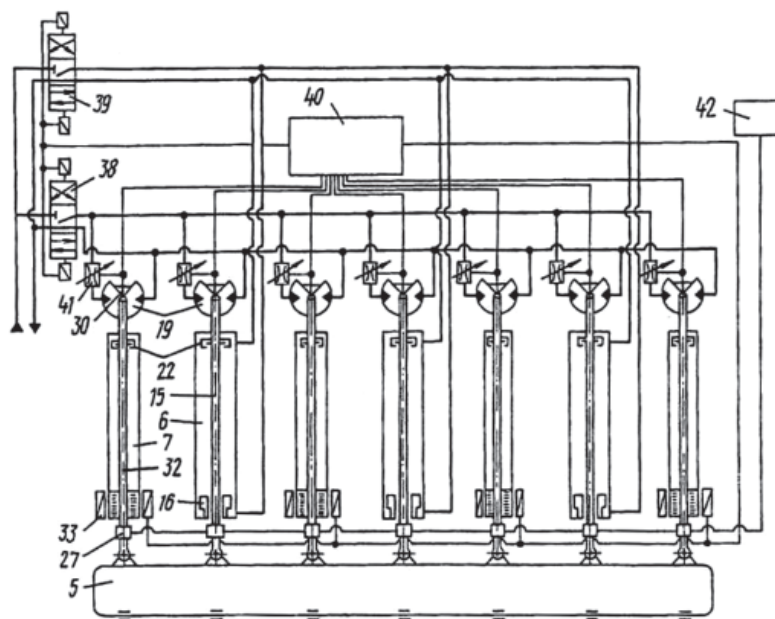


Рис. 6

### Заключение

Таким образом, предлагаемое техническое решение, должно повысить надежность запираания створок бака с огнегасящей жидкостью, а также, надежность работы системы за счет исключения контакта высоконагруженных элементов замков с огнегасящей средой, упростить конструкцию за счет исключения трудоемкой механической трассы управления

запорными элементами створок сброса жидкости, позволить использовать однозвенную пиротехническую систему аварийного сброса жидкости в экстренных ситуациях. В целом данное техническое решение дает возможность снизить вес конструкции системы. Оно было защищено патентом RU № 2076828 от 25.07.94 г. Автор Воронков Ю.С., но на противопожарных самолетах не внедрялось.

УДК 608

## АВИАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

**Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.**

*Координационный Совет ОНТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

В наше время значительно увеличилось количество пожаров в высотных зданиях. Зачастую люди оказываются в помещениях, заблокированных огнём. Очевидно, что применение воздушных транспортных средств с возможностью их зависания на заданной высоте позволит в значительной степени сократить время начала эвакуации, оказания помощи пострадавшим, а также снять ограничения выполнения спасательных работ по высоте.

**Ключевые слова:** пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки с возможностью зависания «Аэроджип», беспилотные летательные аппараты вертикального взлёта и посадки (БЛАВВП), спасательные средства

## AVIATION SYSTEM FOR RESCUE WORK

**Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.**

*The Coordinating Council ONTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

In our time, significantly increased the number of fires in high-rise buildings. Often people find themselves in areas that are blocked by fire. Obviously the use of air transport equipment with an option to hang at a given height will significantly reduce the start time of evacuation, assistance to victims, as well as to remove restrictions rescue works in height.

**Keywords:** manned aircraft vertical takeoff and landing with the ability to hang «Aerodship» drones of vertical takeoff and landing (BLAVVP), life-saving equipment

В основе предлагаемого технического решения содержится идея совместного применения пилотируемого летательного аппарата вертикального взлёта и посадки с возможностью зависания «Аэроджип-02» и беспилотных летательных аппаратов вертикального взлёта и посадки (БЛАВВП), которые, в зависимости от сложившейся ситуации, могут работать и группами, например, «Аэроджип» и два, три, четыре БЛА.

Задачами «Аэроджипа» являются: обследование охваченной огнём зоны для определения предполагаемого места закрепления спасательной платформы, обеспечение управления и контроля взлёта БЛАВВП, (в том числе со своего борта), его полёта, зависания и привод БЛАВВП со спасательной платформой в зону оказания помощи пострадавшим по точным азимутальным и высотным координатам.

Основной задачей БЛАВВП является: транспортировка (доставка) в режиме самонаведения спасательной платформы со спасательным оборудованием, к оконному проёму охваченного огнём здания, обеспечение её надёжной фиксации к элементам здания, расстыковка с платформой и уход от неё на безопасное расстояние. Выполнение перечисленных задач обеспечивается в автоматизированном режиме.

Эвакуация, при этом, терпящих бедствие людей, производится путем использования спасательного оборудования, доставленного БЛАВВП.

### Пилотируемый аппарат

Пилотируемый аппарат «Аэроджип-02» выполнен в виде аэродинамического крыла малого удлинения, внутри которого размещена неподвижно пара подъёмно-маршевых вентиляторов в каналах, а на его верхней панели – кабина экипажа и П-образное оперение, за которым установлена вторая пара управляемых поворотных подъёмно-маршевых вентиляторов в кольцах. Все четыре подъёмно-маршевых вентилятора приводятся во вращение электроприводами, обеспечиваемыми электроэнергией от двух газотурбогенераторов. Продольное управление аппаратом осуществляется путём дифференциального изменения тяги пары передних и пары задних вентиляторов, поперечное – путём дифференциального изменения силы тяги и её направления боковых вентиляторов, расположенных справа и слева, а путевое – дифференциальным изменением силы и направления тяги задних вентиляторов одновременно с отклонением рулей направления. Система автоматического управления аппаратом обеспечивает реализацию алгоритмов универсальных базовых синергетических законов взаимосвязанного управления его пространственным движением с учётом компоновочной схемы данного аппарата. В его бортовой системе автоматического управления, кроме реализации синергетических алгоритмов управления пространственным движением, решается, в том числе, задача оптимального распределения

энергии между бортовыми источниками питания и силовыми установками.

### Беспилотный аппарат БЛАВВП

Беспилотный аппарат БЛАВВП выполнен по аэродинамической схеме «винт в кольце» с соосными несущими винтами, приводимыми во вращение высокоэффективным электродвигателем (на основе магнитов из редкоземельных металлов). Закрепляемая на нём спасательная платформа несёт спасательные средства и оснащение, обеспечивающие эвакуацию пострадавших. Спасательная платформа крепится, с возможностью её быстрой отстыковки, снизу аппарата, не исключая возможность крепления и отстыковки её от верхней части аппарата. Аппарат оснащён автоматизированным управлением и возможностью самонаведения на терпящий бедствие объект, на основе использования принципов комплексирования инерциальных навигационных систем

со спутниковыми навигационными и корреляционно-экстремальными системами. В некоторых случаях не исключено применение привязного варианта БЛАВВП.

Конструктивно БЛАВВП представляет собой тороидальную оболочку («кольцо»), состоящую из композиционной и металлической (съёмной) частей. В центре кольца расположена мотогондола с воздушными винтами. Вся конструкция скрепляется с помощью четырёх пилонов. В мотогондоле на силовой раме между винтами расположен редукционно-силовой управляющий подузел, который совмещает в себе функции создания крутящих моментов, их передачи на несущие винты, а также, функции управления несущими винтами. Аппарат оснащён опорами шасси для перемещения, стоянки и обеспечения взлёта-посадки. Пульт управления БЛАВВП оснащён командными органами управления и контроля аналогичными вертолётным.

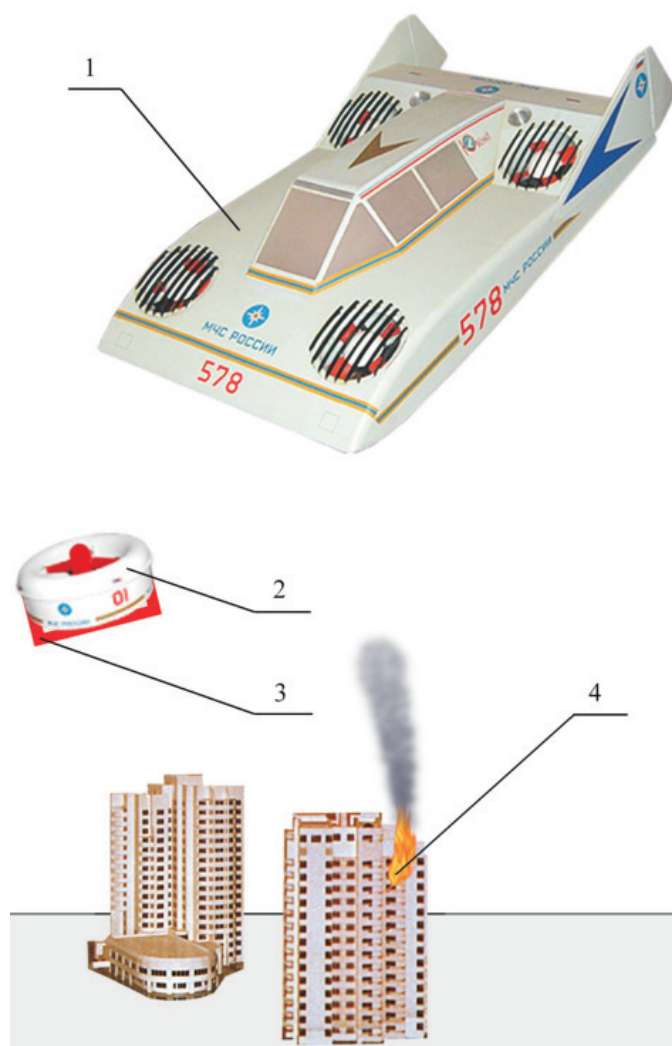


Рис. 1

### Состав системы

- на рис. 1 – общий вид авиационной системы обеспечения спасательных работ, прибывшей к месту действия;

- на рис. 2 – пилотируемый летательный аппарат с туннельными воздушными винтами вертикального взлёта и посад-

ки с закреплённым на его борту БЛАВВП с платформой несущей спасательное оборудование;

- на рис. 3 – размещение оборудования для управления и контроля работы авиационной системы на борту пилотируемого летательного аппарата;

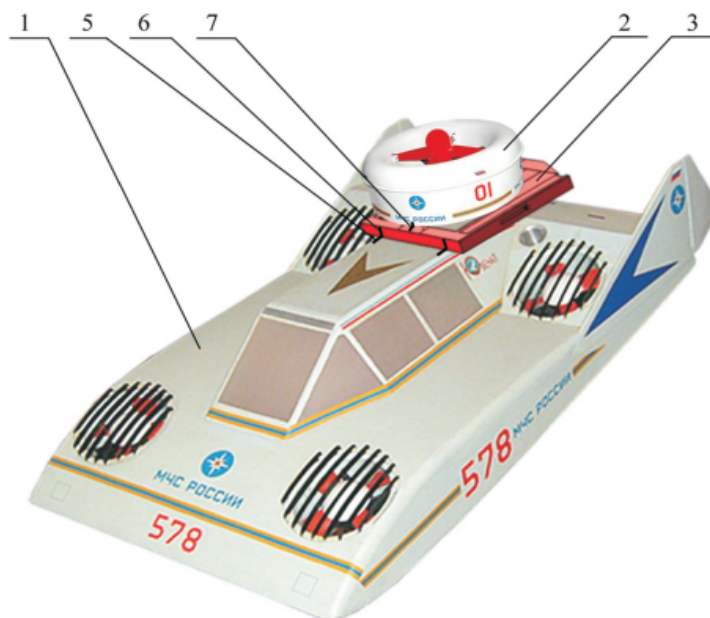


Рис. 2

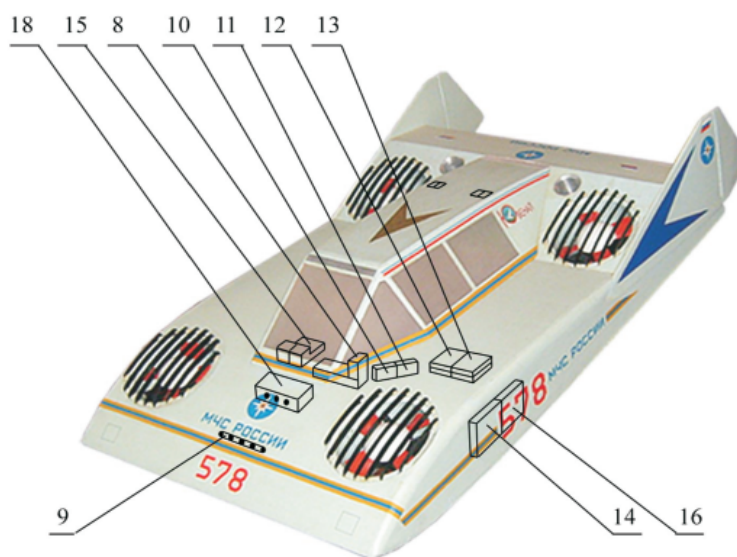


Рис. 3

- на рис. 4 – размещение оборудования автоматизированного управления и самонаведения на борту БЛАВВП и его полезная нагрузка;

- на рис. 5 – вид спереди на БЛАВВП с его полезной нагрузкой;

- на рис. 6 – вид сбоку на БЛАВВП в момент его причаливания к терпящему бедствие объекту;

- на рис. 7 – вид сверху на БЛАВВП со спасательным оборудованием, закреплённым на терпящем бедствие объекте;



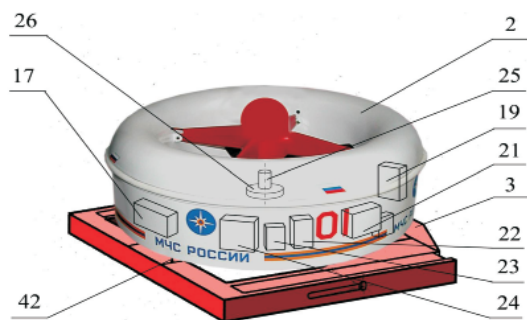


Рис. 4

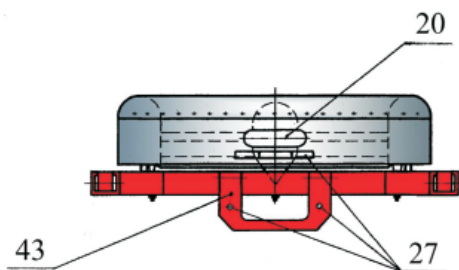


Рис. 5

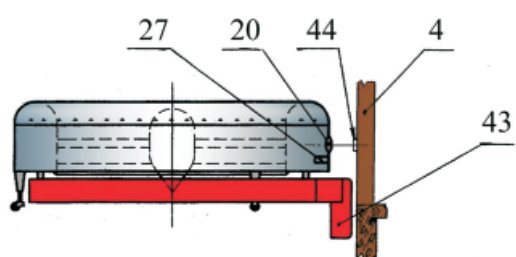


Рис. 6

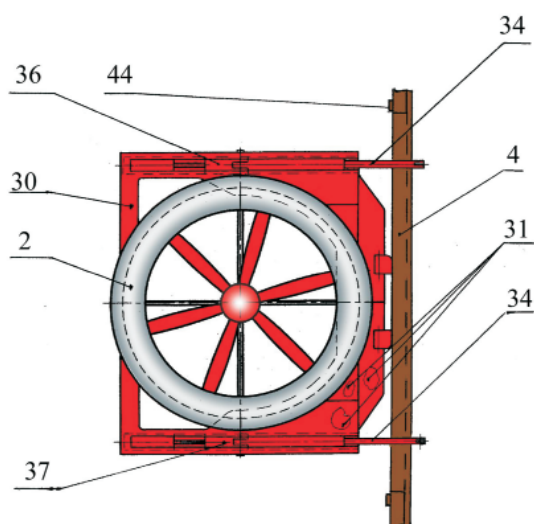


Рис. 7

• на рис. 8 – вид сбоку на БЛАВВП после закрепления его на терпящем бедствие объекте;

• на рис. 9 – вариант размещения полезной нагрузки сверху БЛАВВП

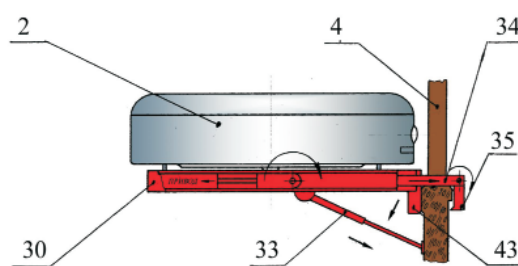


Рис. 8

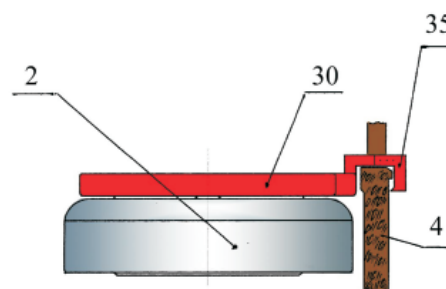


Рис. 9

• на рис. 10 – общий вид доставляемого к месту бедствия спасательного оборудования;

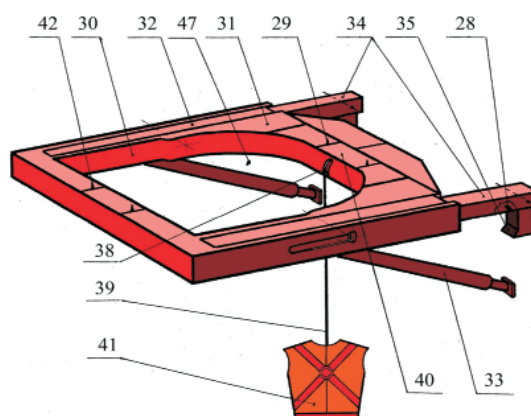


Рис. 10

• на рис. 11 – вариант спасательного оборудования типа «корзина»;

• на рис. 12 – вариант спасательного оборудования типа «чулок»;

На представленных рисунках использованы следующие обозначения:

1 – пилотируемый летательный аппарат с туннельными воздушными винтами вертикального взлёта и посадки;

2 – аппарат БЛАВВП;

3 – доставляемое спасательное оборудование;

4 – аварийный объект (объект, терпящий бедствие);

5 – средства крепления БЛАВВП к борту пилотируемого ЛА;

6 – средства штатного разделения пилотируемого ЛА и БЛАВВП;

7 – средства экстренного отделения БЛАВВП от борта пилотируемого ЛА;  
 8 – бортовой комплекс управления и контроля полётом БЛАВВП;  
 9 – блок видеокамер;  
 10 – линия передачи изображения;  
 11 – формирователь кадра;  
 12 – высотомер;  
 13 – спутниковая навигационная система типа GPS;  
 14 – блок памяти;  
 15 – портативный персональный компьютер;  
 16 – передатчик команд управления;  
 17 – приёмник команд ручного управления и сигналов ориентации БЛАВВП;  
 18 – метательное устройство для дистанционной постановки маркерных радиосветомаяков;  
 19 – бортовой электронный комплекс самонаведения БЛАВВП;  
 20 – датчик-видеомодуль самонаведения БЛАВВП;  
 21 – бортовая система автоматического управления (САУ) БЛАВВП;  
 22 – высотомер БЛАВВП;  
 23 – дальномер БЛАВВП;  
 24 – спутниковая радионавигационная система типа GPS БЛАВВП;  
 25 – блок сервоприводов;  
 26 – исполнительные устройства;  
 27 – аппаратура формирования сигналов причаливания;  
 28 – датчики закрепления на аварийном объекте;  
 29 – датчики отделения от доставленного спасательного оборудования;  
 30 – раскладная рама;  
 31 – контейнер со спасательным оборудованием;  
 32 – каркас раскладной рамы;  
 33 – раскладные подкосы рамы;  
 34 – телескопические секции раскладной рамы (секции дистанционного разрушения стёкол здания и крепления к нему);  
 35 – поворотные зацепы раскладной рамы;  
 36 – пиромеханизм раскладной рамы;  
 37 – пиромеханизм раскладной рамы;  
 38 – самотормозящиеся спасательные лебёдки;  
 39 – тросы спасательных лебёдок;  
 40 – автономные источники питания спасательных лебёдок;  
 41 – набор спасательного оборудования для эвакуации пострадавших и терпящих бедствие людей;  
 42 – пирозамки, отделяющие раскладную раму от доставившего её БЛАВВП;  
 43 – амортизирующее причально-контактное устройство;  
 44 – радиосветомаяк;  
 45 – спасательное оборудование типа «корзина»;

46 – спасательное оборудование типа «чулок»;

47 – проём для приема пострадавших в раскладной раме.

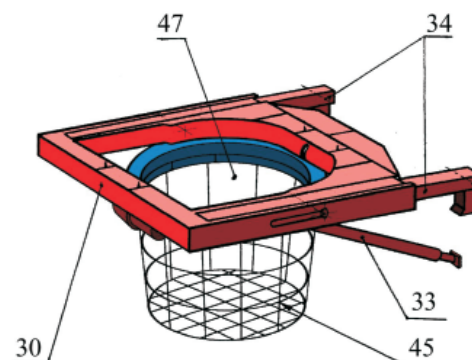


Рис. 11

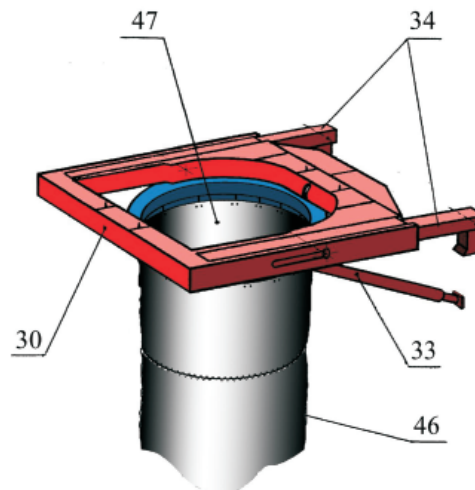


Рис. 12

#### Описание и назначение компонентов системы

Пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки 1 (рис. 2) является носителем БЛАВВП 2 и оснащён средствами их крепления 5 к своему борту, а также имеет средства штатного разделения 6 и экстренного отделения (сброса) 7 БЛАВВП 2, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций в любом из аппаратов. Пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки 1 (рис. 2), кроме своего штатного бортового радиоэлектронного оборудования, систем и комплексов, содержит бортовой комплекс 8 управления и контроля полётом БЛАВВП 2. Комплекс 8 включает в себя: блок видеокамер 9, которые позволяют формировать панорамное изображение зоны бедствия, подходов к ней и определять текущее местонахождение БЛАВВП 2; линию передачи изображения 10 на землю для анализа обстановки



и принятия решений руководящим составом спасателей с целью наиболее эффективного проведения операции; формирователь кадра 11, отражающий специальную информацию на мониторе портативного персонального компьютера 15 поверх видеоизображения со звуковыми предупредительными сигналами; высотомер 12, дающий уточнённую информацию о высоте полёта пилотируемого летательного аппарата 1 и БЛАВВП 2; спутниковую навигационную систему 13, типа GPS, позволяющую в сравнительном режиме получать информацию, как о местонахождении пилотируемого летательного аппарата 1, так и о местонахождении БЛАВВП 2 по навигационным данным систем GPS, установленным на их бортах; блок памяти 14, который служит для записи данных высоты и траектории полёта БЛАВВП 2 с целью нахождения наиболее оптимальных их параметров, по которым БЛАВВП будут направлены к терпящему бедствие объекту 4.

Команды, формируемые экипажем (оператором), поступают с передатчика команд управления 16, по радиозфиру, на приёмник 17 команд (рис. 4) на борт БЛАВВП 2, анализируются в процессоре бортовой системы автоматического управления (САУ) 21 и обеспечивают требуемые углы отклонения органов управления БЛАВВП.

Пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки 1 (рис. 3) оснащён аппаратурой и метательным устройством дистанционной постановки маркерных радиосветомаяков 18. Метательное устройство выполнено аналогично газопневматическому оружию с дистанционным прицеливанием и метанием.

Каждый из БЛАВВП 2 (рис. 4) обеспечен возможностью зависания и оснащен бортовым электронным комплексом самонаведения 19 на маркерные радиосветомаяки 44 (рис. 7), устанавливаемые дистанционно на терпящем бедствие объекте 4.

Бортовой электронный комплекс самонаведения 19 содержит датчик – видеомодуль 20 (рис. 5), в состав которого входит цифровая видеокамера с оптической системой и цифровым видеопроцессором, выход которого подключён ко входу системы автоматического управления (САУ) 21 БЛАВВП 2. В качестве видеомодуля 20 (рис. 5) может быть использована, к примеру, сверхкомпактная видеосистема ADCM-2650-0001 фирмы Agilent Technologies, Inc. (США). Видеопроцессор системы может быть запрограммирован на распознавание объектов определённой конфигурации и цвета. Такими объектами могут быть маркерные радиосветомаяки 44 (рис. 7), установленные на терпящем бедствие объекте 4.

До момента попадания БЛАВВП 2 в зону действия комплекса самонаведения 19 (рис. 4) аппарат управляется с использованием данных системы автоматического управления (САУ) 21, высотомера 22, дальномера 23 и бесплатформенной инерциальной навигационной системы с коррекцией от приёмника спутниковой навигационной системы типа GPS 24.

После входа БЛАВВП 2 в зону действия комплекса самонаведения 19 (рис. 4, 5, 6) по специальной команде начинается процесс его самонаведения на радиосветомаяки 44. Бортовой электронный комплекс самонаведения БЛАВВП 19 в своём составе содержит радиопеленгационное устройство, позволяющее использовать для наведения, кроме световых импульсов, ещё и радиоимпульсы. Бортовой комплекс самонаведения БЛАВВП 19 функционирует совместно с приёмником команд управления и ориентации в пространстве 17, аппаратурой формирования сигналов причаливания 27, датчиками закрепления 28 (фиг. 10) на терпящем бедствие объекте 4, датчиками отделения 29 БЛАВВП 2 от доставленного спасательного оборудования 3.

#### **Описание доставляемого спасательного оборудования**

Доставляемое в зону бедствия спасательное оборудование 3, смонтировано на специальных раскладных рамах 30 (рис. 10) и упаковано в контейнеры 31.

Каждая из раскладных рам 30 состоит из каркаса 32, в котором шарнирно закреплены раскладные подкосы 33. Поворотные раскладные плечи дистанционного разрушения стёкол здания и крепления к нему 34 (или телескопические секции дистанционного разрушения стёкол здания и крепления к нему, также 34). Поворотные зацепы 35, срабатывание которых обеспечено пиромеханизмами 36 и 37. Раскладная рама 30 оснащена также самотормозящимися лебёдками 38 с тросами 39 и автономными источниками питания 40.

Спасательное оборудование 3, упакованное в контейнеры 31, представляет собой подвесные системы облегчённого типа, аналогичные парашютным, или спасательные пояса, жилеты 41, конструкция которых позволяет без особого труда пострадавшему человеку их надеть на себя и покинуть здание в проём 47 раскладной рамы 30, опускаясь до земли на тросе 39 с оптимальнобезопасной скоростью.

Доступ терпящих бедствие людей к доставленному спасательному оборудованию 3 возможен только после выполнения операций закрепления раскладной рамы 30 в оконном проёме аварийного здания 4 и после отделения БЛАВВП 2 от достав-

ленной ею раскладной рамы 30 с последующим его уходом на безопасное расстояние.

Процесс отделения БЛАВВП 2 от раскладной рамы 30 обеспечен установленными на каркасе 32 раскладной рамы 30 синхронносрабатываемыми пирозамками 42, открытие которых производится по сигналам датчиков закрепления 28 раскладной рамы 30 на аварийном здании 4. Окончание процесса отделения БЛАВВП 2 от раскладной рамы 30 подтверждается сигналами датчиков отделения 29, что позволяет автоматически разблокировать контейнеры 31 со спасательным оборудованием 3 и использовать его по назначению после ухода БЛАВВП 2 на безопасное расстояние.

Безопасность терпящих бедствие людей в момент закрепления БЛАВВП 2 со спасательным оборудованием 3 обеспечивается предупреждающей громкоговорящей связью в форме инструкций по безопасному покиданию зоны бедствия 4 и производится с борта пилотируемого летательного аппарата 1.

После закрепления раскладной рамы 30 в оконном проёме аварийного здания 4, отделения БЛАВВП 2 от раскладной рамы 30 и его ухода на безопасное расстояние, с борта летательного аппарата 1 могут осуществляться меры по снижению температуры огня, сбою пламени и т.д., обеспечению возможности безопасного покидания людьми зоны бедствия и непосредственно сама эвакуация.

#### **Работа авиационной системы в зоне бедствия**

Работа авиационной системы обеспечения спасательных работ на этажах высотного здания при пожаре осуществляется следующим образом.

Пилотируемый летательный аппарат 1 – носитель БЛАВВП 2, находится на земле в дежурном режиме с установленным на его верхней части горгрота БЛАВВП 2. К БЛАВВП прикреплено спасательное оборудование 3. Сам БЛАВВП удерживается на горгроте средствами крепления 5. По команде «тревога» пилотируемый летательный аппарат 1 взлетает и прибывает в зону бедствия, занимая высоту, близкую к высоте нижней кромки пожара. Экипаж (в составе пилота и оператора) оценивает обстановку, масштабы распространения огня и наличие терпящих бедствие людей в высотном здании 4, производит запуск силовой установки БЛАВВП 2, всех его систем и готовит аппарат к старту с борта пилотируемого аппарата 1. В результате срабатывания штатных замков 6, под действием силы тяги БЛАВВП 2 последний отделяется от пилотируемого летательного аппарата 1 вертикально, затем уходит на безопасное для манёвра расстояние и зависает в автоматическом режиме. Отрыв БЛАВВП 2 от

борта пилотируемого летательного аппарата 1 в полёте сопровождается некоторой расбалансировкой аппарата 1, что в автоматизированном режиме немедленно компенсируется изменением величин векторов тяг силовых установок (вентиляторов) аппарата 1. При внезапном возникновении неконтролируемой внештатной ситуации на борту пилотируемого аппарата 1 или на борту БЛАВВП 2, а также в случае резкого ухудшения метеобстановки, имеется возможность использования средств 7 экстренного отделения БЛАВВП 2 от борта пилотируемого летательного аппарата 1. Средства 7 экстренного отделения выполнены в виде пирозамков однократного использования и после срабатывания требуют замены. Экипаж пилотируемого аппарата 1 (рис. 3) после штатного отделения БЛАВВП 2 и ухода его на безопасное расстояние, на малой поступательной скорости (в режиме зависания) подводит аппарат 1 к терпящему бедствие объекту 4 на минимально возможное расстояние. При этом бортовой комплекс 8 управления и контроля полётом БЛАВВП 2 поддерживает непрерывно с ним связь и осуществляет контроль его навигационных параметров.

Визуально и с помощью блока видеоканала 9 экипаж определяет места возможного закрепления спасательного оборудования 3 на объекте 4, производит маркировку этих мест радиосветомаяками 44, выстреливая их из специального метательного устройства 18.

Радиосветомаяк 44 представляет собой миниатюрное электронное устройство с мощным импульсным светодиодом и радиопередатчиком, находящимися в одном корпусе, который может быть закреплён на терпящем бедствие объекте 4 с помощью специального высокоэффективного клеящего состава. Установка радиосветомаяков 44 на объект производится путём выстреливания их с определенной дистанции. Радиосветомаяки 44 характеризуются контрастом по отношению к близлежащим источникам света, огня и электромагнитных волн и могут быть установлены как одиночно, так и парно, образуя некоторую равносигнальную зону.

После установки радиосветомаяков 44 на объект 4 пилотируемый летательный аппарат 1 отходит, в зависающем режиме, от объекта 4 на безопасное расстояние. Руководствуясь данными бортового комплекса 8 управления и контроля полётом БЛАВВП 2, а также панорамным изображением зоны бедствия, экипаж пилотируемого летательного аппарата 1 производит наведение БЛАВВП 2 на объект 4 до его вхождения в зону действия бортового комплекса самонаведения 19.

После входа БЛАВВП 2 в указанную зону (рис. 6), по специальной команде

с борта, пилотируемого летательного аппарата 1, начинается процесс самонаведения БЛАВВП 2 на радиосветомаяки 44 с более высокой точностью, чем до входа в зону самонаведения. При подходе БЛАВВП 2 в режиме самонаведения на заданное расстояние к терпящему бедствие объекту 4, по команде комплекса самонаведения 19 он автоматически переходит в режим причаливания к объекту 4. Данный режим, при соблюдении заданной высоты полёта, позволяет уменьшить горизонтальную скорость БЛАВВП 2. При этом, амортизирующее причально-контактное устройство 43 переводится в рабочее положение. После соприкосновения БЛАВВП 2 с объектом 4, посредством причально-контактного устройства 43, его датчики, входящие в состав аппаратуры формирования сигналов причаливания 27, выдают сигнал на закрепление раскладной рамы 30 в конструкции объекта 4. Срабатывают пиромеханизмы 36 и 37 (рис. 7, 8) раскладной рамы, которые выдвигают телескопические секции 34, разбивают стёкла объекта 4, раскладывают подкосы рамы 33 и обеспечивают срабатывание поворотных зацепов 35 раскладной рамы 30. Производится закрепление раскладной рамы 30 в конструкции терпящего бедствие объекта 4. При этом БЛАВВП пока еще пристыкован к раскладной рамы 30.

По завершении цикла закрепления раскладной рамы 30 с находящейся на ней БЛАВВП 2, к объекту 4, срабатывают датчики закрепления 28 (рис. 10), установленные на раскладной раме 30, и выдаётся команда на отделение БЛАВВП 2 от раскладной рамы 30. Отделение БЛАВВП 2 от раскладной рамы 30 производится путем срабатывания специальных пирозамков 42 с подтверждением сигналами датчиков отделения 29, которые образуют единые исполнительно-сигнальные блоки, смонтированные в конструкции раскладной рамы 30. Срабатывание пирозамков 42 и датчиков отделения 29 являются сигналом к увеличению оборотов силовой установки БЛАВВП 2 и вертикальному его отрыву от раскладной рамы 30. На высоте полёта, равной примерно диаметру несущего винта, БЛАВВП 2, изменением циклического шага несущих винтов, переходит в горизонтальный полёт. Уход БЛАВВП 2 на безопасное расстояние от терпящего бедствие объекта 4 подтверждается сигналами с его борта, передаваемыми на борт пилотируемого летательного аппарата 1. Система к проведению спасательных работ готова.

Спасение пострадавших людей с использованием средств 41 типа «**спасательный жилет**» (рис. 10). Данное средство представляет собой эластичную оболочку с ремнями, охватывающую туловище чело-

века под руками. Оно оснащено быстросирирующимися замками. Терпящий бедствие человек, надев такой жилет, может покинуть место бедствия 4 в проём раскладной рамы 30 и опустится на тросе 39 с помощью самотормозящейся лебёдки 38 до земли или на приспособление, аналогичное раскладной раме 30, укреплённое в оконном проёме нижних не объятых пламенем этажей здания.

Спасение пострадавших людей с использованием средства 45 типа «**корзина**» (рис. 11). Во время транспортировки (доставки) корзина уложена «по-походному» и прикреплена к раскладной раме 30. Она имеет форму кольца, чтобы не создавать помех потоку воздуха, выдуваемому из БЛАВВП 2. После закрепления раскладной рамы 30 на терпящем бедствие объекте 4 и ухода БЛАВВП 2, корзина под собственным весом раскладывается вниз, т.е. переводится в рабочее положение. После этого пострадавший самостоятельно или с помощью других пострадавших через проём 47 раскладной рамы 30 входит в корзину и занимает место в соответствии устными инструкциями по громкоговорящей связи с борта пилотируемого летательного аппарата 1. Корзина перемещается на четырёх тросах вниз и вверх с помощью автономной лебёдки, смонтированной на раскладной раме 30, и обеспечивается электропитанием от аккумулятора 40. Данное средство позволяет эвакуировать не только терпящих бедствие, но и поднимать членов спасательной или пожарной команды для оказания помощи или тушения пожара. Оно имеет преимущество многократного использования.

Спасение пострадавших людей с использованием средства 46 типа «**рукав**» или «**чулок**» (рис. 12). Данное средство выполнено в виде эластичной текстильной оболочки, способной стягиваться под действием массы находящегося в нём груза (человека), обеспечивая достаточное сопротивление его движению вниз под действием силы гравитации с безопасной вертикальной скоростью. Для транспортировки (доставки) чулок компактно собирается в виде «гармошки» и закрепляется на раскладной раме 30. Раскладывается такое средство под действием собственного веса вниз после закрепления раскладной рамы 30 в проёме окна и ухода доставившего его БЛАВВП 2. Терпящие бедствие люди спускаются во внутренней полости чулка один за другим на землю или на приспособление, аналогичное раскладной раме 30, установленное в оконном проёме нижних, не объятых пламенем этажей объекта 4. Это средство обеспечивает быструю эвакуацию большого количества людей с места пожара в безопасную зону.

Следует отметить, что пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта



и посадки 1, оснащённый бортовым комплексом 8 управления и контроля полётом БЛАВВП 2 способен работать с несколькими БЛАВВП 2, несущими спасательное оборудование 3 в зону бедствия 4. Для сокращения времени подготовки к проведению спасательных работ первый из БЛАВВП 2 доставляется в зону бедствия 4 пилотируемым летательным аппаратом 1, находящимся на месте базирования в де-

журном режиме. Остальные БЛАВВП 2 при возникновении в них надобности, могут быть доставлены в зону бедствия 4 либо по воздуху, либо наземным транспортом в соответствии с нормативами прибытия в зону бедствия 4 по команде «тревога».

Групповая работа авиационной системы обеспечения спасательных работ, а также работа со вторым, третьим и т.д. БЛАВВП аналогична описанной.



### Завершение спасательных работ

БЛАВВП 2 после доставки спасательных средств (оборудования) 3 на терпящий бедствие объект 4 уходит из зоны бедствия на безопасное расстояние и в автоматическом режиме выполняет посадку на указанное с борта пилотируемого летательного аппарата 1 место. В дальнейшем он наземным транспортом доставляется на место базирования.

После завершения эвакуации пострадавших людей из зоны бедствия 4 пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки 1 перелетает на место базирования или доставляется туда наземным транспортом в случае его приземления вне базы.

Раскладную раму 30 после полной ликвидации пожара демонтируют, подвергают дефектации, и после устранения обнаруженных повреждений снаряжают и используют вновь.

### Заключение

Таким образом, предлагаемая авиационная система обеспечения спасательных работ позволяет оперативно доставить и надёжно закрепить спасательные средства на любом этаже высотного здания, без опасения соударения воздушных винтов со зданием. Обеспечивает безопасную эвакуацию пострадавших, или обеспечивает подъём

спасателей на терпящий бедствие этаж здания. Данная авиационная система позволяет повысить безопасность спасения большого количества людей из труднодоступных мест высотного здания и снизить стоимость спасательных работ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесников А.А., Мушенко А.С. Синергетическое управление процессами пространственного движения летательных аппаратов // Авиакосмическое приборостроение. – 2004. – № 2.
2. Колесников А.А. Синергетические методы управления авиационными объектами и системами // Авиакосмическое приборостроение. – 2004. – № 8.
3. Исследования в области теоретической и прикладной аэродинамики; под ред. заслуженного деятеля науки РСФСР проф. Н.С. Аржаникова // Труды Московского Авиационного Института, выпуск III – М.: Оборонгиз, 1959.
4. Шайдаков В.И. Аэродинамика винта в кольце: учебное пособие. – М.: Изд-во Московского авиационного института, 2006.
5. Курочкин Ф.П. Основы проектирования самолётов с вертикальным взлётом и посадкой. – М.: Машиностроение, 1970.
6. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд-во МАИ, 1994.
7. Воронков Ю.С., Воронков О.Ю. Лёгкий многорежимный летательный аппарат: патент РФ № 2348568 от 29.06.2007, МПК8 В64С 15/00, В64С 15/12.
8. Воронков Ю.С., Воронков О.Ю. Авиационная система обеспечения спасательных работ: патент РФ № 2381959 от 11 июля 2008 года, МПК В64С 27/00, А62В 1/00.
9. Методы сжатия данных / Д. Ватолин и др. – М.: Диалог – МИФИ, 2003.
10. Методы фильтрации сигналов в корреляционно-экстремальных системах навигации / В.К. Бакицкий и др. – М.: Радио и связь, 1986.

УДК 548.3:669.018

**ВЕРОЯТНЫЕ ИЗОСИММЕТРИЙНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ  
МОДИФИКАЦИИ ФУЛЛЕРЕНОВ С ОБОЛОЧКАМИ ПЕНТАГОНАЛЬНОЙ  
ВЕТВИ КЛАССИФИКАЦИИ В АНТИФРИКЦИОННЫХ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЯХ**

<sup>1,2</sup>Дерлугян П.Д., <sup>1,2</sup>Иванов В.В., <sup>1</sup>Иванова И.В., <sup>1,2</sup>Логинов В.Т., <sup>1</sup>Шишка В.Г.

<sup>1</sup>ФГУП ОКБ «ОРИОН»;

<sup>2</sup>Южно-Российский государственный технический университет, e-mail: valivanov11@mail.ru

Обсуждается возможная структурная разупорядоченность углеродсодержащих наночастиц в антифрикционных композиционных покрытиях, модифицированных наноалмазом. Рассматриваются вероятные изосимметричные и деформационные модификации наноструктур с атомными оболочками пентагональной ветви классификации фуллеренов и их возможное влияние на трибологические свойства покрытий.

**Ключевые слова:** структурно-фазовая разупорядоченность, композиционные покрытия, наноалмаз, наноструктуры, атомные оболочки фуллеренов

**PROBABLY ISOSYMMETRIC AND DEFORMATIONAL MODIFICATIONS  
OF FULLERENE'S WITH COVERS BY PENTAGONAL BRANCH CLASSIFICATION  
IN TO ANTIFRICTION COMPOSITIONAL COATINGS**

<sup>1,2</sup>Derlugyan P.D., <sup>1,2</sup>Ivanov V.V., <sup>1</sup>Ivanova I.V., <sup>1,2</sup>Loginov V.T., <sup>1</sup>Shishka V.G.

<sup>1</sup>FGUE SDTU «ORION»;

<sup>2</sup>South-Russian state engineering university, e-mail: valivanov11@mail.ru

The possible structural disordering of carbon containing nanoparticles into antifriction compositional coats modified by nanodiamond was discussed. The probably isosymmetric and deformational modifications of nanostructures with atomic covers by pentagonal branch of fullerene's classification and the possible influence onto tribologic properties of the coats were examined.

**Keywords:** structural phase disordering, compositional coatings, nanodiamond, nanostructures, fullerenes atomic covers

В процессе трения поверхностные слои материалов переходят в специфическое состояние, которое характеризуется как фазово-разупорядоченное по отношению к исходному состоянию [1–3]. Методики анализа фазовой и структурной разупорядоченности поверхности антифрикционных материалов и композиционных покрытий (КП), представлена в работах [4–7].

Наличие межфазных «дефектов» является прямым следствием фазово-разупорядоченного состояния, особенно компонентов системы в ультрадисперсном состоянии [8–10]. В этом случае может проявляться эффект синергизма – отклонение свойства материала от величины, которая может быть получена по аддитивной схеме с учетом индивидуальных характеристик фаз. В соответствии с синергической моделью «концентрационной волны» [10] трибологические свойства (скорость линейного износа или коэффициент трения) КП зависят также от относительной величины эффекта синергизма, который определяется параметрами  $k$  и  $k_n$  – размерным и наноструктурным факторами, соответственно. Экспериментально установлено [11–17], что для КП разного фазового состава параметр  $k_n$  принимает значения в интервале от 0,03 до 0,17 и характеризует объемную

долю наночастиц фаз твердых компонент трибосопряженных поверхностей. Одновременный учет вероятного синергизма свойств компонентов КП и анализ возможного фазово-разупорядоченного состояния трибосопряженных поверхностей позволил осуществить целенаправленный выбор эффективных модификаторов для КП на основе никельсодержащих систем [18]. Теоретическим обоснованием для этого послужили методы символического описания модульного строения компонентов КП и методы модулярного дизайна наноструктур [19–29].

Данная работа посвящена анализу возможной структурно-фазовой разупорядоченности углеродсодержащих наночастиц в антифрикционных КП, модифицированных наноалмазом. Рассмотрены некоторые из вероятных наноструктур с гомоатомными оболочками пентагональной ветви классификации фуллеренов, предложенной в [30].

Можно предположить, что в процессе трения КП, модифицированного наноалмазом, происходит разрушение агрегатов углеродсодержащих наночастиц, «графитизация» их поверхностных оболочек и образование, в частности, «ядер» в виде фуллереноподобных наноструктур состава  $C_n$  с  $n \geq 20$ . Пентагональный додекаэдр характеризует форму малого фуллерена  $C_{20}$ ,



на основе которого могут быть сконструированы икосаэдрические наноалмазы с тетраэдрической  $sp^3$ -координацией атомов углерода, и онионы – многослойные фуллереноподобные частицы с  $sp^2$ -координацией атомов углерода.

В качестве допустимых топологических преобразований пентагондодекаэдра будем рассматривать сплитинг-преобразование узлов и стеллейшн-дизайн граней. Основная цепочка топологических преобразований (см. рис. 1):

пентагондодекаэдр  $PD\{555\} \rightarrow$  усеченный пентагондодекаэдр  $tPD\{3.10.10\} \rightarrow$  икосододекаэдр  $ID\{3535\} \rightarrow$  усеченный икосаэдр  $tI\{566\} \rightarrow$  икосаэдр  $I\{33333\}$ .

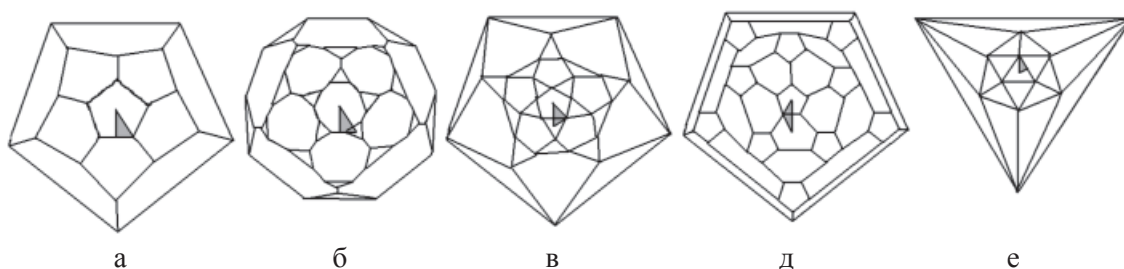


Рис. 1. Проекция оболочек и фундаментальные области группы симметрии  $I_h$  для  $PD\{555\}$  (а);  $tPD\{3.10.10\}$  (б);  $ID\{3535\}$  (в);  $tI\{566\}$  (г) и  $I\{33333\}$  (д)

Возможны также следующие преобразования с сохранением симметрии икосаэдра  $I_h$ : икосододекаэдр  $ID\{3535\} \rightarrow$  усеченный икосододекаэдр  $tID\{46.10\} \rightarrow$  ромбоикосододекаэдр  $RID\{3454\}$ ,

усеченный икосаэдр  $tI\{566\} \rightarrow \{2\{3.10.12\} + \{3.12.12\}\} \rightarrow \{3536\}$ .

Характеристики всех полученных выше полиэдров с симметрией икосаэдра  $I_h$ , в том числе расчетные значения диаметра соответствующих им фуллеренов и возможные составы оболочек углеродсодержащих наноструктур в соответствии с [30], представ-

лены в табл. 1. Отметим, что в [30] формально допускается также и существование гетероатомных кластеров со структурными формулами  $A_{60}^{III} B_{90}^{II}$  в форме икосаэдра,  $A_{30}^{III} B_{90}^{II}$  в форме пентагондодекаэдра и  $A_{30}^{III} B_{45}^{II}$  в форме икосододекаэдра.

Таблица 1

Характеристика полиэдров с симметрией икосаэдра  $I_h$

| Полиэдр                      | Количество |       |        | Состав фуллерена | Диаметр фуллерена, нм | Общая формула состава оболочек наноструктур |
|------------------------------|------------|-------|--------|------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
|                              | вершин     | ребер | граней |                  |                       |                                             |
| $PD\{555\}$                  | 20         | 30    | 12     | $C_{20}$         | 0,48                  | $C_{20+60z}$                                |
| $tPD\{3.10.10\}$             | 60         | 90    | 32     | $C_{60}$         | 0,74                  | $C_{60z}$                                   |
| $ID\{3535\}$                 | 30         | 60    | 32     | $C_{30}$         | 0,57                  | $C_{30+60z}$                                |
| $tI\{566\}$                  | 60         | 90    | 32     | $C_{60}$         | 0,74                  | $C_{60z}$                                   |
| $I\{33333\}$                 | 12         | 30    | 20     | $C_{12}$         | 0,42                  | $C_{12+60z}$                                |
| $tID\{46.10\}$               | 120        | 180   | 62     | $C_{120}$        | 1,05                  | $C_{60z}$                                   |
| $RID\{3454\}$                | 60         | 120   | 62     | $C_{60}$         | 0,74                  | $C_{60z}$                                   |
| $2\{3.10.12\} + \{3.12.12\}$ | 180        | 270   | 92     | $C_{180}$        | 1,22                  | $C_{60z}$                                   |
| $\{3536\}$                   | 90         | 180   | 92     | $C_{90}$         | 0,95                  | $C_{30+60z}$                                |

Аналогичные данные для полиэдров с икосаэдрической симметрией могут быть получены при анализе фундаментальной области точечной группы  $I_h$ . Симметрический комплекс группы содержит центр

симметрии, 15 поворотных осей симметрии 2-го порядка, 10 инверсионных осей симметрии 3-го порядка, 6 инверсионных осей симметрии 5-го порядка и 15 плоскостей симметрии  $m$ . В данном случае фундамен-

тальная область группы – замкнутая неправильная трехгранная пирамида, ребрами которой являются ближайшие друг к другу оси симметрии 2-го, 3-го и 5-го поряд-

ка (рис. 2). Положение вершин вероятных многогранников и их локальная симметрия в фундаментальной области точечной группы представлены на рис. 3.

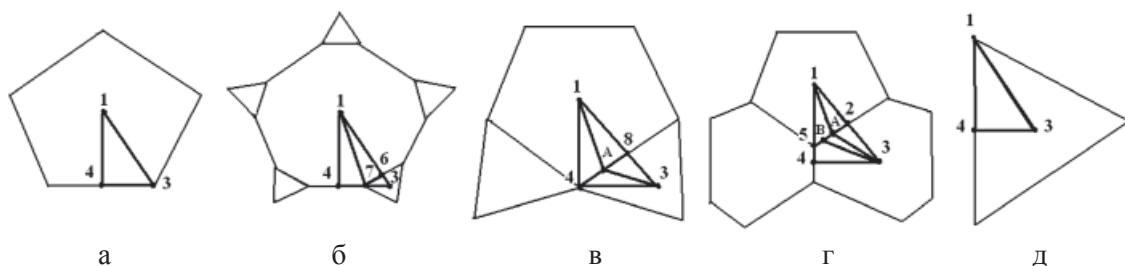


Рис. 2. Соотношения структурных элементов модификаций фуллеренов с симметрией  $I_h$ :  
 $C_{20}$ -PD{555} – (а);  $C_{60}$ -tPD{3.10.10} – (б);  $C_{30}$ -ID{3535} – (в);  
 $C_{60}$ -tI{566} – (г);  $C_{12}$ -I{33333} – (д)

В [31, 32] методом анализа фундаментальных областей точечной группы симметрии перечислены группы симметрии всех возможных симметрично неэквивалентных разновидностей молекул фуллеренов, которые могут возникнуть в результате ее непрерывных деформаций. В частности, для молекулы фуллерена  $C_{60}$  выделено 23 различных типа структурных элементов, которым соответствуют 23 типа симметрично неэквивалентных разновидностей молекулы (рис. 2, г). Число возможных структурных превращений между модификациями определяется как число связей в графе смежности группы  $I_h$  и равно 79 [31]. На экстраординарных направлениях  $A$  и  $B$  симметрия молекулы повышается до  $m\bar{3}.10$  и  $m\bar{6}.5$  соответственно (табл. 2) [31].

Аналогичный анализ с использованием данных о структурных элементах (рис. 2, а) для получения вероятных деформационных модификаций может быть проведен и для других молекул фуллеренов [32], например, для молекулы  $C_{20}$  в форме пентагонального додекаэдра (табл. 3).

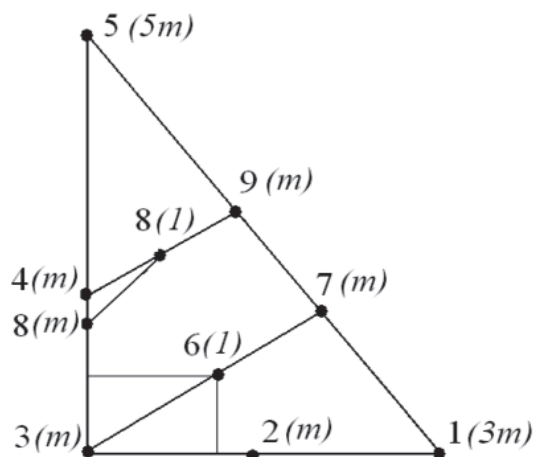


Рис. 3. Положение вершин вероятных многогранников и их симметрия в фундаментальной области точечной группы  $I_h$ :

1 – PD{555}; 2 – tPD{3.10.10}; 3 – ID{3535};  
 4 – tI{566}; 5 – I{33333}; 6 – tID{46.10};  
 7 – RID{3454}; 8 – многогранник  $(2\{3.10.12\} + \{3.12.12\})$ ;  
 9 – многогранник {3536}

Таблица 2  
 Структурные состояния молекулы фуллерена  $C_{60}$  [31].

| Структурный элемент *             | Размерность | Симметрия орбиты  | Собственная симметрия |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| 1                                 | 1           | $m\bar{3}\bar{5}$ | 5m                    |
| 2, 4, 5                           |             | $m\bar{3}\bar{5}$ | m                     |
| 3                                 |             | $m\bar{3}\bar{5}$ | 3m                    |
| A                                 |             | $m\bar{3}.10$     | 1                     |
| B                                 |             | $m\bar{6}.5$      | 1                     |
| 1-2, 1-5, 2-3, 3-4, 4-5           | 2           | $m\bar{3}\bar{5}$ | m                     |
| 1-A, 2-A, 3-5, 3-B, A-B, B-5      |             | $m\bar{3}\bar{5}$ | 1                     |
| 1-2-A, 1-A-5, 2-3-B, 3-4-5, 3-B-5 | 3           | $m\bar{3}\bar{5}$ | 1                     |

Таблица 3  
Структурные состояния молекулы малого фуллерена C<sub>20</sub> [32].

| Структурный элемент * | Размерность | Симметрия орбиты    | Собственная симметрия |
|-----------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| 1                     | 1           | $\bar{5} \bar{3} m$ | 5m                    |
| 4                     |             | $\bar{5} \bar{3} m$ | 2m                    |
| 3                     |             | $\bar{5} \bar{3} m$ | 3m                    |
| 1–3, 1–4, 3–4         | 2           | $\bar{5} \bar{3} m$ | m                     |
| 1–3–4                 | 3           | $\bar{5} \bar{3} m$ | 1                     |

Таким образом, установлено, что при модифицировании КП наноалмазом фазовая и структурная разупорядоченность углеродсодержащих наночастиц на их поверхности после трибовоздействия может быть обусловлена, в частности, наличием фуллереноподобных наночастиц разного состава с диаметром менее 1,25 нм и симметрией точечной группы  $I_h$  или ее вероятных деформационных модификаций. В этом случае все эти наночастицы в соответствии с синергической моделью «концентрационной волны» могут рассматриваться как «фазы» твердой компоненты, проявляющие свойства твердых смазочных материалов и эффективно влияющие на трибологические свойства КП [8]. Это подтверждается результатами трибологических испытаний соответствующих твердосмазочных антифрикционных покрытий, полученных с использованием наночастиц алмаза [33].

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, соглашение № 14.U01.21.1078.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
2. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2001. – № 3. – С. 60–61.
3. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. Спецвыпуск. Проблемы трибоэлектрохимии. – 2005. – С. 128–130.
4. Иванов В.В., Логинов В.Т., Башкиров О.М., Щербаков И.Н., Даниюшина Г.А., Докукин И.И. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2003. – № 2. – С. 105–107.
5. Иванов В.В., Логинов В.Т., Башкиров О.М. Щербаков И.Н., Марченко С.И. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2003. – № 3. – С. 54–55.
6. Иванов В.В., Башкиров О.М., Щербаков И.Н. и др. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. Спецвыпуск. Композиционные материалы. – 2005. – С. 50–52.
7. Balakai V.I., Ivanov V.V., Balakai I.V., Arzumanoval A.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2009. – Т.82. – № 5. – С. 851–856.
8. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
9. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое конструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 152 с.
10. Иванов В.В., Иванов А.В., Щербаков И.Н., Башкиров О.М. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 3. – С. 46–49.
11. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В., Башкиров О.М. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 4. – С. 62–64.
12. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 3. – С. 113–115.
13. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 4. – С. 116–118.
14. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 5. – С. 72–75.
15. Ivanov V.V., Balakai V.I., Ivanov A.V., Arzumanoval A.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2006. – Т.79. – № 4. – С. 610–613.
16. Иванов В.В., Кукоз Ф.И., Балакай В.И., Балакай К.В., Христофориди М.П. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2007. – № 5. – С. 56–58.
17. Ivanov V.V., Balakai V.I., Kurnakova N.Yu., Arzumanoval A.V., Balakai I.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2008. – Т.81. – № 12. – С. 2169–2171.
18. Щербаков И.Н., Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 5. – С. 47–50.
19. Иванов В.В., Таланов В.М. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2010. – Т.1. – № 1. – С. 72–107.
20. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2011. – Т.2. – № 3. – С. 121–134.
21. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2012. – Т.3. – № 4. – С. 82–100.
22. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография. – 2010. – Т.55. – № 3. – С. 385–398.
23. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. неорганической химии. – 2010. – Т.55. – № 6. – С. 980–990.
24. Иванов В.В., Таланов В.М. // Физика и химия стекла. – 2008. – Т.34. – № 4. – С. 528–567.
25. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания. – 2012. – № 9. – С. 74–77.
26. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания. – 2012. – № 8. – С. 75–77.
27. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания. – 2012. – № 10. – С. 78–80.
28. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии. – 2013. – Т.54. – № 2. – С. 354–376.
29. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография. – 2013. – Т.58. – № 3. – С. 370–379.
30. Кустов Е.Ф., Нефедов В.И., Калинин А.В., Чернова Г.С. // Журн. неорганической химии. – 2008. – Т. 53. – № 9. – С. 1483–1494.
31. Таланов В.М., Гусаров В.В., Федорова Н.В., Аммаева Ш.Г. // Физика и химия стекла. – 2005. – Т. 31. – № 3. – С. 369–374.
32. Talanov V.M., Fedorova N.V. // In: Handbook on Fullerene. Synthesis, Properties and Applications. – N-Y: Nova Science Publishers, Inc., – 2012. – Ch.3. – P. 151–195.
33. Патент № 2473711 РФ / Трофимов Г.Е., Щербаков И.Н., Шевченко М.Ю., Логинов В.Т., Дерлугян П.Д., Дерлугян Ф.П., Иванов В.В. – Оpubл. 27.01.2013. – Бюл. № 3.

УДК 548.3:669.018

# ВЕРОЯТНЫЕ ИЗОСИММЕТРИЙНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МОДИФИКАЦИИ ФУЛЛЕРЕНОВ С ОБОЛОЧКАМИ ТЕТРАЭДРИЧЕСКОЙ ВЕТВИ КЛАССИФИКАЦИИ В АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЯХ

<sup>1,2</sup>Дерлугян П.Д., <sup>1,2</sup>Иванов В.В., <sup>1</sup>Иванова И.В., <sup>1,2</sup>Логинов В.Т., <sup>2</sup>Торопков И.А.<sup>1</sup>ФГУП ОКТЕ «ОРИОН»;<sup>2</sup>Южно-Российский государственный технический университет, e-mail: valivanov11@mail.ru

Проанализированы вероятные изосимметричные и деформационные модификации некоторых наноструктур с атомными оболочками тетраэдрической ветви классификации фуллеренов и их возможное влияние на трибологические свойства покрытий.

**Ключевые слова:** структурно-фазовая разупорядоченность, композиционные покрытия, нанод алмаз, наноструктуры, атомные оболочки фуллеренов

## PROBABLY ISOSYMMETRIC AND DEFORMATIONAL MODIFICATIONS OF FULLERENES WITH COVERS BY TETRAHEDRAL BRANCH CLASSIFICATION IN TO ANTIFRICTION COMPOSITIONAL COATINGS

<sup>1,2</sup>Derlugyan P.D., <sup>1,2</sup>Ivanov V.V., <sup>1</sup>Ivanova I.V., <sup>1,2</sup>Loginov V.T., <sup>2</sup>Toropkov I.A.<sup>1</sup>FGUE SDTU «ORION»;<sup>2</sup>South-Russian state engineering university, e-mail: valivanov11@mail.ru

The probably isosymmetric and deformational modifications of some nanostructures with atomic covers of tetrahedral branch of fullerene's classification and the possible influence onto tribologic properties of the coatings were analyzed.

**Keywords:** structural phase disordering, compositional coatings, nanodiamond, nanostructures, fullerenes atomic covers

Тетраэдр  $T$  и его усеченная форма – лавесовский тетраэдр  $L'T$  – обладают симметрией группы  $T_d$  ( $43m$ ) и являются достаточно компактными полиэдрами. Как устойчивые структурные фрагменты они зарекомендовали себя, в частности, в тетраэдрических и октаэдрических структурах различных классов неорганических соединений (фазы Лавеса в интерметаллидах [1], многочисленные твердые растворы со структурой шпинели [2–13] и др.). Отметим, что наличие в структурах веществ фрагмента в виде лавесовского тетраэдра или комплекса из пяти соединенных вершинами тетраэдров могут обусловить чрезвычайно низкие величины межатомных расстояний типа Me-Me, необычные орбитальные или магнитные упорядоченные состояния и другие структурные особенности [14–18].

В соответствии с [19–23] трибологические свойства поверхности композиционных покрытий (КП) существенно зависят от эффекта синергизма, который определяется, в частности, наноструктурным параметром, характеризующим объемную долю наночастиц фаз твердых компонент трибосопряженных поверхностей. В зависимости от фазового состава КП величина этого параметра составляет 0,03–0,17 [24–28]. При использовании нанод алмаза в качестве модификатора поверхности покрытия в процессе трения возможно образование различных фуллеренов, в том числе и с тетраэдрическими оболочками. Проанализируем их вероятные изосимметричные и деформационные модификации.

Топологические преобразования тетраэдра за счет сплиттинг-преобразования его вершин могут быть представлены следующим образом (рис. 1):

тетраэдр  $T\{333\} \rightarrow$  усеченный тетраэдр  $tT(L'T)\{366\} \rightarrow$  октаэдр  $O\{3333\} \rightarrow$  дуальный тетраэдр  $T^d\{333\} \rightarrow$  дуальный усеченный тетраэдр  $tT^d(L'T^d)\{366\}$ ;

усеченный тетраэдр  $tT(L'T)\{366\} \rightarrow$  усеченный тетраэдр Лавеса  $tL'T$  ( $2\{36.12\} + \{3.12.12\}$ )  $\rightarrow$  20-гранник ( $2\{336\} + \{3636\}$ ).

Характеристики всех полученных выше полиэдров с кубической симметрией тетраэдра или октаэдра, в том числе расчетные значения диаметра соответствующих

им фуллеренов и возможные составы оболочек углеродсодержащих наноструктур в соответствии с [29], представлены в табл. 1.

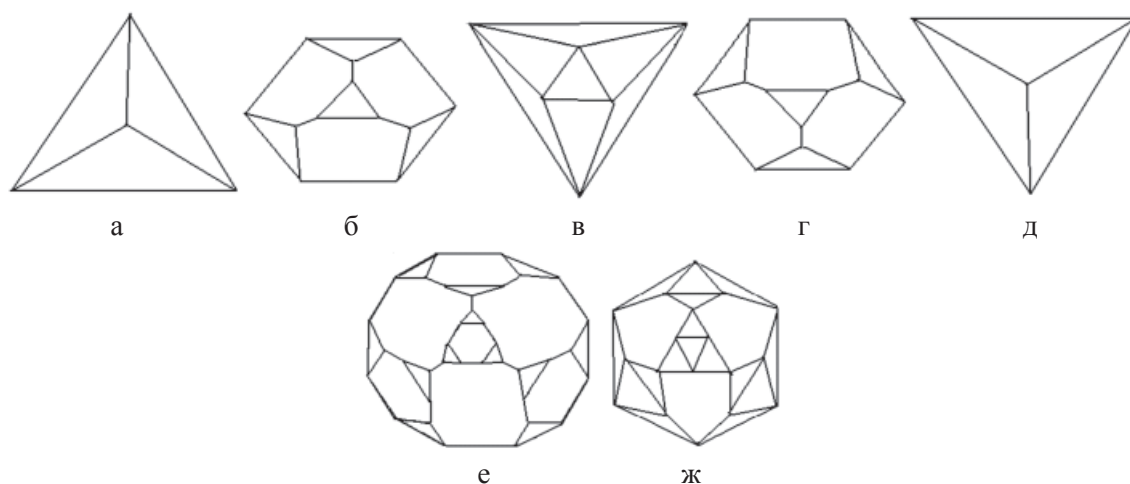


Рис. 1. Проекция оболочек для тетраэдра  $T\{333\}$  (а) и его топологических производных из основной ветви сплиттинг-преобразования вершин:  $tT(L'T)\{366\}$  (б);  $O\{3333\}$  (в);  $tT^d(L'T^d)\{366\}$  (г);  $T^d\{333\}$  (д)  $tL'T2\{36.12\} + \{3.12.12\}$  (е); 20-гранник  $2\{336\} + \{3636\}$  (ж)

Т а б л и ц а 1

Характеристика полиэдров

| Полиэдр и его симметрия                  | Количество |       |        | Состав фуллерена | Диаметр фуллерена, нм | Общая формула состава оболочек наноструктур |
|------------------------------------------|------------|-------|--------|------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
|                                          | вершин     | ребер | граней |                  |                       |                                             |
| $T\{333\}$ ( $T_d$ )                     | 4          | 6     | 4      | $C_4$            | 0,17                  | $C_{4+12z}$                                 |
| $tT(L'T)\{366\}$ ( $T_d$ )               | 12         | 18    | 8      | $C_{12}$         | 0,22                  | $C_{12z}$                                   |
| $O\{3333\}$ ( $O_h$ )                    | 6          | 12    | 8      | $C_6$            | 0,19                  | $C_{6+12z}$                                 |
| $tL'T2\{36.12\} + \{3.12.12\}$ ( $T_d$ ) | 36         | 54    | 20     | $C_{36}$         | 0,31                  | $C_{12z}$                                   |
| $2\{336\} + \{3636\}$ ( $T_d$ )          | 18         | 36    | 20     | $C_{18}$         | 0,26                  | $C_{6+12z}$                                 |

Аналогичные данные для указанных выше полиэдров с кубической симметрией могут быть получены при анализе фундаментальной области точечной группы  $T_d$ . Симметрический комплекс группы содержит центр симметрии, 6 поворотных осей симметрии 2-го порядка, 4 поворотные оси симметрии 3-го порядка, 3 инверсионные оси симметрии 4-го порядка и 6 плоскостей симметрии  $m$ . Фундаментальная область группы – неправильная трехгранная пирамида, ребрами которой являются ближайшие друг к другу оси симметрии 2-го и 3-го порядка (рис. 2). В [30] методом анализа фундаментальных областей точечной группы перечислены группы симметрии всех возможных симметрично неэквивалентных разновидностей молекул фуллеренов, которые могут возникнуть в результате ее непрерывных деформаций. В соответствии с этим методом для молекул фуллеренов  $C_{12}$ ,  $C_{18}$  и  $C_{36}$  выделены различные типы структурных элементов, которым соответ-

ствуют симметрично неэквивалентные разновидности (табл. 2). В таблице используются обозначения структурных элементов, приведенные на рис. 2, б-г.

Таким образом вероятно, что при модифицировании КП наноалмазом фазовая и структурная разупорядоченность углеродсодержащих наночастиц на их поверхности после трибовоздействия может быть обусловлена наличием как слоистых фрагментов графитоподобных структур, так и фуллереноподобных наночастиц с симметрией группы  $T_d$  и ее возможных деформационных модификаций. Все эти наночастицы могут рассматриваться как частицы твердой компоненты покрытия, проявляющие свойства твердых смазочных материалов. В частности, это косвенно подтверждается результатами трибологических испытаний соответствующих твердосмазочных антифрикционных покрытий, полученных с использованием наночастиц алмаза [34].



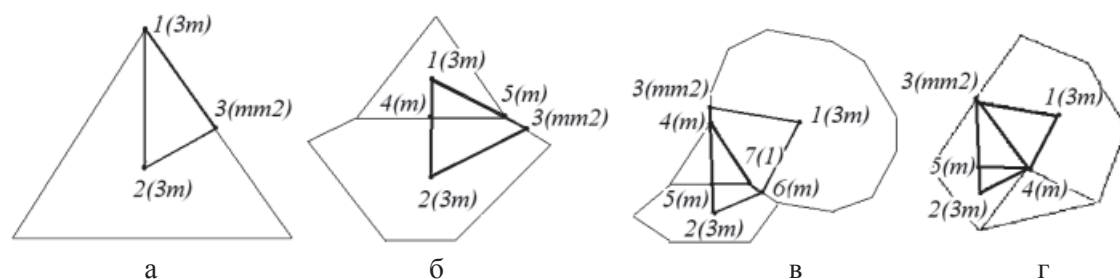


Рис. 2. Структурные элементы и их локальная симметрия в фундаментальной области точечной группы  $T_d$ :  
 а –  $T\{333\}$ ; б –  $tT(L'T)\{366\}$ ; в –  $(2\{36.12\} + \{3.12.12\})$ ; г – 20-гранник  $(2\{336\} + \{3636\})$

Таблица 2  
 Структурные состояния молекул фуллеренов  $C_{12}$ ,  $C_{18}$  и  $C_{36}$ .

| Структурный элемент                                                                        | Размерность | Симметрия орбиты | Собственная симметрия |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-----------------------|
| <b>Фуллерен <math>C_{12}</math> (форма <math>tT\{366\}</math>)</b>                         |             |                  |                       |
| 1, 2                                                                                       | 1           | $\bar{4}3m$      | 3m                    |
| 3                                                                                          |             |                  | mm2                   |
| 4, 5                                                                                       |             |                  | m                     |
| 1–4, 3–5, 2–3, 1–5, 2–4                                                                    | 2           | $\bar{4}3m$      | m                     |
| 4–5                                                                                        |             |                  | 1                     |
| 1–4–5, 2–4–5–3                                                                             | 3           | $\bar{4}3m$      | 1                     |
| <b>Фуллерен <math>C_{36}</math> (форма <math>tL'T(2\{36.12\} + \{3.12.12\})</math>)</b>    |             |                  |                       |
| 1, 2                                                                                       | 1           | $\bar{4}3m$      | 3m                    |
| 3                                                                                          |             |                  | mm2                   |
| 4, 5, 6                                                                                    |             |                  | m                     |
| 7                                                                                          |             |                  | 1                     |
| 1–6, 1–3, 3–4, 4–5, 2–5, 3–6                                                               | 2           | $\bar{4}3m$      | m                     |
| 4–7, 5–7, 6–7                                                                              |             |                  | 1                     |
| 1–3–4–7–6, 2–5–7–6, 4–5–7                                                                  | 3           | $\bar{4}3m$      | 1                     |
| <b>Фуллерен <math>C_{18}</math> (форма 20-гранника <math>(2\{336\} + \{3636\})</math>)</b> |             |                  |                       |
| 1, 2                                                                                       | 1           | $\bar{4}3m$      | 3m                    |
| 3                                                                                          |             |                  | mm2                   |
| 4, 5                                                                                       |             |                  | m                     |
| 1–3, 1–4, 3–5, 2–5, 2–4                                                                    | 2           | $\bar{4}3m$      | m                     |
| 3–4, 4–5                                                                                   |             |                  | 1                     |
| 1–3–4, 3–4–5, 2–4–5                                                                        | 3           | $\bar{4}3m$      | 1                     |

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, соглашение № 14.U01.21.1078.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 275 с.
2. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
3. Ivanov V.V., Talanov V.M. // Crystallography Reports. – 2010. – Т. 55, № 3. – С. 362–376.
4. Ivanov V.V., Talanov V.M. // Russian Journal of Inorganic Chemistry. – 2010. – Т. 55, № 6. – С. 915–924.
5. Ivanov V.V., Talanov V.M. // Glass Physics and Chemistry. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 401–435.
6. Bepalova Zh.I., Ivanov V.V., Smirnitckaya I.V., et al. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010. – Т. 83. – № 2. – С. 242–246.
7. Ivanov V.V., Bepalova Zh.I., Smirnitckaya I.V., et al. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010. – Т. 83. – № 5. – С. 831–834.
8. Ivanov V.V., Talanov V.M., Shabel'skaya N.P. // Inorganic Materials. – 2001. – Т. 37. – № 8. – С. 839–845.
9. Ivanov V.V., Talanov V.M. // Physica Status. Solidi (A) Applied Research. – 1990. – Т. 122. – № 2. – К109.
10. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журнал структурной химии. – 1992. – Т. 33. – № 5. – С. 96–102.

11. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорганические материалы. – 1992. – Т.28. – № 8. – С. 1720–1725.
12. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорганические материалы. – 1995. – Т.31. – № 2. – С. 258–261.
13. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1996. – №1. – С. 67–73.
14. Ivanov V.V., Talanov V.M., Shirokov V.B., Talanov M.V. // Inorganic Materials. – 2011. – Т.47. – № 9. – С. 990–998.
15. Таланов В.М., Широков В.Б., Иванов В.В., Таланов М.В. // Междунар. журн. эксп. образования. – 2011. – № 4. – С. 89–90.
16. Таланов В.М., Широков В.Б., Иванов В.В., Таланов М.В. // Междунар. журн. эксп. образования. – 2011. – № 4. – С. 90–92.
17. Talanov V.M., Shirokov V.B., Ivanov V.V., Talanov M.V. // Acta Crystallographica. A. – 2011. – Vol. 67. – P. 805.
18. Таланов В.М., Широков В.Б., Иванов В.В., Таланов М.В. // Кристаллография. – 2013. – Т. 58. – № 1. – С. 101–112.
19. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2001. – № 3. – С. 60–61.
20. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. Спецвыпуск. Проблемы трибоэлектрохимии. – 2005. – С. 124–126.
21. Balakai V.I., Ivanov V.V., Balakai I.V., Arzumano A.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2009. – Т.82. – № 5. – С. 851–856.
22. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
23. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 152 с.
24. Иванов В.В., Иванов А.В., Щербаков И.Н., Башкиров О.М. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 3. – С. 46–49.
25. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В., Башкиров О.М. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 4. – С. 62–64.
26. Ivanov V.V., Balakai V.I., Ivanov A.V., Arzumano A.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2006. – Т. 79. – № 4. – С. 610–613.
27. Ivanov V.V., Balakai V.I., Kurnakova N.Yu., Arzumano A.V., Balakai I.V., // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2008. – Т. 81. – № 12. – С. 2169–2171.
28. Щербаков И.Н., Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 5. – С. 47–50.
29. Кустов Е.Ф., Нефедов В.И., Карелина М.С. и др. // Журн. неорганической химии. – 2006. – Т.51, – № 11. – С. 1906–1915.
30. Talanov V.M., Fedorova N.V. // In: Handbook on Fullerene. Synthesis, Properties and Applications. – N-Y: Nova Science Publishers, Inc., 2012. – P. 151–195.
31. Иванов В.В., Таланов В.М. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2010. – Т.1. – № 1. – С. 72–107.
32. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2011. – Т.2. – № 3. – С. 121–134.
33. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2012. – Т.3. – № 4. – С. 82–100.
34. Патент № 2473711 РФ / Трофимов Г.Е., Щербаков И.Н., Шевченко М.Ю., Логинов В.Т., Дерлугян П.Д., Дерлугян Ф.П., Иванов В.В. – Опубл. 27.01.2013. – Бюл. № 3.

УДК 669.431.22

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**<sup>1</sup>Досмухамедов Н.К., <sup>1</sup>Жусупбеков С.С., <sup>2</sup>Сатимова Е.Г.<sup>1</sup>Казахский Национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, e-mail: nurdos@bk.ru;<sup>2</sup>Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, e-mail: lena\_sat@mail.ru

В работе разработана методика оценки эффективности металлургических процессов на примере шахтной сократительной плавки свинцового производства. В основу методики положены основные принципы теории Г. Тагути – измерение отношения «сигнал-шум». В качестве единой конечной функции, характеризующей эффективность процесса («сигнал») выбрано извлечение меди в штейн. Выбор независимых параметров («шум»), оказывающих влияние на конечную функцию, осуществляли путем статистического анализа промышленных данных о составах продуктов плавки и составления уравнений парных корреляций. Установлено, что при шахтной сократительной плавке основными факторами («шум»), влияющими на эффективность процесса («сигнал»), являются содержание меди в черновом свинце и содержание свинца, мышьяка в штейне. Показано, что для оценки эффективности процесса необходимо измерение указанных параметров и определение их оптимальных значений.

**Ключевые слова:** независимые параметры, сигнал, шум, оценка, извлечение, эффективность, процесс

**TECHNIQUE OF THE ASSESSMENT OF QUALITY OF METALLURGICAL PROCESSES**<sup>1</sup>Dosmukhamedov N.K., <sup>1</sup>Zhusupbekov S.S., <sup>2</sup>Satimova E.G.<sup>1</sup>Kazakh National Technical University n.a. K.I. Satpaev, Almaty, e-mail: nurdos@bk.ru;<sup>2</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, e-mail: lena\_sat@mail.ru.

In work the technique of an assessment of efficiency of metallurgical processes on the example of mine sokratitelny melting of lead production is developed. The main principles of the theory of G. Taguchi are put in a basis of a technique – relation measurement «signal-noise». As the uniform final function characterizing efficiency of process («signal») copper extraction in matte is chosen. Choice of independent parameters («noise») having impact on final function, carried out by the statistical analysis of industrial data on structures of products of swimming trunks and drawing up the equations of pair correlations. It is established that at mine sokratitelny melting by major factors («noise») influencing efficiency of process («signal»), are the content of copper in draft lead and the content of lead, arsenic in matte. It is shown that the assessment of efficiency of process requires measurement of the specified parameters and determination of their optimum values.

**Keywords:** independent parameters, signal, noise, assessment, extraction, efficiency, process

Широко развитая техника расчета и наличие современных приборов и технических средств значительно расширили применение методов математического анализа и моделирования к металлургическим процессам для оценки их эффективности [1–3].

Создание математической модели любого металлургического процесса требует детального анализа технологических показателей и соответствующих им данных о технологическом режиме и параметрах, определяющих конечные показатели процесса. Однако это возможно лишь в тех случаях, когда разрабатываемая модель должна описывать тот процесс, по которому были взяты исходные данные по распределению цветных металлов для моделируемого процесса. При существенном изменении состава исходного сырья прямой перенос данных действующей технологии на новый процесс некорректен и может привести к заметным ошибкам. Поэтому разработка новых общих подходов (методик), позволяющих проводить оценку эффективности любого металлургического процесса представляется принципиально важным.

Особую актуальность оценка эффективности металлургических процессов приобретает для технологий, где в результате переработки сложного по составу сырья в целевые продукты извлекают два и более металла. К одним из таких процессов можно отнести шахтную сократительную плавку раздельной переработки промпродуктов, оборотных и других медь-, свинец содержащих материалов свинцового производства ТОО «Казцинк». По технологии в процессе получают два целевых продукта – медно-свинцовый штейн и черновой свинец, которые направляют далее, соответственно, на конвертирование и рафинирование. Процесс характеризуется низкими технологическими показателями: извлечение меди в штейн находится на уровне лишь ~85%, а свинца в черновой свинце едва доходит до 45%. Тем не менее, ввиду отсутствия альтернативных технологий переработки промпродуктов, оборотных и других медь-, свинец содержащих материалов свинцового производства, существующий процесс продолжает применяться и по сей день. В ракурсе изложенного, изучение вопроса эффективности процесса шахтной сократи-

тельной плавки, безусловно, представляет принципиальным и актуальным.

**Цель настоящей работы** – оценка эффективности металлургических процессов с общих позиций путем измерения эффективности на примере процесса шахтной сократительной плавки.

### Методика и материалы исследований

В работе использованы методы исследований, широко использованные при изучении процесса шахтной сократительной плавки в Научном центре имени И.А. Оная при Казахском Национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева, совместно с инженерно-техническими работниками «Казцинк». Полученные результаты комплексных исследований [4–6] по изучению термодинамического равновесия сложной системы конденсированных фаз: черновой свинец – медно-свинцовый штейн – шлак – газовая фаза; минералогических исследований составов продуктов плавки и изучения распределения металлов между продуктами плавки значительно расширили представления о теории и практике процесса. Это позволяет, наряду с известными методами математического моделирования процессов, применить и другие альтернативные подходы к оценке эффективности процесса шахтной сократительной плавки.

Так, для оценки эффективности процесса нами применен подход, представленный в работе [7], где на основании изучения различных процессов дана методология оценки эффективности любого процесса. В качестве оптимального пути решения поставленной задачи авторы считают применение теории «сигнал-шум» (теория Г. Тагути). Суть теории заключается в том, что часто, когда на практике невозможно знать всех факторов и условий работы процесса, нужно стремиться к тому, чтобы процесс был максимально устойчивым к вариациям тех факторов, которые оказывают наибольшее влияние на вариации показателя качества. Такое понимание авторы называют робастностью и предлагают свои подходы к ее измерению. По их мнению, для измерения робастности любого процесса необходимо измерить только одну величину – отношение «сигнал-шум» («signal-to-noise»). Качество процесса можно улучшить только исследованием функциональных связей между входными и выходными параметрами процесса, чем, по сути, и является изучение соотношения «сигнал-шум».

Задача оценки эффективности шахтной сократительной плавки сводилась к установлению количественной зависимости технологических параметров с технико-экономическими показателями процесса. При этом вопросы определения влияния наиболее эффективных технологических параметров и установления их оптимальных значений, обеспечивающие максимальное значение конечной функции, поставлены на передний план.

Решение задачи осуществляли в следующей последовательности. На начальном этапе определяли критерий оптимальности – «сигнал» и наиболее сильно влияющие на него технологические параметры – «шум» (вибрации).

Согласно теории Г. Тагути, в качестве идеальной единой функции, реагирующей на изменение соотношения «сигнал – шум», выбрано извлечение меди в штейн. Если учесть, что основной целью шахтной сократительной плавки является получение медного

штейна и чернового свинца, то выбор данного параметра в качестве показателя эффективности процесса представляется вполне логичным.

В качестве параметров «шум» (вибраций), оказывающих наибольшее влияние на извлечение меди, выбраны основные параметры, фиксируемые на практике: составы продуктов плавки и газовой фазы. Оценка эффективности процесса сводилась к установлению вариаций значений выбранных параметров («шум»), и определению их влияния на извлечение меди в штейн («сигнал»).

Материалами исследований в работе выбраны данные заводской практики о составах получаемых продуктов плавки и результаты экспериментальных исследований по замеру температуры шлакового расплава процесса шахтной сократительной плавки.

### Результаты исследований и их обсуждение

Статистической обработке подвергнуты ежесуточные парные химические анализы по составам продуктов плавки – штейнов, шлаков и чернового свинца, полученных при шахтной сократительной плавке в период с января по июнь 2011 года. К обработке отобраны однородные массивы данных, которые отображали средние условия работы процесса. Нетипичные результаты составов штейнов, шлаков и чернового свинца, явно отличающиеся от общей выборки, обработке не подвергались. Количество исходных данных принятых к анализу составило 135 парных проб выбранных к анализу продуктов, что вполне достаточно для выявления значимых зависимостей.

Установлено, что, несмотря на постоянство состава исходной шихты шахтной сократительной плавки, содержание меди и свинца в штейнах меняется в широких пределах – от 25 до 42 % (масс.) и от 19 до 30 % (масс.), соответственно. Штейны характеризуются повышенным содержанием мышьяка (до 5 %) и сурьмы (до 2,5 % масс.).

Составы получаемых шлаков по содержанию основных компонентов претерпевали незначительные колебания и практически поддерживались на одном уровне, % масс.:

10 ZnO; 17 CaO; 25 FeO; FeO/SiO<sub>2</sub> = 1,0.

Содержание цветных металлов и примесей в шлаках варьировало в пределах, %: 0,38–0,6 Cu; 0,58–1,4 Pb; 0,12–0,2 As; 0,12–0,14 Sb. Отметим, что, несмотря на высокие содержания мышьяка, и сурьмы в штейнах, их содержания в шлаках, оставались незначительными.

Извлечение меди ( $\varepsilon_{\text{Cu}}$ ) в штейн рассчитывали по формуле:

$$\varepsilon_{\text{Cu}} = (G_{\text{Cu}}^K / G_{\text{Cu}}^0) \cdot 100, \quad (1)$$

где  $G_{\text{Cu}}^0$  – количество меди в исходной шихте, т;  $G_{\text{Cu}}^K$  – количество меди в штейне, т.



Значения величин  $G_{Cu}^0$  и  $G_{Cu}^K$  для полного массива данных рассчитывали исходя из результатов содержания меди в исходной шихте и штейне с использованием данных заводской практики по количеству исходной шихты и получаемого в процессе штейна.

Расчетные значения по извлечению меди в штейн представлены в табл. 1. В таблице, в качестве информационной выборки приведены среднемесячные результаты продуктов плавки из общего массива данных, где отражены значения по исследуемым

параметрам, принятым к анализу, а также и другим – наиболее важным, с точки зрения практики, параметрам. За содержание меди в штейне в табл. 1 принята доля меди, связанная в виде  $Cu_2S$ , и рассчитанная по результатам минералогических исследований [8]. Также в табл. 1 представлены результаты по замеру температуры шлакового расплава в печи. Парциальные давления кислорода рассчитаны по формуле (2), приведенной в работе [9], с использованием данных практики по содержанию  $CO$ ,  $CO_2$  и  $SO_2$  в отходящих газах и измеренных значений температуры:

$$\lg P_{O_2} = 7,898 + 0,109 \cdot (CO_2/CO) - 4,156 (SO_2) - 21458/T + 0,158 \ln (CO_2/CO) + \\ + 1,389 \ln (SO_2) - 4,22 \cdot 10^{-2} (CO_2/CO)^2 + 3,221 \cdot (SO_2)^2, \quad (2)$$

где  $CO$ ,  $CO_2$  и  $SO_2$  – содержание оксидов углерода и диоксида серы в отходящих газах, %;  $T$  – температура, К.

Первый этап оценки эффективности процесса сводился к установлению зависимости конечной функции  $Y$  – извлечения меди в штейн ( $\epsilon_{Cu}$ ), от независимых пара-

метров  $x_i$ . На основании математической обработки промышленных данных, определено влияние каждого отдельно взятого независимого параметра на извлечение меди в штейн. Результаты математической обработки промышленных данных представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты составов продуктов плавки (выборка) и технологических параметров, принятых к обработке

| №№ | Состав штейна, %   |                |                | Состав шлака, % |                |                 |                  |                    | Состав черного Pb, % |                |                | Параметры                   |                 |                     |
|----|--------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|--------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
|    | Cu <sub>Cu2S</sub> | Pb             | As             | Cu              | Pb             | CaO             | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>общ.</sub> | Cu                   | Pb             | As             | -lgPO <sub>2</sub> ,<br>атм | T/100, К        | ε <sub>Cu</sub> , % |
|    | X <sub>1</sub>     | X <sub>4</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>2</sub>  | X <sub>5</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub>  | X <sub>15</sub>    | X <sub>3</sub>       | X <sub>6</sub> | X <sub>9</sub> | X <sub>16</sub>             | X <sub>17</sub> | Y <sub>1</sub>      |
| 1  | 30,88              | 26,33          | 3,17           | 0,5             | 1,08           | 20,7            | 24,2             | 26,49              | 3,55                 | 91,44          | 0,49           | 7,06                        | 15,82           | 92,2                |
| 2  | 26,04              | 29,34          | 4,73           | 0,47            | 1,72           | 19,7            | 26,49            | 27,11              | 3,9                  | 92,0           | 0,52           | 7,1                         | 15,7            | 49,5                |
| 3  | 32,2               | 24,36          | 4,62           | 0,52            | 0,89           | 21,47           | 25,67            | 25,24              | 3,43                 | 92,3           | 1,5            | 7,16                        | 15,92           | 24,0                |
| 4  | 28,95              | 26,16          | 3,12           | 0,49            | 1,45           | 18,69           | 25,31            | 26,24              | 3,31                 | 90,35          | 1,08           | 7,14                        | 15,82           | 89,4                |
| 5  | 30,83              | 28,74          | 4,34           | 0,52            | 1,45           | 19,85           | 24,69            | 27,52              | 3,1                  | 90,6           | 1,2            | 7,09                        | 15,92           | 68,3                |
| 6  | 32,33              | 29,66          | 4,04           | 0,53            | 1,78           | 18,08           | 25,78            | 26,75              | 3,3                  | 90,0           | 1,23           | 7,06                        | 15,68           | 80,5                |
| 7  | 34,38              | 26,42          | 4,61           | 0,54            | 1,26           | 18,91           | 21,83            | 28,42              | 2,74                 | 94,2           | 1,48           | 7,11                        | 15,75           | 89,7                |
| 8  | 23,96              | 25,11          | 4,29           | 0,5             | 1,63           | 15,0            | 25,15            | 31,04              | 3,93                 | 92,05          | 0,66           | 6,97                        | 15,87           | 78,9                |
| 9  | 31,61              | 25,47          | 3,88           | 0,53            | 1,27           | 21,02           | 25,51            | 28,44              | 3,35                 | 92,8           | 1,49           | 7,06                        | 15,62           | 92,3                |
| 10 | 27,44              | 23,29          | 4,06           | 0,45            | 0,84           | 19,92           | 26,74            | 27,14              | 3,1                  | 91,7           | 0,6            | 7,12                        | 15,75           | 82,6                |
| 11 | 29,54              | 24,09          | 4,72           | 0,51            | 0,98           | 16,87           | 23,85            | 29,09              | 2,7                  | 92,9           | 0,58           | 7,06                        | 15,82           | 87,2                |
| 12 | 28,64              | 28,76          | 4,02           | 0,52            | 1,67           | 16,61           | 25,6             | 28,76              | 2,86                 | 93,18          | 0,65           | 7,01                        | 15,7            | 94,4                |
| 13 | 26,84              | 25,9           | 3,94           | 0,46            | 1,12           | 18,54           | 27,08            | 27,34              | 2,5                  | 92,9           | 1,6            | 7,06                        | 15,92           | 94,2                |
| 14 | 19,04              | 24,42          | 3,73           | 0,34            | 1,02           | 17,48           | 27,77            | 26,49              | 2,15                 | 93,0           | 0,63           | 7,13                        | 15,65           | 95,6                |
| 15 | 19,35              | 26,76          | 3,8            | 0,35            | 1,3            | 19,17           | 26,19            | 26,79              | 2,21                 | 93,4           | 0,59           | 7,11                        | 15,63           | 86,8                |
| 16 | 26,07              | 26,36          | 4,35           | 0,45            | 0,99           | 17,83           | 24,57            | 29,59              | 3,27                 | 90,88          | 1,55           | 7,11                        | 15,75           | 94,9                |
| 17 | 29,04              | 23,18          | 4,8            | 0,57            | 0,84           | 18,22           | 26,53            | 28,68              | 3,42                 | 91,59          | 0,98           | 7,07                        | 15,7            | 91,1                |
| 18 | 27,64              | 23,74          | 3,83           | 0,47            | 0,81           | 17,51           | 26,0             | 29,5               | 3,17                 | 90,98          | 0,61           | 7,03                        | 15,72           | 92,9                |
| 19 | 28,16              | 26,4           | 3,75           | 0,42            | 1,6            | 15,9            | 28,3             | 25,41              | 2,73                 | 91,7           | 0,65           | 7,05                        | 15,82           | 80,3                |
| 20 | 27,92              | 25,9           | 4,72           | 0,48            | 1,7            | 16,5            | 28,7             | 24,87              | 3,02                 | 90,85          | 0,71           | 7,03                        | 15,92           | 93,1                |
| 21 | 28,24              | 25,9           | 4,67           | 0,47            | 1,79           | 16,4            | 27,4             | 26,71              | 3,1                  | 91,84          | 1,21           | 7,03                        | 15,68           | 85,5                |
| 22 | 28,96              | 27,2           | 4,12           | 0,54            | 1,25           | 17,4            | 25,5             | 28,24              | 3,97                 | 90,45          | 1,34           | 7,04                        | 15,75           | 95,2                |
| 23 | 28,08              | 25,1           | 3,87           | 0,53            | 0,94           | 17,1            | 25,0             | 30,21              | 3,02                 | 91,57          | 1,51           | 7,05                        | 15,87           | 95,5                |
| 24 | 21,28              | 30,0           | 4,8            | 0,72            | 2,8            | 15,7            | 25,3             | 28,34              | 2,41                 | 92,8           | 0,62           | 7,06                        | 15,73           | 92,4                |
| 25 | 24,56              | 27,0           | 4,45           | 0,5             | 1,96           | 18,7            | 26,9             | 28,76              | 3,36                 | 91,2           | 1,49           | 7,05                        | 15,82           | 64,7                |
| 26 | 30,8               | 25,7           | 3,86           | 0,49            | 1,57           | 18,2            | 25,5             | 29,57              | 2,38                 | 90,9           | 1,37           | 7,13                        | 15,7            | 85,1                |
| 27 | 32,0               | 23,8           | 4,5            | 0,44            | 1,14           | 17,6            | 27,2             | 30,44              | 3,17                 | 91,2           | 1,02           | 7,04                        | 15,92           | 87,6                |
| 28 | 33,32              | 22,3           | 4,48           | 0,49            | 1,7            | 17,6            | 26,4             | 29,75              | 3,52                 | 93,25          | 1,73           | 7,07                        | 15,82           | 95,6                |
| 29 | 27,68              | 21,95          | 3,35           | 0,51            | 1,8            | 17,4            | 28,6             | 26,85              | 2,49                 | 91,3           | 1,43           | 7,07                        | 15,92           | 83,8                |
| 30 | 31,14              | 20,78          | 4,27           | 0,53            | 0,97           | 17,8            | 24,7             | 30,12              | 2,95                 | 92,4           | 1,21           | 7,07                        | 15,92           | 93,5                |



Таблица 2

Результаты математической обработки промышленных данных

| Полученные уравнения                                                                                                                       | Коэффициент корреляции, $r$ | Степень связи |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| $y_1 = 94,6625 - 0,35x_1$                                                                                                                  | $r = 0,0871$                | незначимо     |
| $y_1 = 84,98 - 0,85x_2$                                                                                                                    | $r = 0,0037$                | незначимо     |
| $y_1 = 113,26 - 9,358x_3$                                                                                                                  | $r = 0,29$                  | слабая        |
| $y_1 = 114,30 - 1,1586x_4$                                                                                                                 | $r = 0,17$                  | слабая        |
| $y_1 = 87,3579 - 2,031x_5$                                                                                                                 | $r = 0,058$                 | незначимо     |
| $y_1 = -29,286 + 1,239x_6$                                                                                                                 | $r = 0,084$                 | незначимо     |
| $y_1 = 122,2 - 9,042x_7$                                                                                                                   | $r = 0,28$                  | слабая        |
| $y_1 = 98,4 - 88,72x_8$                                                                                                                    | $r = 0,025$                 | незначимо     |
| $y_1 = 86,33 - 1,68x_9$                                                                                                                    | $r = 0,04$                  | незначимо     |
| $y_1 = 164,478 - 4,42x_{13}$                                                                                                               | $r = 0,45$                  | средняя       |
| $y_1 = 99,01 - 0,557x_{14}$                                                                                                                | $r = 0,05$                  | незначимо     |
| $y_1 = -2,786 + 3,12x_{15}$                                                                                                                | $r = 0,33$                  | средняя       |
| $y_1 = 973,78 - 125,75x_{16}$                                                                                                              | $r = 0,34$                  | средняя       |
| $y_1 = 585,66 - 31,74x_{17}$                                                                                                               | $r = 0,2$                   | слабая        |
| Резльтирующее уравнение:<br>$Y = 1571,43 - 8,25x_3 - 1,18x_4 - 10,73x_7 - 2,35x_{13} - 2,23x_{15} - 100,28x_{16} - 44,17x_{17}, r = 0,73.$ |                             |               |

В условиях цветной металлургии принято [10,11], что при значениях коэффициента парной корреляции  $r = 0,1-0,3$ , связь между рассматриваемыми величинами слабая, при  $r = 0,3-0,7$  – средняя, а при  $r \geq 0,7$  – связь сильная. Эти положения представляются важными и принципиальными для выбора и анализа статистически значимых зависимостей между искомыми величинами. Так, ряд приведенных в табл. 2 уравнений, полученных в результате математической обработки промышленных данных, судя по коэффициентам корреляции, статистически незначимы. Однако эти уравнения имеют принципиальное значение уже даже в той части, что дают возможность для прогнозирования и проведения качественной оценки влияния различных параметров на извлечение меди в штейн, применительно к промышленным результатам. К примеру, полученные уравнения парной корреляции можно использовать при трактовке положений и выводов, установленных в работах [4–6, 8], касательно теории и практики процесса шахтной сократительной плавки.

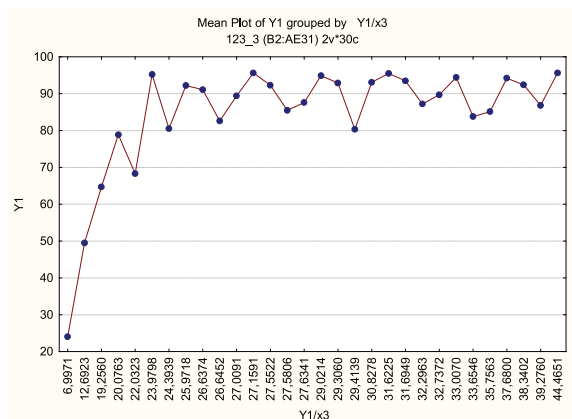
Анализ полученных зависимостей  $Y = f(x_i)$  позволил выбрать из всей совокупности выборки те независимые параметры, которые по значениям коэффициента корреляции оказывают существенное влияние на конечную функцию  $Y$ .

Дальнейшее определение вариаций и влияния переменных  $x_i$  на конечную функцию  $Y$ , а также установление их оптимальных значений, которые обеспечивают максимальное извлечение меди в штейн, сводилось к построению и анализу графических зависимостей типа  $Y = f(Y/x_i)$ .

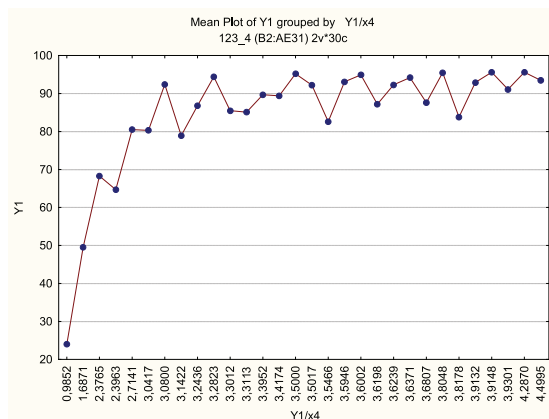
Результаты представлены на рисунке.

На рисунке *а, б и в* видно, что с увеличением отношения  $Y/x_3, Y/x_4$  и  $Y/x_7$  пределы вариаций  $x_3, x_4, x_7$  на величину  $Y$  имеют ярко выраженный характер (включая области высоких отношений  $Y/x_i$ ). Видно, что условие теории Г.Тагути – *увеличение отношения «сигнал-шум», уменьшает реальную вариацию процесса вокруг плановой функции*, с участием исследуемых переменных, выполняется не в полной мере. Четкое выполнение данного условия наблюдается на рисунке *г, е, д и с*, где в области высоких отношений  $Y/x_{13}, Y/x_{15}, Y/x_{16}$  и  $Y/x_{17}$ , реальная вариация переменных  $x_{13}, x_{15}, x_{16}$  и  $x_{17}$  вокруг плановой функции характеризуется минимальными пределами их изменений. Видно, что при увеличении отношения  $Y/x_{16}$  и  $Y/x_{17}$  извлечение меди в штейн остается практически на одном уровне. Это вполне согласуется с теорией металлургических процессов и может быть объяснено стабильностью состава шлака, задаваемого в процессе плавки.

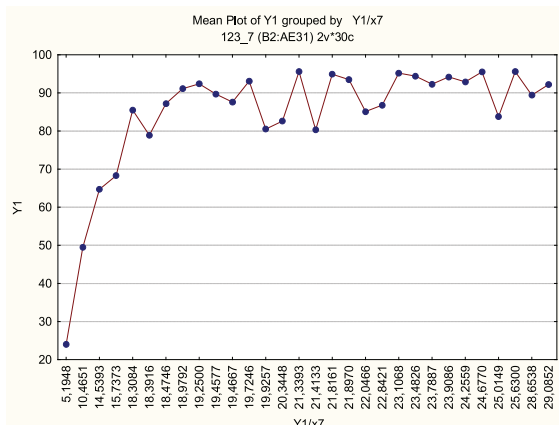
Из проведенного анализа следует, что для повышения эффективности процесса шахтной сократительной плавки необходимо измерять и поддерживать на определенном уровне содержание меди в черновом свинце ( $x_3$ ) и содержание свинца ( $x_4$ ), мышьяка ( $x_7$ ) в штейне. Оптимальные значения независимых параметров  $x_i$ , обеспечивающие достижение максимальной эффективности процесса, определяли расчетным путем, исходя из построенных графических зависимостей. Результаты расчетов приведены в табл. 3.



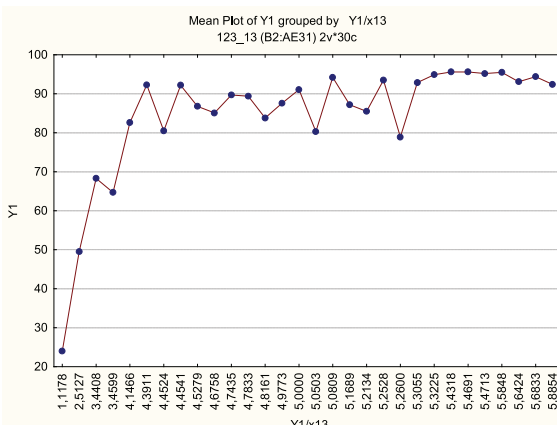
а



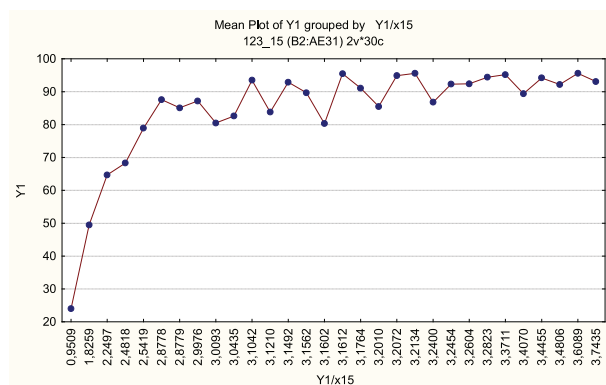
б



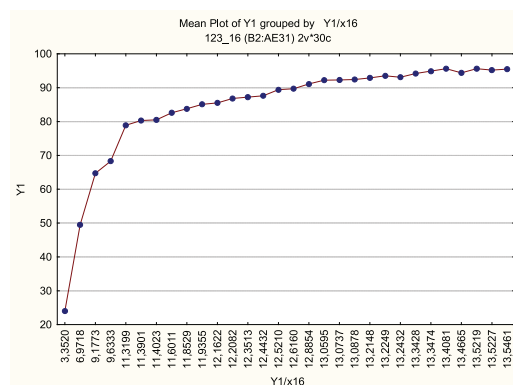
в



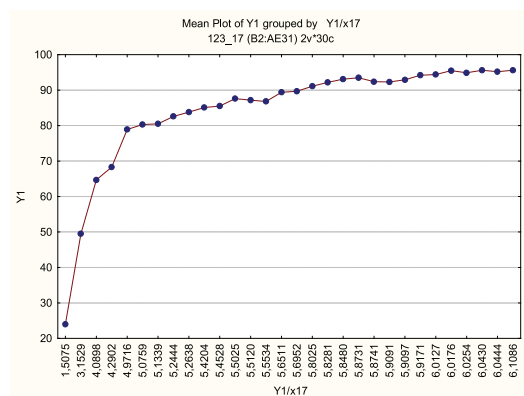
г



д



е



ж

Влияние вариаций независимых параметров  $x_i$  на извлечение меди в иштейн:  
 а –  $x_3$  – содержание меди в черновом свинце, %;  
 б –  $x_4$  – содержание свинца в иштейне, %;  
 в –  $x_7$  – содержание мышьяка в иштейне, %;  
 г –  $x_{13}$  – содержание СаО в ишлаке, %;  
 д –  $x_{15}$  – содержание железа в ишлаке, %;  
 е –  $x_{16}$  – парциальное давление кислорода,  $-lg P_{O_2}$ , атм.; ж –  $x_{17}$  – температура,  $T/100$ , К

Таблица 3  
Фактические и оптимальные значения технологических параметров процесса  
шахтной сократительной плавки

| Характеристики                   | Наименование                            | Условные обозначения | Фактическое значение | Оптимальное значение       |                       |
|----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
|                                  |                                         |                      |                      | По данным настоящей работы | По данным работы [12] |
| Критерий эффективности процесса: | Извлечение Cu в штейн, %                | $y_1$                | 83,7                 | 95,6                       | 94,9                  |
| Независимые параметры:           | Содержание Cu в штейне, %               | $x_1$                | 37,5                 | 42,6                       | 41,4                  |
|                                  | Содержание Cu в черновом свинце, %      | $x_3$                | 3,07                 | 2,15                       | 2,59                  |
|                                  | Содержание Pb в штейне, %               | $x_4$                | 25,8                 | 21,2                       | 23,57                 |
|                                  | Содержание As в штейне, %               | $x_7$                | 4,25                 | 3,28                       | 3,77                  |
|                                  | Состав шлака, %:                        |                      |                      |                            |                       |
|                                  | CaO                                     | $x_{13}$             | 18,05                | 20,2                       | 21,3                  |
|                                  | Fe <sub>общ.</sub>                      | $x_{15}$             | 27,92                | 25,6                       | 24,27                 |
|                                  | Температура, Т К                        | $x_{16}$             | 1589                 | 1534                       | 1528                  |
|                                  | Атмосфера в печи, $-\lg P_{O_2}$ , атм. | $x_{17}$             | 7,07                 | 7,05                       | 7,18                  |

Полученные данные неплохо согласуются с результатами работы [12] (табл. 3), где аналогичная задача была решена с помощью классического метода математического моделирования процесса шахтной сократительной плавки с использованием той же выборки массива, что и в настоящей работе. Это свидетельствует о применимости теории Г. Тагути для проведения оценки эффективности любого металлургического процесса.

#### Выводы

1. Разработана методика оценки эффективности металлургических процессов на примере шахтной сократительной плавки свинцового производства. Показана применимость теории Г. Тагути для оценки эффективности технологических процессов цветной металлургии.

2. Установлено, что основными факторами («шум»), влияющими на эффективность процесса («сигнал») являются содержание меди в черновом свинце и содержания свинца, мышьяка в штейне.

3. Для более полной комплексной оценки эффективности процесса представляется целесообразным проведение дополнительных расчетов с учетом выбора в качестве единой функции эффективности процесса, наряду с извлечением меди, еще одной функции – извлечения свинца в черновой свинец.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kellog H. H. A computer model of the slag-fuming process for recovery of Zinc oxide // Trans.AIME. – 1967. – Vol. 239. – P. 1439–49.

2. Goto S. Equilibrium calculations between matte slag and gaseous phases in copper smelting. – London: IMM, 1975. – P. 23–34.

3. Васкевич А.Д., Сорокин М.Л. Модель оксидной растворимости меди в шлаках // Цветные металлы. – 1982. – № 7. – С. 25–28.

4. Досмухамедов Н.К. К вопросу теории и практики переработки промпродуктов и оборотных материалов свинцового производства // Перспективные разработки науки и техники: материалы Тр. Международной конференции, Прага, 7-15 ноября. – 2009. – С. 3–18.

5. Досмухамедов Н.К., Меркулова В.П., Сатимова Е.Г. Программа расчета количественных соотношений металлов в материальных потоках шахтной сократительной плавки // Поиск, 2011. – № 2. – С. 141–143.

6. Досмухамедов Н.К., Айтенев К.Д., Жолдасбай Е.Е. О составех и строении медно-свинцовых штейнов свинцового производства // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – 2012. – № 5(93). – С. 157–163.

7. Леон Р., Тагути Г. и др. Управление качеством. Робастное проектирование. Метод Тагути. – М.: СЕЙФИ, 2002. – 228 с.

8. Досмухамедов Н.К., Даулетбаков Т.С., Сатимова Е.Г. Количественный анализ меди, свинца и мышьяка в продуктах шахтной сократительной плавки // Научный прогресс на рубеже тысячелетий: тр. Международной конференции. – 2010. – С. 54–58.

9. Сорокин М.Л., Досмухамедов Н.К., Васкевич А.Д. Равновесное давление кислорода и серы в газовых смесях // Комплексное использование минерального сырья. – 1983. – № 5. – С. 79–81.

10. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 448 с.

11. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1988. – 288 с.

12. Сатимова Е.Г. Разработка эффективной модели улучшения условий труда процесса шахтной сократительной плавки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 21 с.

УДК 621.436

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА АЗОТА И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Интыков Т.С., Жакенов А.Г., Жакенов Б.К., Кутенько С.Ю.

*Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: s.kutenko@kstu.*

В статье представлена математическая модель эмиссии оксидов азота, которая позволяет при известном значении кмолей воды в цилиндре количественно оценить выброс оксидов азота. Определены трудности, влияющие на осуществление автоматического регулирования рециркуляцией отработавших газов на дизельных двигателях. Представлена принципиальная схема автоматического устройства частичной рециркуляции отработавших газов двигателя. Описана работа устройства на примере дизельного двигателя Д-240. Достоинство устройства по данной схеме в том, что оно работает только от одного датчика, каковым служит дифференциальный трансформатор, подвижный сердечник которого жестко связан с рейкой топливного насоса дизеля. Использование ферродинамического преобразователя, в качестве сравнительного органа, устраняет необходимость установки дополнительного датчика положения перепускной заслонки. Кроме этого схема проста по исполнению, т.к. она включает в себя малое количество комплектующих узлов и деталей, а, следовательно, более надежна в работе.

**Ключевые слова:** дизельный двигатель, отработавшие газы, оксиды азота, математическая модель, устройства очистки

## CONTENTS DESIGN PROCEDURE OXIDE OF NITROGEN AND AUTOMATIC RECIRCULATION THE FULFILLED GASES OF DIESEL ENGINES

Intykov T.S., Zhakenov A.G., Zhakenov B.K., Kutenko S.J.

*Karaganda State technical university, Karaganda, e-mail: s.kutenko@kstu*

In article the mathematical model of issue of oxides of nitrogen which allows at known value of kmoly water in the cylinder quantitatively is presented to estimate emission of oxides of nitrogen. The difficulties influencing implementation of automatic control by recirculation of fulfilled gases on diesel engines are defined. The schematic diagram of the automatic device of partial recirculation of the fulfilled gases of engines is presented. Operation of the device on an example of the diesel D-240 engine is described. is more scarlet, and is therefore more reliable in work. Advantage of the device according to this scheme that it works only from one sensor to what the differential transformer which mobile core is rigidly connected with a lath of the fuel pump of a diesel engine serves. Use of the ferrodynamic converter, as comparative body, eliminates need of installation of the additional sensor of provision of a perepuskny zaslonka. Besides the scheme is simple on execution since it includes small number of completing knots and details, and is therefore more reliable in work.

**Keywords:** the diesel engine, the fulfilled gases, nitrogen oxides, mathematical model, cleaning devices

В настоящее время горнодобывающая промышленность во многом характеризуется использованием мощного самоходного оборудования с приводом от дизелей. Вопросы безопасности труда в нашей стране придается приоритетное значение. Ужесточаются требования по охране труда на пороге вступления Казахстана в ВТО. Многочисленными научно-исследовательскими институтами, производственными предприятиями и санитарно-эпидемиологическими учреждениями проведены целые комплексы исследований в этой области. В настоящее время создано большое разнообразие газоочистительной аппаратуры для двигателей внутреннего сгорания. Постоянно проводятся работы по изысканию путей, позволяющих снизить выход токсичных компонентов непосредственно из цилиндров дизеля. Использование этих мероприятий дает положительный эффект, однако и в этом случае в рудничную атмосферу выбрасываются вредные вещества в концентрациях, значительно превышающих санитарные нормы для рудничного воздуха. Это сильно

затрудняет эксплуатацию самоходного оборудования с приводом от дизелей, особенно при его массовом использовании, так как вынуждает подавать большое количество свежего воздуха для поддержания рудничной атмосферы в пределах санитарных норм. в некоторых горно-геологических условиях по этим причинам использование дизельного оборудования невозможно.

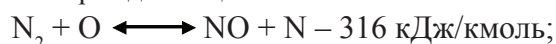
В связи с этим, для подземных рудников одной из задач первоочередной важности и в настоящее время остается изыскание, исследование и внедрение более эффективных способов и средств снижения токсичности отработавших газов дизельного оборудования. Более того, актуальность решения этой проблемы возрастает вследствие необходимости значительного расширения в ближайшем будущем области и объемов внедрения самоходного оборудования на предприятиях горнодобывающей промышленности.

Одним из ядовитых токсических компонентов отработавших газов в ДВС являются оксиды азота. Известно, что токсич-

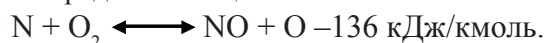
ность оксидов азота по действию на живой организм в 10 раз выше, чем токсичность угарного газа. При разработке модели образования оксидов азота было принято, что оксиды азота являются продуктом реакции окисления азота в зоне продуктов сгорания.

Окисление атмосферного и содержащегося в топливе азота происходит по цепному механизму:

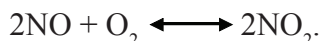
зарождение цепи



продолжение цепи



Определяющей является первая реакция, скорость которой зависит от концентрации в цилиндре дизеля атомарного кислорода. При максимальных температурах цикла в цилиндре двигателя образуется только оксид азота NO, который в выпускном тракте двигателя при наличии кислорода в ОГ окисляется до NO<sub>2</sub>:



Рециркуляция увлажненных ОГ в цилиндры двигателя снижает образование оксидов азота. При определенном количестве молекул паров воды в цилиндре двигателя

$$M_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{доп}} = 0,496 M_{\text{N}_2} \frac{1}{(1-X)} - (M_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{сг}} + M_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{влаж}}), \quad (2)$$

где  $M_{\text{N}_2}$  – часовой расход азота,

$$M_{\text{N}_2} = 0,79 \alpha^1 L_0 G_T. \quad (3)$$

Доля диссоциации паров воды находится из уравнения:

$$\frac{\sqrt{X^3}}{1-X} \cdot \sqrt{\frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{\sum M}} P_{\text{ср}} = K_p, \quad (4)$$

где  $M_{\text{H}_2\text{O}}$  – суммарное количество паров воды, кмоль/ч;  $\sum M$  – суммарное количество молей продуктов сгорания, которое приближенно определяется как сумма расхода двигателем воздуха и дополнительно подаваемой воды, кмоль/ч;  $P_{\text{ср}}$  – среднее давление сгорания, МПа;  $K_p$  – константа равновесия диссоциации молекул воды приданной температуре.

Степень диссоциации паров воды также определяется, используя выражение:

$$K = \frac{\alpha^3 P}{(100-\alpha)^3 (200-\alpha)}, \quad (5)$$

где  $K$  – константа равновесия;  $P$  – парциальное давление, МПа.

Количество паров воды, получаемое при полном сгорании топлива при известном химическом составе по массе:

оксиды азота вообще образовываться не будут, так как молекулы воды будут надежно «защемлять» молекулы азота от столкновения с атомарным кислородом [1]. В то же время атомарный кислород быстро расходуется во взаимодействии с молекулами воды, образуя при этом насыщенную молекулу O<sub>2</sub> по схеме:



Для полного устранения образования оксидов азота необходимо в реагирующей смеси иметь такую концентрацию паров воды, которая располагала бы суммарным молекулярным эффективным сечением для соударений, равным или большим суммарного эффективного сечения молекул азота. Этот вывод можно записать в виде неравенства:

$$\sigma_{\text{N}_2} \cdot N_2 \leq \sigma_{\text{H}_2\text{O}} \cdot N_{\text{H}_2\text{O}}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\text{N}_2}$  и  $\sigma_{\text{H}_2\text{O}}$  – эффективное сечение молекул азота и воды;  $N_2$  и  $N_{\text{H}_2\text{O}}$  – концентрация молекул азота и воды.

Окончательная формула определения количества подаваемой воды в цилиндры двигателя для полного устранения образования оксидов азота имеет вид:

$$M_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{сг}} = \frac{H}{2G_T} \quad (6)$$

и при известной молекулярной массе топлива:

$$M_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{сг}} = 15 \frac{G_T}{m_T}. \quad (7)$$

Количество молей воды, поступающих с влажным воздухом:

$$M_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{сг}} = \alpha L_0 G_T. \quad (8)$$

Влагосодержание окружающего воздуха при заданной температуре определяется с использованием выражения:

$$d_0 = 0,622 \frac{P_n}{B_0 - P_n}. \quad (9)$$

Давление насыщенного водяного пара определяется с использованием выражения:

$$P_H = \exp \left( 13,54 - \frac{5054}{T} + \ln P_0 \right). \quad (10)$$

При известных количествах дополнительно подаваемой в цилиндры двигателя воды, можно определить число «нейтрализованных» молей азота. Обозначим их через  $[M_{\text{N}_2}]$ , тогда:



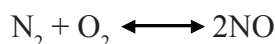
$$[M_{N_2}] = \frac{(M_{H_2O}^{доп} + M_{H_2O}^{сг} + M_{H_2O}^{влаж})(1-X)}{0,496}. \quad (11)$$

Количество молей азота, «способных» образовывать оксиды, определится как разность  $(M_{N_2} - [M_{N_2}])$ .

Количество молей кислорода определим по выражению

$$M_{O_2} = 0,21(\alpha - 1)L_0G_T. \quad (12)$$

При проведении расчетов по образованию оксидов азота примем бимолекулярную реакцию



При условии достижения равновесия скорости прямой и обратной реакции, кинетическое уравнение равновесных концентраций оксида азота будет иметь вид:

$$K_1 \left( M_{N_2} - \frac{M_{NO}}{2} \right) \left( M_{O_2} - \frac{M_{NO}}{2} \right) = K_2 M_{NO}^2. \quad (13)$$

Приняв выражение для констант равновесия, получим:

$$K \left( M_{N_2} - \frac{M_{NO}}{2} \right) \left( M_{O_2} - \frac{M_{NO}}{2} \right) = M_{NO}^2. \quad (14)$$

После преобразования выражения оно приводится к виду квадратного уравнения:

$$aM_{NO}^2 + bM_{NO} - c = 0, \quad (15)$$

где

$$a = 1 - \frac{k}{4}; \quad (16)$$

$$b = \frac{k}{2}(M_{N_2} - M_{O_2}); \quad (17)$$

$$c = k(M_{N_2} \times M_{O_2}), \quad (18)$$

где  $k = 21,12 e^{\frac{43260}{RT}}$ , см<sup>3</sup>/(моль·с);  $T$  – результирующая температура цикла.

Подставляя в уравнение значения общего количества кмолей азота и количества кмолей «способных» к образованию оксидов и решив квадратное уравнение, определим содержание кмолей оксида азота в отработавших газах при работе дизеля без рециркуляции и с рециркуляцией увлажненных отработавших газов.

Таким образом, по данной математической модели, зная наличие кмолей воды в цилиндре дизеля, можно количественно оценить выброс оксидов азота при работе его по любому из ранее перечисленных процессов.

Осуществление автоматического регулирования рециркуляцией отработавших газов (ОГ) на дизельных двигателях представляет ряд трудностей:

во-первых, в выборе способа управления перепускным органом;

во-вторых, в определении требуемого закона регулирования, который обеспечил бы оптимальную рециркуляцию ОГ;

в-третьих, в создании устройства, позволяющего осуществить такое регулирование на реальной машине. При этом необходимо учесть, что рециркуляция ОГ будет оптимальной только в том случае, если удастся создать устройство, которое обеспечивало бы определенный и постоянный избыток кислорода в цилиндрах дизеля на всех возможных режимах его работы.

Таким образом, разработка автоматического устройства частичной рециркуляции ОГ для дизеля Д-240 должна включать в себя ряд последовательных этапов, обеспечивающих создание работоспособной конструкции для использования ее непосредственно на подземной машине.

Выбор способа управления рециркуляцией ОГ и рациональной схемы устройства основывался на технико-экономическом анализе работ по автоматическому регулированию рециркуляцией ОГ на дизельных двигателях. При этом определено, что наилучшим способом управления рециркуляцией ОГ является способ управления по положению рейки топливного насоса, косвенно определяющего нагрузку на дизеле.

Возможность управления рециркуляцией ОГ в зависимости от хода рейки топливного насоса подтверждается в ряде работ и обусловлено тем, что характер изменения параметров рабочего процесса и токсичности ОГ при рециркуляции мало зависит от скоростного режима работы дизеля и определяется, в основном, нагрузкой на двигателе и количеством перепускаемых газов. При этом само устройство должно удовлетворять следующим требованиям:

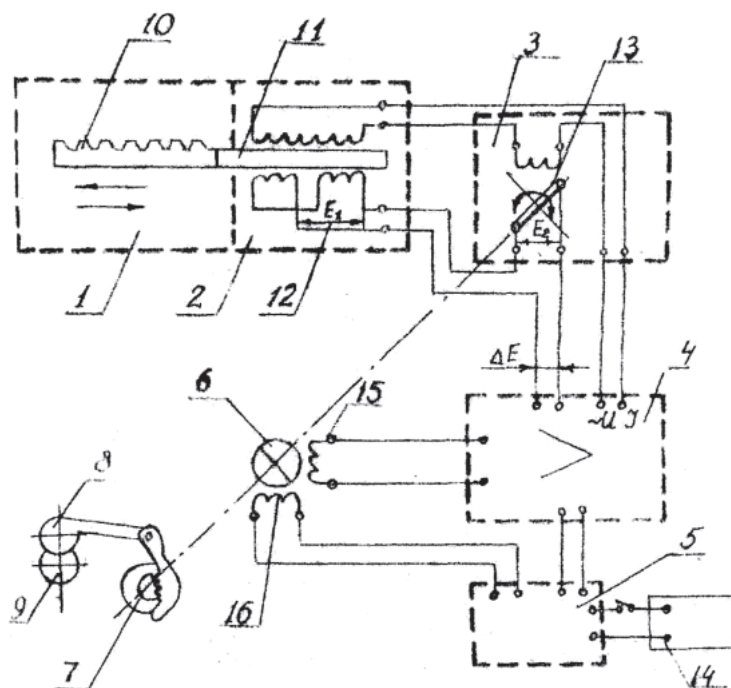
- регулирование рециркуляцией ОГ должно осуществляться по заданному закону в зависимости от хода рейки топливного насоса дизеля;

- компактность и простота конструкции;
- надежность и безопасность при эксплуатации.

Наиболее приемлемой является схема автоматического устройства частичной рециркуляции отработавших газов дизеля, представленная на рисунке. Устройство состоит из датчика, выполненного в виде дифференциального трансформатора (ДТ) 2, подвижный сердечник 11 которого взаимодействует с рейкой топливного насоса, фер-

родинамического преобразователя (ПФ) 3 с подвижной рамкой 13; усилителя 4; преобразователя напряжения 5; реверсивного двигателя 6; кинематической передачи 7 и перепускной заслонки 8, встроенной в перепускную трубу 9. Реверсивный двигатель, перепускная заслонка и рамка ПФ

кинематически связаны между собой, поэтому ферродинамический преобразователь в схеме выполняет роль сравнительного устройства, следящего за перемещением рейки топливного насоса дизеля и положением, в котором находится перепускная заслонка.



Принципиальная схема автоматического устройства частичной рециркуляции отработавших газов ДВС:

1 – топливный насос, 2 – дифференциальный трансформатор, 3 – ферродинамический трансформатор, 4 – усилитель, 5 – преобразователь напряжения, 6 – реверсивный двигатель, 7 – кинематическая передача, 8 – перепускная заслонка, 9 – перепускная труба, 10 – рейка топливного насоса, 11 – подвижный сердечник, 12 – вторичная обмотка трансформатора, 13 – рамка, 14 – аккумуляторы, 15, 16 – обмотка реверсивного двигателя

Автоматическая рециркуляция осуществляется следующим образом: при питании первичных обмоток ДТ и ПФ переменным током от преобразователя напряжения 5 во вторичной обмотке 12 ДТ и рамке 13 ПФ индуцируются переменные напряжения, величина и фаза которых зависят от положения сердечника 11 и рамки 13. При рассогласованных положениях сердечника 11 и рамки 13, за счет перемещения рейки 10 топливного насоса 1 с изменением нагрузки на дизеле, напряжения индуцируемые во вторичной обмотке ДТ и рамке ПФ не будут равны друг другу и на вход усилителя 4 будет подаваться напряжение (равное разности указанных напряжений), величина и фаза которого зависит от величины и направления рассогласования. Это переменное напряжение, усиленное электронным усилителем 4, подается на управляющую обмотку реверсивного двигателя 6.

Электродвигатель, обрабатывая поступивший сигнал, поворачивает с помощью кинематической связи перепускную заслонку 8 и рамку 13 ПФ до момента нового согласования положения сердечника 11 и рамки 13, т.е. до получения равенства напряжений, индуцируемых во вторичной обмотке 12 ДТ и рамке 13 ПФ (поворот реверсивного двигателя в ту или иную сторону зависит от фазы напряжения рассогласования). Таким образом, каждому положению подвижного сердечника 11 ДТ, определяемому перемещением рейки 10 топливного насоса дизеля, соответствует свое строго определенное положение рамки 13 ПФ и перепускной заслонки 8, управляющей рециркуляцией ОГ. Питание электрической схемы осуществляется от аккумуляторных батарей 14 через преобразователь напряжения 5. Напряжение питания не менее 110 В.

Достоинство устройства по данной схеме в том, что оно работает только от одного датчика, каковым служит дифференциальный трансформатор, подвижный сердечник которого жестко связан с рейкой топливного насоса дизеля. Использование ферродинамического преобразователя, в качестве сравнительного органа, устраняет необходимость установки дополнительного датчика положения перепускной заслонки. Кроме этого схема проста по исполнению, т.к. она включает в себя малое количество комплектующих узлов и деталей, а, следовательно, более надежна в работе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хриновский З.А. Предотвращение окисления азота при сгорании топливно-воздушных смесей в двигателях / Тр. ТНIIМСХ. – Вып. 87 – Ташкент, 1976. – С.72–87.
2. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1971. – 160 с.
3. Кульчинский А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Акад. Проект, 2004. – 400 с.
4. Исследование параметров рециркуляции увлажненных газов дизеля Д-240 // Отчет, тема 27-81-39. инв. № 02812005738 // ЖезказганНИПИцветмет. – 1981. – 67 с.
5. А.С. 1265387 СССР. Прямоточный монациклон / У.А. Абдулгасис, В.А. Негматов, В.Г. Дьяченко; опубл. 1986, Бюл. № 39. – 2с: ил.

УДК 004.652.4

## РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА

**Кузин Д.А., Запевалов А.В., Сырчин А.В.**

*ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры»,  
Сургут, e-mail: 2repby@gmail.com*

Излагается разработанный авторами подход к представлению структуры и параметров многослойного персептрона в виде реляционной базы данных. Излагается способ представления персептрона при помощи динамических структур данных (двусвязный список) с фрагментами описаний на языке Си. Описывается и приводится в виде диаграммы данных разработанная реляционная структура данных для представления персептрона, состоящая из шести связанных сущностей. Статья может быть полезна специалистам в области компьютерного моделирования нейронных сетей.

**Ключевые слова:** персептрон, нейронная сеть, нейрон, СУБД, реляционная модель, отношение, сущность

## THE RELATIONAL MODEL OF MULTILAYER PERCEPTRON

**Kuzin D.A., Zapevalov A.V., Syrchin A.V.**

*Surgut State University, Surgut, e-mail: 2repby@gmail.com*

This article describes the approach developed by the authors to present the structure and parameters of multilayer perceptron in a relational database. A method of representation of the perceptron with dynamic data structures (doubly linked list) with fragments of description in C language. Described and shown in a chart data the relational data structure to represent a perceptron consisting of six related entities. The article may be useful to specialists in the field of computer simulation of neural networks.

**Keywords:** perceptron, neural network, neuron, DBMS, relational model, relation, entity

В задачах компьютерного моделирования искусственных нейронных сетей возникает необходимость использования специальных наборов данных для представления структуры сети и параметров составляющих ее элементов. Оставляя за рамками настоящей статьи вопросы обучения и использования нейронных сетей, рассмотрим структуру многослойного персептрона [1] (рис. 1). Он состоит из слоя входных элементов (рецепторов), одного или нескольких слоев ассоциативных элементов (нейронов), слоя выходных (реагирующих) элементов. Каждый элемент имеет функцию активации (передаточную функцию), которая в простейшем случае представляет собой алгебраическую сумму всех сигналов, поступающих на вход элемента. Элементы сети связаны между собой послойно. Каждая связь имеет весовой коэффициент, на который умножается сигнал при переходе из одного элемента в другой. Число входов, как и число нейронов в каждом слое, может быть любым. Число слоёв тоже может быть любым, однако пока не доказано наличие преимуществ сети, содержащей более 3-х слоёв.

Представление персептрона при помощи динамических структур данных

Для реализации компьютерной модели нейронной сети в памяти компьютера могут быть использованы динамические структуры данных [2] (рис. 2). Структура «сеть» имеет указатели на «голову» и «хвост» динамического двусвязного списка входов

и динамического двусвязного списка слоев. Каждый слой содержит указатели на первый и последний нейрон в слое. Каждый нейрон имеет указатели на «голову» и «хвост» динамического двусвязного списка связей, каждая из которых связывает нейрон с каким-либо нейроном из предыдущего слоя. Пример описания указанных структур данных на языке Си приведен на рис. 3.

С динамическими структурами данных удобно работать в памяти компьютера, однако при сохранении созданной и обученной сети на диск необходимы, очевидно, дополнительные средства. Использование для этих целей типизированных файлов не обеспечивает достаточной скорости чтения, прямого доступа и целостности данных. Традиционно для хранения больших объемов данных используются реляционные СУБД [3]. Данные, описывающие структуру многослойного персептрона, достаточно хорошо структурированы, однако напрямую не могут быть представлены в реляционном виде (для этих целей хорошо подошли бы сетевые или иерархические СУБД, но такие программные средства практически не используются). Для описания структуры персептрона в терминах реляционной модели требуется ее нормализация.

### Реляционное представление персептрона

Нормализованная реляционная модель данных, описывающая структуру многослойного персептрона, приведена на рис. 4. Логическая связь между сущ-

ностями «слой-нейрон», «нейрон-связь», «сеть-слой», «нейрон-входная связь», «вход-входная связь», а также «сеть-вход»

являются связями типа «один-ко-многим» и реализуются в БД при помощи ограничитель целостности внешних ключей.

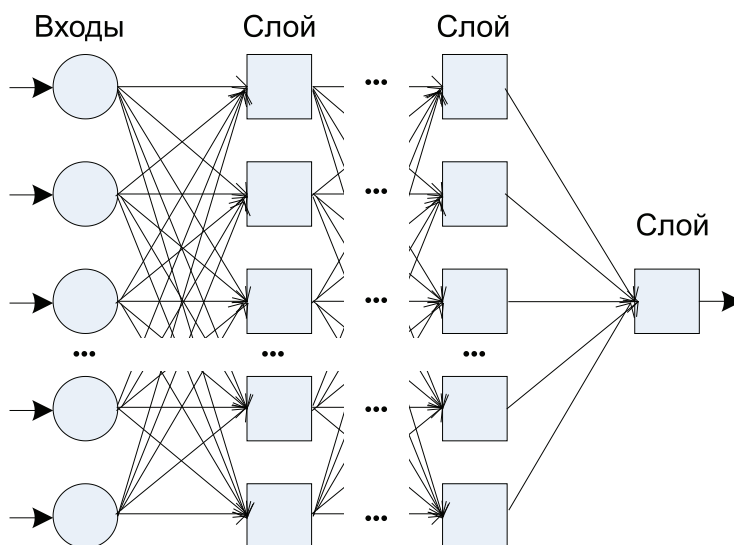


Рис. 1. Многослойный перцептрон

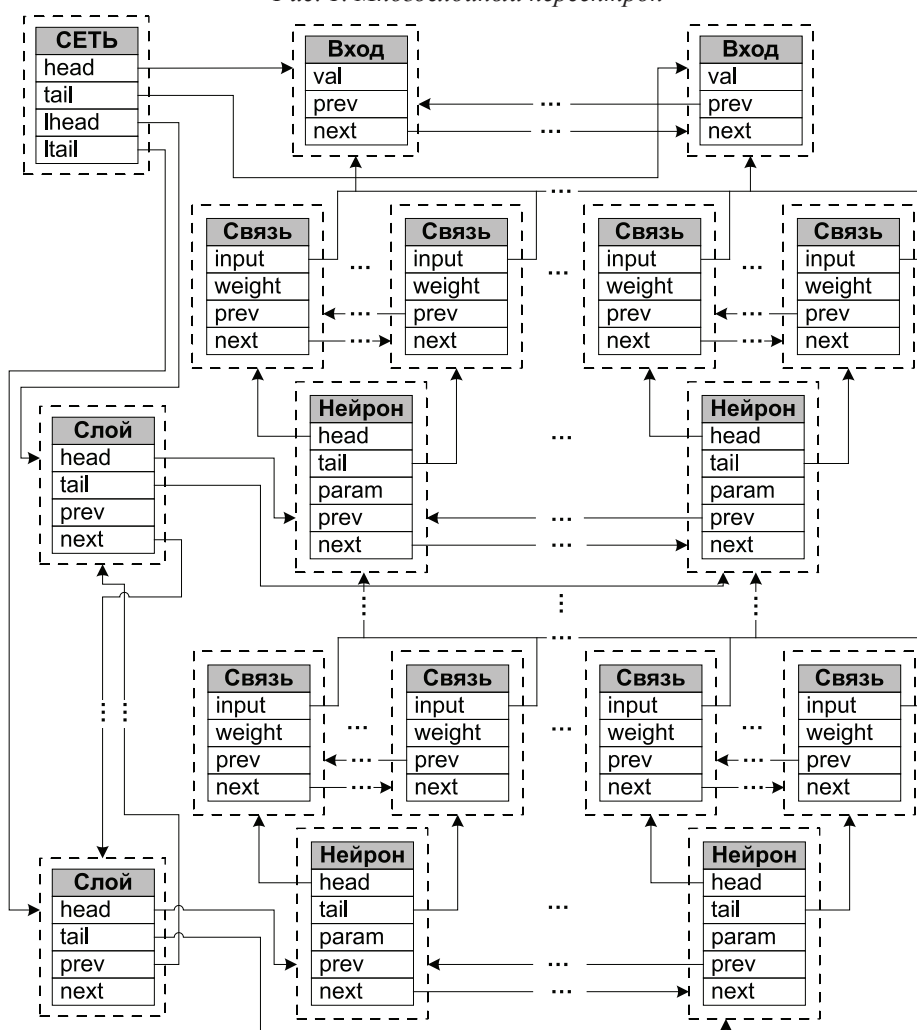


Рис. 2. Представление нейронной сети при помощи динамических структур данных



```

// Связь
typedef struct {
    void      *input;
    float      weight;
    void      *prev;
    void      *next;
} connect;
// Нейрон
typedef struct {
    connect    *chead;
    connect    *ctail;
    void      *prev;
    void      *next;
    float      param;
} neuron;

// Вход
typedef struct {
    void      *prev;
    void      *next;
    float      val;
} input;
// Слой
typedef struct {
    neuron     *head;
    neuron     *tail;
    void      *prev;
    void      *next;
} layer;
// Сеть
typedef struct
{
    layer      *head;
    layer      *tail;
    input      *ihead;
    input      *itail;
} net;
    
```

Рис. 3. Пример описания структур данных на языке Си

Известно, что совокупность экземпляров сущностей в реляционной БД представляет собой множество, то есть на уровне БД не может быть определен порядок следования, размещения этих экземпляров. Для нейронов и связей это не является критичным, т.к. результат работы сети будет определяться лишь структурой самой сети. Для входов же сети (input), порядок их следования, размещения является важным, т.к. он определяет способ взаимодействия рецепторов сети с внешней системой. Для этого в сущности «input» определен атрибут «input\_seq», при помощи которого будет задаваться «порядковый номер» входа при подаче на него внешнего воздействия.

Порядок следования слоев нейронов может быть определен неявно, как порядок следования входных в слои нейронов, задаваемый направленными связями. Более того, сама сущность «слой» в некотором смысле является избыточной, т.к. определив при помощи связей порядок следования нейронов, можно сделать вывод о количестве слоев и о распределении нейронов по этим слоям. Тем не менее, присутствие сущности «слой» (layer) с атрибутом, определяющим порядковый номер слоя (layer\_seq), в модели желательно, т.к.

далеко не все реляционные СУБД поддерживают рекурсивные SQL-запросы, а в отсутствии такого вида запросов нахождение в БД «цепочек» нейронов возможно только алгоритмическим (нереляционным) способом, что, очевидно, сильно снижает преимущества использования реляционного представления данных.

### Заключение

Предложенная реляционная модель представления многослойного персептрона может быть использована при разработке систем и средств моделирования нейронных сетей. Возможные количественные ограничения на количество слоев и нейронов сети определяются только возможностями используемой СУБД. Модель инвариантна к типу применяемой реляционной СУБД.

Развитием предложенной модели является реализация дополнительных ограничений целостности, таких как, например, исключение дублирования связей, исключение связей «через слой», обратных направленных связей. Такие ограничения реализуются при помощи триггеров, которые поддерживаются большинством современных СУБД.

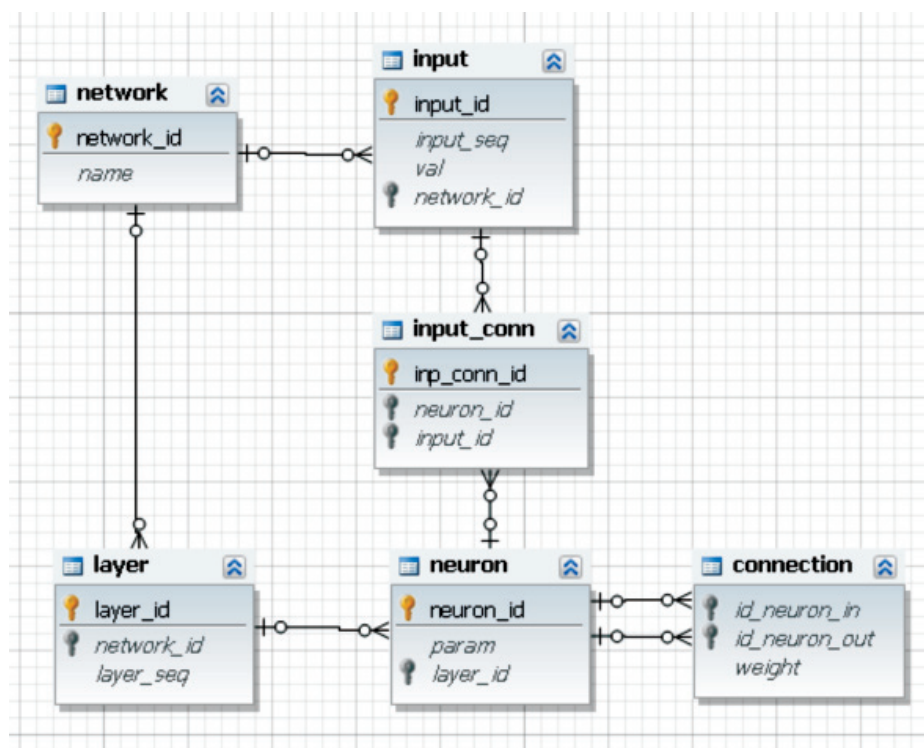


Рис. 4. Реляционная модель представления многослойного перцептрона

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенблатт, Ф. Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга (Principles of Neurodynamic: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms). – М.: Мир, 1965. – 480 с.

2. Роберт Седжвик. Алгоритмы на C++. Фундаментальные алгоритмы и структуры данных. – М.: Вильямс, 2011. – 1056 с.

3. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных (Introduction to Database Systems). – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1328 с.

УДК 622.24.055

## СПОСОБ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ПОДГОТОВКЕ

**Нуранбаева Б.М., Ахмеджанов Т.К., Исмагилова Л.Т.**

*Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, e-mail: bulbulmold@mail.ru*

В статье предлагаются инновационный способ извлечения попутно-добываемого ванадия из нефти и нефтепродуктов. В основе способа предусматривается внедрения в нефтяной отрасли сорбционных процессов для извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов на основе полимеров, а также мембранной технологии. Это соответствует требованиям комплексного освоения нефтяных месторождений, повышения качества нефти и эффективности ее транспортировки с мест добычи до потребителя.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукт, подготовка, ванадий, извлечение

## METHOD AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF VANADIUM EXTRACTION AND OTHER METALS FROM OIL IN THEIR PREPARATION

**Nuranbaeva B.M., Ahmedjanov T.K., Ismagilov L.T.**

*Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, e-mail: bulbulmold@mail.ru*

The article offers an innovative way to extract of produced vanadium from crude oil and petroleum products, based on the method is the introduction of the oil industry of sorption processes for the extraction of vanadium from petroleum and petroleum-based polymers, and membrane technology. This corresponds to the requirements of the integrated development of oil fields, oil and improve the efficiency of its transport from the production areas to the consumer.

**Keywords:** oil, petroleum product, processing, vanadium, extraction

В нефтях, как известно, обнаружено более 60 различных микроэлементов и металлов, концентрация которых изменяется в очень широких пределах: от следов до сотен граммов на тонну нефти. Повышенное содержание микроэлементов металлов, как правило, характерно для высоковязких тяжелых нефтей и природных битумов.

Большой интерес исследователей направлен на создание селективных ионитов, избирательно сорбирующих ионы благородных, цветных и редких металлов. В Казахстане основным промышленным источником получения являются руды, для извлечения из которых металлов, зачастую используют способы выщелачивания и сорбции ионитов металлов из растворов с применением дорогостоящих зарубежных сорбентов. Поэтому проблема синтеза селективных ионитов для извлечения металлов из растворов выщелачивания, нефти и нефтепродуктов актуальна.

Вместе с тем, практика показывает, что при существующих технологических схемах переработки нефти теряется большое количество попутно-добываемых с нефтью полезных компонентов (золота, цинка, меди, никеля, ванадия и др.). Это приводит так же к снижению качества нефти, неблагоприятных экологических смещений природного равновесия при попадании металлов в продукты переработки нефти. В этой связи поиск инновационных схем подготов-

ки и переработки нефти с извлечением попутно-добываемых металлов является актуальной научной проблемой современной нефтегазовой отрасли и в частности, нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ). Кроме того, отпускная цена на нефть не учитывает стоимость содержащихся в нефти металлов, в связи с отсутствием технологии извлечения металлов из нефти, что наносит большие убытки для нефтегазовой отрасли страны в целом.

При получении количественных характеристик по составу нефти на Атырауском НПЗ комплексных соединений различных ионов металлов было изучено методом хромомасс на спектрометре (рис. 1). Из полученных расчетных данных следует, что в нефти ряда месторождений перерабатываемых на Атырауском НПЗ присутствуют металлы: цинк, медь, никель (табл. 1) и др.

Также установлено, что в высоковязких нефтях и битумах присутствуют в большом количестве редкий металл – ванадий (табл. 2, 3).

Одним из микроэлементов в составе нефти как указывалось выше, является ванадий. Ванадий используют в военной и металлургической промышленности, животноводстве, в медицине и в других областях.

Исследования нефти Казахстана показало, что ванадий присутствуют почти во всех месторождениях нефти (табл. 2).

Таблица 1

Результаты исследования на газовом хромато-масс спектрометре

| № п/п | Наименование образцов                                                                            | Кобальт (Co)                 | Цинк (Zn)                          | Никель (Ni)                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Мангышлакская нефть                                                                              | —                            | —                                  | $C_4NiO_4$<br>0,172 <sup>4</sup> |
| 2     | Жаназольская нефть                                                                               | $C_{14}H_{19}Co$<br>0,005    | $C_{18}H_{34}Zn$<br>0,337          |                                  |
|       |                                                                                                  | $C_{22}H_{21}B_2Co$<br>0,008 | —                                  | —                                |
| 3     | Нефть сырая.<br>Установка ЭЛОУ-АТ-2, время отбора 08.00<br>дата отбора 18.11.2009                | —                            | —                                  | $C_4NiO_4$<br>0,826              |
| 4     | Нефть после обессоливания.<br>Установка ЭЛОУ-АТ-2, время отбора 08.00<br>дата отбора 18.11.2009  | $C_{10}H_{13}Co$<br>0,002    | —                                  | —                                |
| 5     | Нефть сырая.<br>Установка ЭЛОУ-АВТ-3, время отбора 08.00<br>дата отбора 18.11.2009               | —                            | —                                  | $C_4NiO_4$<br>0,337              |
| 6     | Нефть после обессоливания.<br>Установка ЭЛОУ-АВТ-3, время отбора 08.00<br>дата отбора 18.11.2009 | $C_{10}H_{13}Co$<br>0,001    | $C_{12}H_{14}C_{12}N_2Zn$<br>0,008 | $C_4NiO_4$<br>0,784              |

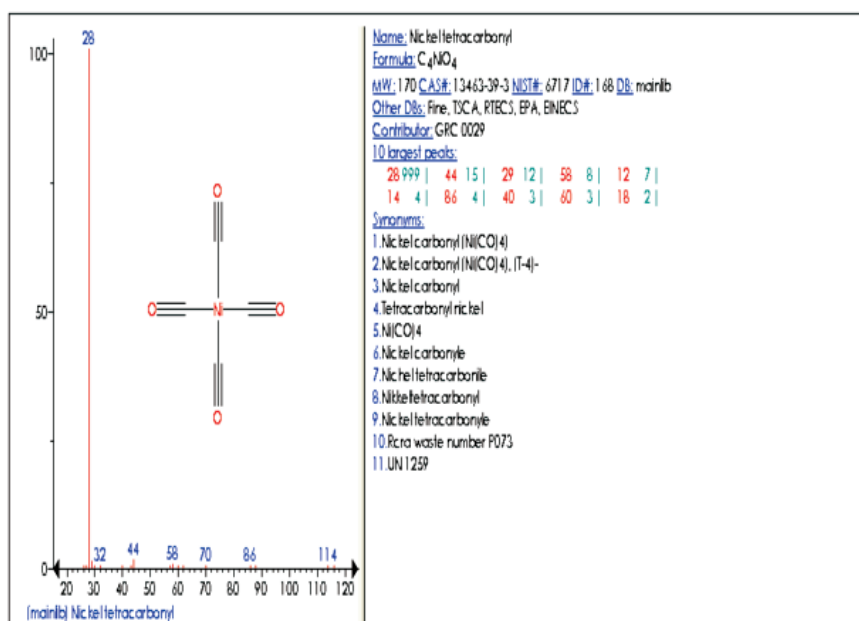


Рис. 1. Нефть после обессоливания. Установка ЭЛОУ-АТ-2. Хроматограмма и соединение никеля

Не только в нефти, но и в битумах и сланцах содержатся разные типы микро-элементов. Приведем пример в табл. 3 по концентрации содержание ванадия в этих продуктах.

В связи с этим представляет интерес создание перспективных ионитов для извлечения попутно-добываемых благородных, цветных и редких металлов из нефти и нефтепродуктов. Исследования сорбционной способности новых отечественных

редоксионитов по отношению к ионам металлов позволило разработать инновационный способ извлечения ванадия [1].

На основе проведенных исследований нами предлагаются (рис. 2) следующие технологические схемы извлечения попутно-добываемых благородных, цветных и редких металлов, позволяющие на стадии подготовки и переработки извлекать их из нефти и нефтепродуктов, улучшая тем самым качество последних [2].

Таблица 2  
Содержание ванадия в нефти месторождений Западного Казахстана

| Месторождение         | Содержание, г/т | Месторождение                 | Содержание, г/т |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| Мангистауская область |                 | Актюбинская область           |                 |
| Сев. Бузачи           | 100–300         | Бозоба                        | 50–120          |
| Каражанбас            | 70–300          | Синельниковское               | 5–50            |
| Каламкас              | 60–300          | Жаназол                       | 1–10            |
| Жалгызтобе            | 60–200          | Кенкияк                       | 1–10            |
| Каратурун             | 70–140          | Остансук                      | 1–5             |
| Бесоба                | 70–140          | Атырауская область            |                 |
| Узень                 | 0,5–5           | Караарна                      | 40–70           |
| Асар                  | 0,5–5           | Тортай                        | 10–80           |
| Сев. Ракушечное       | 0,5–5           | Кумшеты*                      | 10–60           |
| Жетыбай               | 0,1–1           | Биикжал                       | 5–40            |
| Шинжир                | 0,1–1           | Тенгиз                        | 0,1–1           |
| Тасбулат              | 0,05–0,5        | Западно-Казахстанская область |                 |
| Оймаша                | 0,01–0,1        | Гремячинское                  | 20–50           |
| Сев. Карагие          | 0,01–0,05       | Зап. Тепловское               | 1–10            |
| Уйлюк                 | 0,001–0,01      | Карачаганак                   | 0,05–0,5        |
| Жилинды               | 0,001–0,01      |                               |                 |
| Ащисор                | 0,001–0,01      |                               |                 |

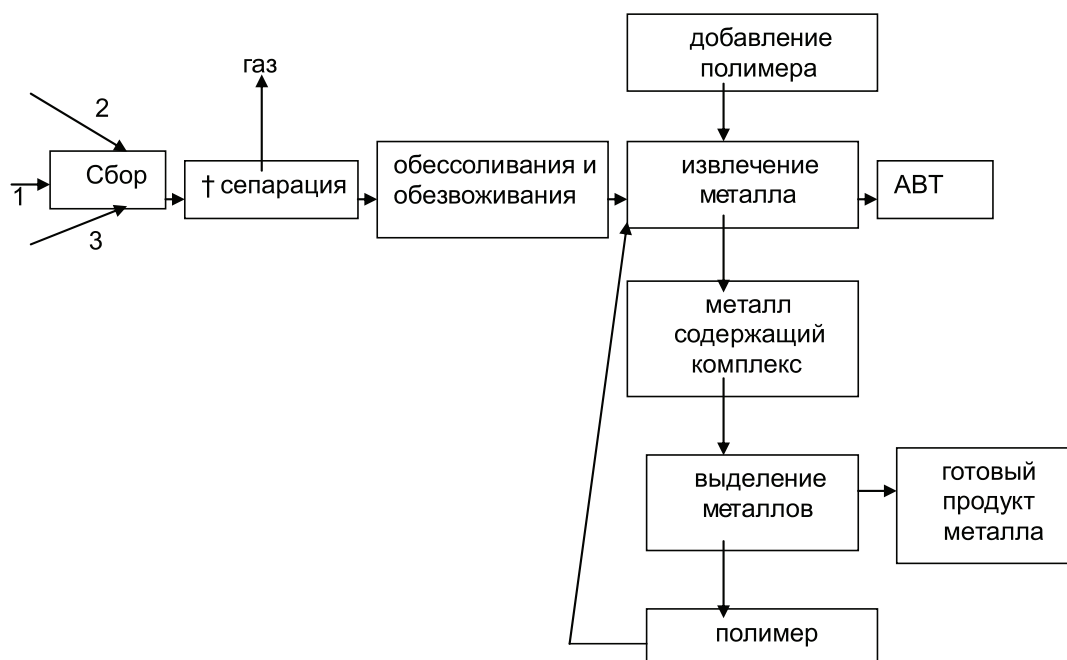


Рис. 2. Новая технологическая схема сбора и подготовки нефти с извлечением попутно-добываемых металлов:  
1, 2, 3 – месторождения нефти с попутно-добываемыми металлами;  
АВТ – атмосферно-вакуумной первичной перегонки нефти



Таблица 3

Содержание ванадия в нефтебитуминозных породах месторождений  
Западного Казахстана

| Месторождение         | Содержание, г/т | Месторождение      | Содержание, г/т |
|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Актюбинском область   |                 | Атырауская область |                 |
| Акбулак               | 50–400          | Иманкара           | 20–80           |
| Донгелексор           | 20–70           | Акшоки             | 10–70           |
| Мортук                | 10–70           | Кольжан            | 30–50           |
| Шиликты               | 20–50           | Карамурат          | 20–50           |
| Копа                  | 1–20            | Мунайлы            | 10–30           |
| Мангистауская область |                 | Карасай            | 5–30            |
| Тюбеджик              | 10–70           |                    |                 |
| Карасязь-Таспас       | 5–30            |                    |                 |
| Бека-Таспас           | 5–30            |                    |                 |
| Тюбкараган            | 1–20            |                    |                 |

Таким образом, проблемы извлечения металлов из нефти могут быть решены путем внедрения в нефтяной отрасли сорбционных процессов для извлечения металлов на основе полимеров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов Т.К. и др. Инновационный способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов // Инновационный патент РК № 24905. – 2011. – Бюл. № 11.
2. Ахмеджанов Т.К. и др. Инновационный способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов // Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды том 80. – Алматы, 2011. – С. 185–189.

УДК 537.622

## ТЕРМОДИНАМИКА, ИНФОРМАЦИЯ, ПОЛЯ-АНАЛОГИ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

<sup>1</sup>Портнов В.С., <sup>2</sup>Юров В.М., <sup>1</sup>Исагулов А.З., <sup>1</sup>Турсунбаева А.К.,  
<sup>1</sup>Когай Г.Д., <sup>1</sup>Камаров Р.К.

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет, Караганда;

<sup>2</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,  
Караганда, e-mail: atursunbaeva75@mail.ru

Рассмотрены вопросы использования термодинамики, теории информации и метода аналогий к анализу свойств минералов, которые представляют собой гетерогенные системы. На основе неравновесной статистической термодинамики получена формула для электрической проводимости гетерогенных сред. На основе метода аналогий получено соотношение для коэффициента теплопроводности минералов. Используя теорию информации, получена формула для магнитной восприимчивости магнитных минералов. Полученные формулы хорошо согласуются с экспериментальными данными. Результаты работы могут быть использованы при анализе геофизических данных.

**Ключевые слова:** термодинамика, информация, метод аналогий, свойства минералов

## THERMODYNAMICS, THE INFORMATION, FIELDS-ANALOGUES AND PHYSICAL PROPERTIES OF MINERALS

<sup>1</sup>Portnov V.S., <sup>2</sup>Yurov V.M., <sup>1</sup>Isagulov A.Z., <sup>1</sup>Tursunbaeva A.K., <sup>1</sup>Kogay G.D., <sup>1</sup>Kamarov R.K.  
<sup>1</sup>Karaganda state technical university, Karaganda;

<sup>2</sup>Karaganda state university of E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: atursunbaeva75@mail.ru

Questions of use of thermodynamics, the theory of the information and method of analogies to the analysis of properties of minerals which represent heterogeneous systems are considered. On the basis of nonequilibrium statistical thermodynamics the formula for electric conductivity of heterogeneous environments is received. On the basis of a method of analogies the parity for factor of heat conductivity of minerals is received. Using the information theory, the formula for a magnetic susceptibility of magnetic minerals is received. The received formulas will well be co-ordinated with experimental data. Results of work can be used at the analysis of geophysical data.

**Keywords:** thermodynamics, the information, method of analogies, properties of minerals

Особое значение в последние годы уделяется вниманию термодинамике различных процессов, как в естественных, так и гуманитарных науках, включая социологию, психологию, мышление, учебный процесс и многое другое. При этом, определяющую роль играет понятие энтропии, тесно связанное с понятием информации.

Помимо разнообразия формулировок понятия энтропии разнообразны и примеры ее применения. Идеология всех таких приложений связана с экстремальными принципами естествознания – возрастающее значение энтропии параметризует изменение состояния систем самой различной природы в процессе их «естественной» эволюции. Соответствующий принцип развития получил название «принцип максимума энтропии». Для закрытых термодинамических систем их энтропия возрастает («второе начало» термодинамики).

На начальном этапе развития теории информации существовало мнение, что малая энергоёмкость информационных процессов существенно отличает их от энергетических. С развитием и усложнением информационных систем встал вопрос и об определении энергетической сложности различных информационных процессов,

выяснения предельных соотношений при получении, хранении и обработке информации. Это послужило основой для известного высказывания фон Неймана: «... термодинамика является той частью теоретической физики, которая в некоторых из своих аспектов наиболее близка теории обработки и измерения информации...». Таким образом, потребности техники и развитие науки привели к возникновению термодинамики информационных процессов, основы которой были заложены в 1956 г. Бриллюэном. Однако существенного внимания со стороны исследователей вопросы термодинамики информационных процессов не получили.

Исключение составляют основополагающие работы Р.П. Поплавского [1]. Им было подчеркнуто, что термодинамика информационных процессов, в отличие от равновесной термодинамики и термодинамики открытых систем, является термодинамикой переходных процессов. Им было также установлены предельные соотношения между информационными характеристиками (точность, количество информации) и термодинамическими (энергия, энтропия).

80–90-е годы XX века стали временем бурного развития (и в настоящее время)

синергетики, основу которой составляет термодинамика открытых систем, в связи с выявлением глубокой связи между информацией и самоорганизацией материи [2].

### Энтропия и информация

Энтропия термодинамической системы

$S = \int \frac{dQ}{T}$  (где  $Q$  – полученная системой от среды теплота, а  $T$  – температура процесса) была введена в 1865 г. Рудольфом Клаузиусом. В 1872 г. Людвиг Больцман вводит статистическую энтропию  $S = k \ln W$  (здесь  $W$  – вероятность макросостояния, отождествляемая с числом микросостояний системы при условии их равновероятности, а  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от принятой размерности энтропии.). Дж.В. Гиббс [3] для статистического обоснования термодинамики вводит в 1902 г. вероятностные представления:

$$S = k \int p(p, q) \ln p(p, q) dp dq, \quad (1)$$

здесь  $p(p, q)$  – плотность вероятности распределения обобщенных координат  $q$  и импульсов  $p$  в фазовом пространстве системы;  $k$  – размерный множитель. В 1948 г. Клод Шеннон [4] предложил формулу для оценки неопределенности кодовой информации в каналах связи, называемую энтропией Шеннона:

$$S = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i,$$

где  $p_i$  – вероятность встречаемости символа  $i$  в коде, содержащем  $N$  символов;  $k$  – размерный множитель. В 1953 г. появляется работа А.Я. Хинчина [5], где формула Шеннона аксиоматически применяется для описания неопределенности схем в теории вероятности. В работах Роберта Мак Артура в 1955 г. аналог формулы Шеннона появился как мера биологического разнообразия экологических сообществ:

$$S = \sum_{i=1}^W \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n},$$

где  $n_i$  – численность  $i$ -й популяции в сообществе из  $W$  видов [6].

А.Н. Колмогоров с коллегами в 1956 г. [7] развили вероятностное определение энтропии  $S = \int f(x) \ln f(x) dx$  для приложения к теории информации ( $f(x)$  здесь функция распределения случайной величины  $x$ ). В 1958 г. А.Н. Колмогоров [8] ввел для динамических систем метрическую энтропию, или К-энтропию, которая пропорциональна скорости изменения статистической энтропии Больцмана. До настоящего момента продолжают появляться обобщения энтропийных

формул. Так, в 2000 г. А.В. Коганов обобщил статистическое определение комбинаторной энтропии – логарифм числа состояний системы – на понятие математической модели.

В основе всей теории информации лежит открытие, заключающееся в том, что информация допускает количественную оценку. Наиболее четко, вплоть до введения количественной меры информации, эта мысль, по-видимому, впервые была высказана Хартли в 1928 г. [9], а затем, уже на более высоком уровне, развита и обобщена Шэнноном, Винером, фон Нейманом, Фишером, Колмогоровым и другими.

Для развития теории информации в ее современном виде вообще не требуется определения понятия информации как таковой; необходимым и достаточным для построения теории является понятие количества информации. Поэтому употребление терминов «информация» и «количество информации» как синонимов не вызывает недоразумений в рамках самой теории.

### Метод аналогий и поля-аналоги

Тенденция возникновения интегрирующих научных направлений на стыке уже устоявшихся наук, возникла достаточно давно. Междисциплинарный подход в современном естествознании всегда имеет место для решения научных проблем.

Существуют чрезвычайно простые и универсальные законы функционирования и развития физического мира. Выявление таких законов позволит создать метод для осуществления интеграции науки. В настоящее время таким методом является метод аналогий. Примером его успешного использования являются работы Дж. Максвелла при создании классической теории электромагнетизма. В знаменитых лекциях по физике Р. Фейнмана 7-й том посвящен электростатическим аналогиям. В табл. 1 показана аналогия, существующая между величинами в различных скалярных потенциальных полях [10].

### Электрические свойства минералов

Рассмотрим сначала гомогенную изотропную среду, которая содержит  $N$  электронов проводимости и характеризуется термодинамическим потенциалом Гиббса  $G^\circ$ . Возникновение тока плотностью  $j$  в среде является откликом системы невзаимодействующих электронов на внешнее поле и имеет вид [11]:

$$\Phi = \frac{1}{1 + C_1 \exp \left\{ -\frac{E_m - G^\circ / N}{kT} \right\}}, \quad (2)$$

где  $C_1 = 2\Delta S k \tau_p / \tau = \text{const}$  (смысл входящих в это выражение величин такой же, как и в [11]);  $E_m = eE$ ,  $e$  – заряд электрона.

Таблица 1

Аналогия между величинами в потенциальных полях [10]

| Параметр                                   | Электростатическое поле                     | Электрическое поле тока               | Магнитостатическое поле            | Тепловое поле                       |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Потенциал                                  | Потенциал $U$                               | Потенциал $U$                         | Потенциал $\Omega$                 | Температура $T$                     |
| Градиент                                   | Напряженность электрического поля $E$       | Напряженность электрического поля $E$ | Напряженность магнитного поля $H$  | Градиент температуры $\text{grad}T$ |
| Постоянная, характеризующая свойства среды | Диэлектрическая проницаемость $\varepsilon$ | Электрическая проводимость $\sigma$   | Магнитная проницаемость $\mu$      | Температуропроводность $a$          |
| Плотность потока                           | Электрическое смещение $D$                  | Плотность тока $j$                    | Магнитная индукция $B$             | Плотность теплового потока $q$      |
| Интенсивность источника                    | Плотность заряда $\rho_e$                   | Плотность тока $j$                    | Плотность магнитной массы $\rho_m$ | Плотность источника тепла $Q$       |
| Проводимость поля                          | Емкость $C$                                 | Электрическая проводимость $G$        | Магнитная проводимость $\Lambda$   | Тепловая проводимость               |

После линеаризации (2) при  $\Phi = j$ , получаем:

$$j = \frac{kT}{C_1} \frac{eE}{G^\circ} \cdot \bar{N}. \quad (3)$$

Когда  $\bar{N} = \text{const}$ , мы из (3) имеем закон Ома в дифференциальной форме:

$$j = \sigma E, \quad (4)$$

где 
$$\sigma = \frac{kT}{C_1} \frac{e\bar{N}}{G^\circ}. \quad (5)$$

Проводимость  $\sigma$  связана с удельным сопротивлением  $\rho$  соотношением

$$\rho = 1/\sigma = C \cdot G^\circ / e; \quad (6)$$

$$\bar{N}C = \frac{C_1}{kT}.$$

Константа  $C$  характеризует процесс перехода системы электронов из возбужденного состояния в основное и примерно одинакова для многих веществ. Исключе-

ние могут составлять только те вещества, где реализуются специфические механизмы рассеяния. Таким образом, гетерогенность среды будет сказываться на ее электропроводности через энергию Гиббса  $G^\circ$ , которая известна для большинства минералов.

#### Теплофизические свойства минералов

Используя метод аналогий (табл. 1) для коэффициента теплопроводности минералов нами получено уравнение:

$$\lambda = \frac{625\rho}{3C_2G^\circ} \cdot T. \quad (7)$$

В уравнение (7) входят только два параметра минерала – плотность и энергия Гиббса, которые экспериментально определены для большого количества минералов и представлены в справочниках. Для коэффициента мы получили значение  $C_2 = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{кг} \cdot \text{с}$ . В табл. 2 приводятся экспериментальные значения коэффициента теплопроводности и вычисленные по формуле (7).

Таблица 2

Сравнение экспериментальных и теоретических значений коэффициента теплопроводности некоторых минералов

| Минерал   | $\lambda_{\text{эксп.}}$ , Вт/(м·К) | $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | $G^\circ$ , Дж/моль | $\lambda_{\text{теор.}}$ , Вт/(м·К) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Гипс      | 1,30                                | 2,3                        | 1795000             | 1,50                                |
| Магнетит  | 5,3                                 | 5,17                       | 1014490             | 5,98                                |
| Лабрадор  | 1,5                                 | 2,70                       | 3845180             | 1,57                                |
| Анортит   | 1,7                                 | 2,76                       | 3994830             | 1,54                                |
| Олигоклаз | 1,96                                | 2,64                       | 3750710             | 1,60                                |
| Шпинель   | 3,48                                | 3,6                        | 2188060             | 3,67                                |
| Альбит    | 2,31                                | 2,61                       | 3695040             | 2,00                                |

Из табл. 2 видно, что экспериментальные и теоретические значения хорошо согласуются друг с другом. Это, на наш взгляд, неплохой результат и подтверждает основные положения нашей модели.

#### Энтропия и магнитные свойства минералов

Наложение внешнего магнитного поля на систему магнитных диполей, погружен-

ную в термостат, приводит к изменению ее энтропии:

$$\Delta S = \frac{N\mu_B(\Delta H)^2}{2kT^2}, \quad (8)$$

где  $\mu_B = 9,27 \cdot 10^{-27}$  Дж·Тл<sup>-1</sup> – магнетон Бора;  $H$  – напряженность внешнего магнитного поля;  $N$  – число магнитных диполей.

После несложных преобразований мы получим:

$$\Delta H = \frac{2}{\mu_B} \sqrt{kTG^\circ}. \quad (9)$$

Если считать, что искомым полезным компонент связан только с одним магнитным диполем, то его концентрацию с можно найти из соотношения  $N = N_A \cdot c_n / 100\%$ , где  $N_A$  – число Авогадро.

Используя выше приведенные формулы, получим:

$$\frac{2\Delta S}{k} = \alpha \frac{G^0}{NkT} \quad (10)$$

или

$$\Delta S = \alpha \frac{G^0}{2NT},$$

где  $\alpha = \text{const}$ .

Изменение энтропии объекта обратно пропорционально количеству  $\Delta I$  информации о нем, т.е.:

$$\Delta S = \frac{k \ln 2}{\Delta I}, \quad (11)$$

где  $k \ln 2$  – энергетический эквивалент информации.

С другой стороны, информацию о магнитных свойствах объекта несет его магнитная восприимчивость  $\chi$ , т.е.:

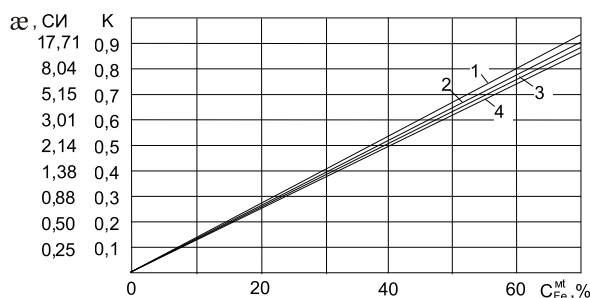
$$\Delta I = \chi. \quad (12)$$

С учетом (10) и (11) для магнитной восприимчивости имеем:

$$\chi = \beta \frac{kT}{G^0} c_n, \quad (13)$$

где  $\beta$  – некоторая постоянная.

Уравнение (13) совпадает с уравнением, полученного нами в работе [11], с использованием подхода, основанного на функции отклика системы магнитных диполей. Из уравнения (13) следует линейная зависимость магнитной восприимчивости от концентрации магнитной компоненты минерала (рисунок).



Зависимость магнитной восприимчивости и коэффициента отображения от содержания магнетитового железа:

1 – Кентобинское, 2 – Сарбайское, 3 – Куржункульское, 4 – Соколовское месторождения

Видно, что экспериментальные данные хорошо ложатся на теоретические прямые.

### Заключение

Мы изложили фрагментарно основные идеи использования термодинамического подхода, теории информации и метода аналогий к задачам минералогии. Некоторые затронутые вопросы рассматривались нами в работах [12, 13] в рамках неравновесной статистической термодинамики.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поплавский Р.П. Термодинамика информационных процессов. – М.: Наука, 1981. – 255 с.
2. Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
3. Гиббс Дж.В. Термодинамика. Статистическая механика: Избранные труды. – М.: Наука, 1982. – 584 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963. – 829 с.

5. Хинчин А.Я. Понятие энтропии в теории вероятностей // УМН. – 1953. – Т.8. – Вып. 3. – С. 3–20.

6. Миддлтон Д. Статистическая теория обнаружения сигналов // Прием сигналов при наличии шума. – М.: ИЛ, 1960. – С. 25–56.

7. Колмогоров А.Н. Теория передачи информации // Известия АН СССР. – 1957. – С. 66–99.

8. Колмогоров А.Н.. Три подхода к определению понятия количества информации // Проблемы передачи информации. – 1965. – Вып. 1. – Т.1. – С. 3–34.

9. Хартли Р. Передача информации // Теория информации и ее приложения. – М.: Физматгиз, 1959. – С. 56–134.

10. Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. – М.: Энергия, 1970. – 376 с.

11. Портнов В.С., Юров В.М. Связь магнитной восприимчивости магнетитовых руд с термодинамическими параметрами и содержанием железа // Известия вузов. Горный журнал. – 2004. – № 6. – С. 122–127.

12. Портнов В.С. Термодинамический подход к задачам геофизического опробования железорудных месторождений. – Караганда: КГТУ, 2003. – 212 с.

13. Яворский В.В., Юров В.М. Прикладные задачи термодинамического анализа неравновесных систем. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 338 с.



УДК 621.3 (075.3)

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЦЕПЬ

**Казьмин Б.Н., Трифанов И.В., Рыжов Д.Р., Бородулин Р.В., Хоменко И.И.**

*Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Решетнева,  
Красноярск, e-mail: sibgau-uks@mail.ru*

Каждый электрон, обладающий электрическим зарядом  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, создает электрическое поле с энергией 511 кеВ. На отделение электрона от атома (молекулы) требуются единицы электрон-вольт, а направленное или колебательное движение электронов  $\text{div}(\rho v) = -\partial \rho / \partial t$  образует электромагнитный процесс [1]. Используя энергетические возможности электронов, можно создать высокоэффективный электроэнергетический процесс, превосходящий по всем параметрам современную топливо сжигающую электроэнергетическую технологию.

**Ключевые слова:** физико-математическая модель, переход энергии, электронный пучок

## THE PHYSICAL-MATHEMATICAL MODEL TRANSITION ENERGY OF ELECTRON BEAM IN ELECTRIC CIRCUIT

**Kazmin B.N., Trifanov I.V., Ryzhov D.R., Borodulin R.V., Khomenko I.I.**

*Siberian state aerospace university M. Reshetnev, Krasnoyarsk, e-mail: sibgau-uks@mail.ru*

Electron has electric charge  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл creates an electric field with energy 511 кеВ. The separation of electron from the atom (molecule) are required units of electron-volts, and directional or oscillating electrons  $\text{div}(\rho v) = -\partial \rho / \partial t$  forms an electromagnetic process [1]. Using electron energy possibilities, you can create highly efficient electricity process, superior in all respects a modern electric power technology, fuel is burned.

**Keywords:** physical and mathematical model, the transition energy, the electron beam

Рассмотрим физико-математическую модель процесса производства энергии [2], путем преобразования в электроэнергию энергии потока электронной плазмы, созданную электродуговым плазматроном в скрещенном электрическом поле дуги и электронной пушки [2, 3, 4]. Под действием ускоряющего напряжения анода ( $U_a$ ) электронной пушки, образуется поток (пучок) свободных электронов, получивших одинаковый анодный потенциал. Он направляется электрическим полем в выполненную из проводника первого рода [1, 4], рабочую полость поляризующегося электрода (РППЭ), в которой действует скрещенное электрическое поле. Радиальная составляющая ( $E_r$ ) этого поля, созданная двойным электрическим слоем на поверхности РППЭ, удерживает электроны в пучке, (напряженность поля в двойном электрическом слое составляет порядка  $10^8 - 10^9$  В/м [3], продольная составляющая ( $E_z$ ) тормозит электроны, забирая у них энергию и повышая потенциал тормозящего поля поляризующегося электрода (ПЭ). Направление полей, токов и напряжений ПЭ и электрической цепи представлено на рисунке.

Требуемую мощность электродугового плазматрона, ионизирующего рабочую среду, для создания необходимого потока электронной плазмы определяем из выражения [3,4]:

$$S_g = \frac{U_g \cdot I_g}{k_u}, \quad (1)$$

где  $U_g$  – рабочее напряжение электрической дуги, порядка 50 В;  $I_g$  – сила тока электрической дуги, А. Для нормальной работы электроустановки  $I_g$  должна быть в 3–4 раза больше конвекционного тока потока электронной плазмы;  $k_u = 0,5 - 0,65$  – коэффициент преобразования переменного напряжения электрической сети в постоянное напряжение.

Энергию электрона при движении в электрическом поле ПЭ можно описать выражением, используя уравнение движения электрона в потенциальном электрическом поле [1, 3].

$$eU = \frac{m_e (v_e)^2}{2}, \quad (2)$$

где  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  – заряд электрона, Кл;  $U_a$  – напряжение (разность потенциалов) полученное электроном в потенциальном электрическом поле электронной пушки, В;  $eU$  – энергия электрона, получаемая от ускоряющего электрического поля, или, отдаваемая тормозящему электрическому полю, Дж;  $m_e$  – масса электрона, кг;  $v_e$  – скорость движения электрона под действием электрического поля, электронной пушки, м/с;

$\frac{m_e (v_e)^2}{2}$  – кинетическая энергия электрона,

создаваемая за счет потенциальной энергии электрического поля, Дж.

В ускоряющем электрическом поле, электрон увеличивает скорость движения, и, со-

ответственно, свою кинетическую энергию за счет энергии поля. В тормозящем электрическом поле электрон уменьшает свою скорость движения, отдавая тормозящему полю свою энергию, тем самым увеличивая потенциал (напряжение) тормозящего поля.

В РППЭ образуется пучок электронной плазмы, который можно представить в виде матрицы электронов. Число строк матрицы соответствует количеству электронов

$$W_a = q_m \cdot U_a = N_m \cdot e \cdot U_a \leftrightarrow N_m \cdot m_e \cdot v_e^2 / 2 = W_{m9}, \quad (3)$$

где  $v_e = (2 \cdot e \cdot U_a / m_e)^{1/2}$  – скорость движения электрона, полученная из уравнения  $(e \cdot U_a = m_e \cdot v_e^2 / 2)$  движения электрона в электрическом поле [1];

$$W_{mq} = N_m \cdot F_q \cdot r_{em} = ((N_m - 1)^2 \cdot e^2 / \varepsilon \cdot r_{em}^2) \cdot r_{em} = N_m^2 \cdot e^2 / \varepsilon \cdot r_{em}^2, \quad (4)$$

где  $N_m \gg 1$ , поэтому выражение  $(N_m - 1)^2 = N_m^2$ ,  $\varepsilon = 4\pi\epsilon_r\epsilon_o$  – диэлектрическая проницаемость среды в матрице;  $\epsilon_r$  и  $\epsilon_o$  – относительная и абсолютная диэлектрическая проницаемости, соответственно;

$r_{em} = \left( \left( \frac{l_m^2 + r_m^2}{2} \right)^{1/2} + r_{ij} \right) / 2$  – среднее расстояние между электронами в матрице, м;  $r_{ij} = (e \cdot l_a / \varepsilon \cdot U_a)^{1/2}$  – среднее расстояние

в поперечном (радиальном) сечении пучка ( $N_{mr}$ ), число столбцов матрицы – количество электронов в продольном сечении пучка ( $N_{ml}$ ), количество электронов в матрице  $N_{mr} = N_{mr} \cdot N_{ml}$ .

Затраты энергии анодного поля электронной пушки на массоперенос электронов, образующих матрицу электронов [1, 3] и создание кинетической энергии электронов матрицы.

Энергия взаимодействия электронов в матрице за счет силы Кулона

$$F_q = e_i \cdot e_j / \varepsilon \cdot r_{ij}^2 [1, 3];$$

между соседними электронами в пучке, м;  $l_a$  – расстояние между катодом и выходным анодом электронной пушки (ЭП), м;  $l_m$  и  $r_m$  – длина и радиус электронного пучка (матрицы электронов), м;  $E_a = U_a / l_a$  – напряженность электрического поля, создаваемая ЭП, В/м.

Энергия взаимодействия электронов в матрице за счет силы Лоренца [1, 3]:

$$W_{mB9} = N_m \cdot e \cdot [B_e \times v_e] \cdot r_{ij} = \mu \cdot N_m^2 \cdot e^2 \cdot v_e^2 / 2 \cdot \pi \cdot r_{ij}, \quad (5)$$

где  $B_e = \frac{\mu \cdot I_e}{2 \cdot \pi \cdot r_{ij}} = \frac{\mu \cdot e \cdot v_e}{2 \cdot \pi \cdot r_{ij}^2}$  – индукция маг-

нитного поля, создаваемая движущимся со скоростью  $v_e$   $i$ -м электроном в соседнем  $j$ -м электроном, Тл;  $\mu = \mu_r \cdot \mu_0$  – магнитная проницаемость среды в матрице,  $\mu_r$  и  $\mu_0$  – относительная и абсолютная магнитная проницаемость;  $I_e = e \cdot v_e / r_{ij}$  – сила тока, создаваемая  $i$ -м электроном, движущимся к соседнему  $j$ -му электрону, А.

Пучок электронов образуется в результате динамического равновесия трех электрических сил, создающих в первом приближении одинаковое количество энергии.

Сила анодного поля  $F_a = e \cdot E_a$ , ускоряет электроны и создает кинетическую энергию (3). Сила Кулона  $F_q = e_i e_j / \varepsilon r_{ij}^2$ , создает энергию (4), а также ускоряет электроны в продольном направлении пучка. Сила Лоренца  $F_{B0} = e[B_e \times v_e]$ , действует в радиальном направлении пучка, создает энергию (5), удерживая энергию (4) в пучке.

Чтобы преобразовать энергию электронного пучка в электрическую цепь, осу-

ществляют модуляцию электронного пучка рабочей частоты электрической цепи, путем подачи на выходной анод «А» электронной пушки соответствующего напряжения с электрической цепи. Затем воздействует на модулированный электронный пучок скрещенным электрическим полем, имеющим составляющие  $E_r$  и  $E_l$  рабочей частоты электрической цепи.

Радиальную составляющую  $E_r$ , сжимающую электронный пучок можно создать с помощью соответствующей комбинации квадрупольных электронных линз [1,3]. В данном случае используется напряженность поля двойного электрического слоя в РП ПЭ. Продольную составляющую  $E_l$ , тормозящую электроны, создают соответствующим напряжением ( $U_{МПЭ}$ ) на мишени поляризующегося электрода (МПЭ). Регулированием напряжений  $U_a$  и  $U_{МПЭ}$ , регулируют количество передаваемой мощности в электрическую цепь и потребителям электроэнергии.

Под действием тормозящей составляющей скрещенного электрического поля кинетическая энергия электронов матрицы

(2) переходит в напряжение на мишени поляризующегося электрода

$$U_{mv} = \frac{W_{mv}}{N_{me}} = U_a = U_{МПЭ}. \quad (6)$$

Кроме того, энергии  $W_{mq}$  (4) и  $W_{mB9}$  (5) электрического поля матрицы электронов, образованные за счет энергии электрического поля анода электронной пушки, создают дополнительное напряжение на ПЭ

$$U_m = U_{mv} + (U_{ml}^2 + U_{mr}^2)^{1/2} \approx U_a ((l_m^2 + r_m^2)^{1/2} + 1) = 2,4U_a \quad (8)$$

Конвекционный ток матрицы электронов [3]

$$I_{mq} = \rho_m \cdot v_e \cdot S_{mr} = 3 \cdot e \cdot v_e \cdot r_m^2 / 4 \cdot r_{ij}^3 = 0,75 \cdot N_{mr} \cdot e \cdot v_e / r_{ij}, \quad (9)$$

где  $\rho_m = \frac{3 \cdot e}{4 \cdot \pi \cdot r_i^3}$  – плотность заряда в матрице электронов, Кл/м;  $S_{mr} = \pi \cdot r_m^2$  – площадь радиального сечения матрицы, м<sup>2</sup>.

Конвекционный ток матрицы под воздействием скрещенного электрического поля рабочей частоты переходит в ток электропроводимости электрической цепи (ЭЦ) ПЭ.

$$I_{ЭЦ} = U_m \cdot Y_{ЭЦ} = U_m (g^2 + (b_L - b_C)^2)^{-1/2}, \quad (10)$$

где  $g$  – активная проводимость электрической цепи (ЭЦ), См;  $b_L = \frac{1}{\omega L}$  – индуктивная

проводимость ЭЦ, См;  $b_C = \omega C$  – емкостная проводимость ЭЦ, См;  $\omega = 2\pi f$  – циклическая рабочая частота ЭЦ системы электропитания, Гц.

Согласно первого закона Кирхгофа [5] и закона сохранения электрического заряда  $\text{div} \mathbf{j} = -\partial p / \partial t$  [1], сила этих токов в первом приближении одинаковая ( $I_{mq} = I_{ЭЦ}$ ), так как это последовательно соединенные элементы одной и той же электрической цепи [5].

Мощность, создаваемая в ЭЦ ПЭ

$$S_{ЭЦ} = I_{ЭЦ}^2 \cdot Z_{ЭЦ} = I_{mq} U_m = U_m^2 \cdot Y_{ЭЦ}, \quad (11)$$

где  $Z_{ЭЦ} = 1 / Y_{ЭЦ}$  – полное сопротивление и электропроводимость ЭЦ, соответственно.

Мощность, затрачиваемая на создание и массоперенос матрицы элементов

$$S_{мзатр} = I_g \cdot U_g + I_{mq} \cdot U_a = 1,2 \cdot U_a \cdot I_{mq}, \quad (12)$$

где  $I_g \approx (3...4)I_{mq}$  – требуемая сила тока электрической дуги плазматрона, А;  $U_g = 0,05U_a = 30...50$  В – рабочее напряжение электрической дуги.

Коэффициент мощности – отношение получаемой мощности (8) к затраченной (12)

$$k_s = \frac{S_{ЭЦ}}{S_{мзатр}} = \frac{2,4U_a I_{mq}}{1,2U_a I_{mq}} = 2 > 1. \quad (13)$$

$U = W / q \Rightarrow W_m / q_m$  и напряженность поля ( $\mathbf{E} = -\text{grad}(\varphi)$  или  $U = \int E dl$  [4,5]). В продольном сечении матрицы электронов

$$U_{ml} = W_{mq} \cdot l_m / e \cdot N_m \cdot l_a \approx U_a, \text{ при } l_m = l_a \quad (7a)$$

в радиальном сечении матрицы

$$U_{mr} = E_{Bv} \cdot r_m = W_{mBv} / e \cdot N_{ml} \approx U_a \quad (7b)$$

полное напряжение матрицы

Коэффициент мощностей, без учета потерь в трансформаторе, для данной модели может быть больше единицы, следовательно, рассмотренная физическая модель преобразования одной формы электричества в другую форму является генератором тока  $I_{ЭЦ}$  (10).

При работе генератора под нагрузкой, необходимо создавать режим резонанса токов ( $I_L = I_C$ ) [5]. Этот режим компенсирует реактивную мощность в электрической цепи, повышая  $\cos \varphi$  практически до единицы, улучшает форму колебаний, снижая потери энергии, высшими гармониками, а также позволяет уменьшить рабочий ток ПЭ. Все это приводит к увеличению эффективности и срока службы генератора.

Оптимальное сопротивление ЭЦ для получения максимального КПД – 50% с помощью данной физической модели преобразования энергии квазистатического электричества электронного пучка в электрическую мощность ЭЦ.

$$Z_{ЭЦ} = U_m / I_{mq}. \quad (14)$$

Физическая модель процесса перехода энергии электронного пучка в электроэнергию представлена на рисунке.

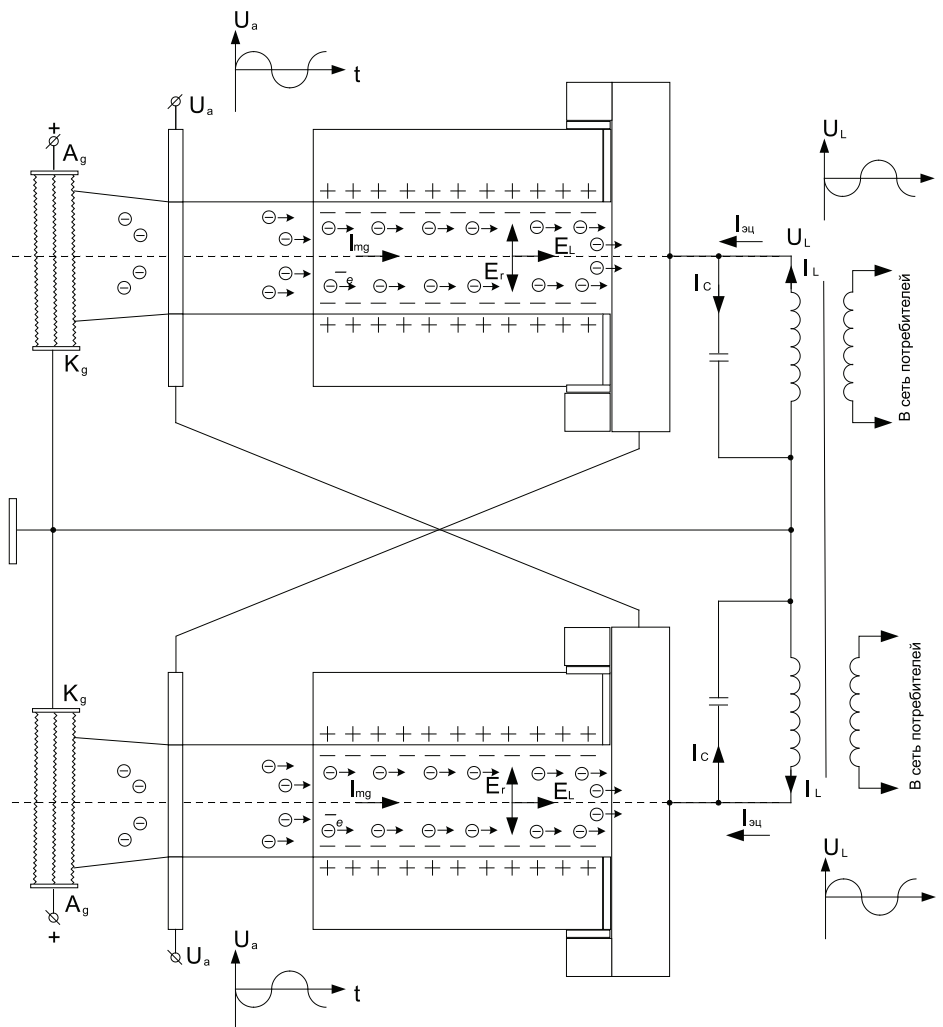
Под воздействием скрещенного электрического поля поляризующегося электрода переходит энергия электронного пучка в электрическую цепь.

Совершив работу в электрической цепи, электроны приходят на катод электродугового плазматрона, где рекомбинируют катионы в атомы и молекулы рабочей среды, вновь подвергается ионизации электрической дугой в герметичном объеме плазматрона. Многократно подвергаясь ионизации – рекомбинации и, выполняя работу в электрической цепи, электроны при этом не разрушаются (электрон стабильная частица, время его жизни порядка лет [1]) не расходуется рабочая среда, не образуются

вредные отходы и выбросы, свойственные топливу сжигающей электроэнергетике.

На основе представленной физической модели, можно создать высокоэффективный генератор электрической энергии и электродинамические двигатели [2, 4, 6, 7, 8].

Они смогут работать на суше, в воде, в воздухе и в безвоздушном пространстве, не сжигая традиционное топливо, не образуя вредных выбросов и отходов, негативно воздействующих на персонал и окружающую среду.



Физическая модель процесса перехода энергии электронного пучка в электроэнергию

### Заключение

На основе широко известных свойств и параметров заряженных частиц, а также законов их взаимодействия, составлена физическая модель процессов преобразования электричества, которая при определенных режимах работы может стать генератором электроэнергии. Основные положения разработанной модели следующие:

1. Электрон и одновалентный катион, обладающий элементарным электрическим зарядом  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, является источником электрического поля с энергией 511 кеВ.

2. Энергия ионизации атома (молекулы) любого вещества в  $10^4$ – $10^5$  раз меньше энергии электрического поля свобод-

ного электрона, получаемого в результате ионизации.

3. Используя существенную разность этих энергий, строится физическая модель процесса получения электроэнергии из потока (пучка) электронной плазмы.

4. Ионизация рабочей среды осуществляется электрической дугой. Для получения промышленных мощностей потребуется соответствующая сила тока – десятки, сотни, тысячи ампер. Такую силу тока невозможно создать термо- или фотокатодом.

5. Ионизация рабочей среды в электрическом поле «электронной пушки», скрещенном с полем электрической дуги, превращает нейтральную рабочую среду

в пучок электронной плазмы, представленный в виде матрицы электронов, получивших, в первом приближении, одинаковый электрический потенциал анодного поля электронной пушки.

6. В матрице электронов сосредоточено три вида энергии: кинетическая энергия электронов, созданная силой электрического поля и энергия электронного взаимодействия, созданная динамическим равновесием сил Кулона и сил Лоренца. Значения этих составляющих энергии в первом приближении, можно считать одинаковыми, так как электронный пучок находится в динамическом равновесии.

7. Энергия матрицы электронов, под воздействием скрещенного электрического поля, поляризующегося электрода, преобразуется в электрическую энергию, передаваемую в сеть потребителей.

8. Радиальная составляющая скрещенного электрического поля удерживает пучок электронов в сжатом состоянии за счет напряженности поля двойного электрического слоя на поверхности рабочей полости поляризующегося электрода, так как напряженность поля двойного электрического слоя на два – три порядка превышает напряженность поля в пучке электронов.

9. Продольная составляющая скрещенного электрического поля тормозит электроны, превращая их кинетическую энергию и энергию электронного взаимодействия сил Кулона и Лоренца, в потенциал (разность потенциалов) электрического поля поляризующегося электрода.

10. В скрещенном электрическом поле осуществляется, путем двухполупериодного преобразования, переход конвекционного тока матрицы электронов в ток электропроводимости и энергии электронного пучка в соответствующую мощность электрической цепи в режиме резонанса индуктивных и емкостных токов ( $I_L = I_C$ )

электрической цепи потребителей электроэнергии.

11. Применение скрещенного электрического поля в данной модели для получения, удержания и преобразования электронной плазмы в электроэнергию более эффективно, энергетически, материально менее затратно и технически проще, чем использование скрещенных электрического и магнитного полей, например, в МГД-генераторах, или в ионно- и электронно-лучевых установках с магнитной фокусировкой и управлением луча.

12. Используя энергетические параметры электронов и энергию их взаимодействия, возможно создание высокоэффективных экологически чистых электроэнергетических процессов, превосходящих современные технологии производства электроэнергии, основанные на энергетике сжигаемого топлива – углеводородного, химического, ядерного.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическая энциклопедия в 4 т. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1989–1994.
2. Казьмин Б.Н. Способ производства энергии: патент RU № 2262793. – Бюл. 29, 20.10.2005.
3. Энциклопедия низкотемпературной плазмы т. 2. – М.: Наука, 2000.
4. Казьмин Б.Н., Трифанов И.В. О возможности перехода энергии электронного взаимодействия в энергию электромагнитного процесса // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 2.
5. Шимони К. Теоретическая электротехника. – М.: Мир, 1964.
6. Казьмин Б.Н., Трифанов И.В. Об электронном генераторе электроэнергии // Вестник Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та: сб. науч. тр. – Вып. 1 (34). – Красноярск, 2011. – С. 25–28.
7. Казьмин Б.Н., Трифанов И.В. и др. Электродинамический движитель: патент RU, № 2453972. – Бюл. № 17, 20.05.2012.
8. Казьмин Б.Н., Трифанов И.В., Ковальчук В.Б., Рыжов Д.Р., Хоменко И.И. Экспериментальная проверка перехода энергии взаимодействия электронной плазмы в электромагнитный процесс для создания электроэнергетической технологии // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 11.



УДК 51-7

**ОТНОШЕНИЯ И ИХ СВОЙСТВА В НАЧАЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИКИ**<sup>1</sup>Кенжебекова Р.И., <sup>1</sup>Тотикова Г., <sup>2</sup>Дайырбеков С.<sup>1</sup>ЮКГИ им. М. Сапарбаева;<sup>2</sup>ЮКГПИ, Чимкент, e-mail: rabiga.0561@mail.ru

В статье описывается такая методика преподавания математики в начальной казахской школе, которая преследует своей целью развитие учащихся, формирование у них учебно-познавательного аппарата. Статья предназначена учителям начальных классов, преподавателям вузов, студентам и научным работникам и широкому кругу читателей, интересующихся проблемами методики преподавания математики в начальных классах.

**Ключевые слова:** бинарные отношения, математика, элементы множеств

**RELATIONS AND THEIR PROPERTIES IN INITIAL COURSE OF MATHEMATICS**<sup>1</sup>Kenzhebekova R.I., <sup>1</sup>Totikova G., <sup>2</sup>Dayyrbekov S.<sup>1</sup>YUKGI them Saparbaeva M.;<sup>2</sup>YUKGPI, Shymkent, e-mail: rabiga.0561@mail.ru

This paper describes such a method of teaching mathematics in primary Kazakh school, ktoroy pursues its goal the development of students, fostering their educational and cognitive apparatus. This article is intended primary school teachers, university professors, students and researchers, and a wide range of readers interested in the problems of mathematics teaching methods in primary school.

**Keywords:** binary relations, mathematics, elements of the sets

В настоящее время учащимся I–IV классов в наглядной и конкретной форме знакомятся с такими важными математическими понятиями, как число и ноль, овладевают операциями над этими числами. Учитель, строя процесс обучения, должен опираться на эти операции и понятия. В процессе вычислительных навыков и в связи с решением задач различных видов, происходит усвоение первоначальных представлений о бинарных отношениях.

«Бинарным отношением между элементами множеств  $X$  и  $Y$  называется всякое подмножество декартового произведения  $X$  и  $Y$ » [1].

Бинарное отношение условно обозначаются заглавными буквами латинского алфавита:  $P, R, G, N, D, C$  и др.

Множество первых компонентных пар принадлежащих отношению  $P$ , называется областью определения отношения  $P$ , а множество вторых компонентных пар – областью значений отношения  $P$ .

Если элемент  $x$  принадлежит множеству  $X$ , а элемент  $y$  – множеству  $Y$ , и элемент  $x$  находится в отношении  $P$  с элементом  $y$ , то пишут:  $xPy$ . Запись  $xPy$  читают: «Элемент  $x$  находится в отношении  $P$  с элементом  $y$ ».

В математике существуют отношения между элементами одного и того же множества.

«Отношением во множестве  $X$  называются соответствия между элементами этого множества  $X$ » [2].

Отношения бывают самые разные. Например: множество стран мира: «Страна  $x$  больше страны  $y$ »; «В стране  $x$  население меньше, чем в стране  $y$ »; «Страны  $x$  и  $y$  имеют общую границу» и т.д. Отношения между людьми:

« $x$  отец  $y$ »;« $y$  и  $x$  – друзья»;« $x$  учит  $y$ » – и т.д.

Этот список возможных отношений можно долго продолжать.

Отношение  $f$  можно изобразить наглядно.

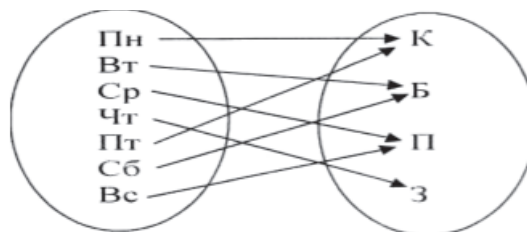
Например: между элементами двух множеств. Девочки, живущие, в одной комнате общежития составили, график дежурства на неделю, чередуясь, каждый день. Составьте граф график, таблицу дежурства между Камила, Багила, Пакизат, Зарина.

 $A = \{\text{пн.}; \text{вт.}; \text{ср.}; \text{чт.}; \text{пт.}; \text{сб.}; \text{вс.}\}$  $B = \{\text{Камила, Багила, Пакизат, Зарина}\}$  $P = \text{Быть дежурной а } P b \text{ а } \bar{A}; b \bar{B}$ 

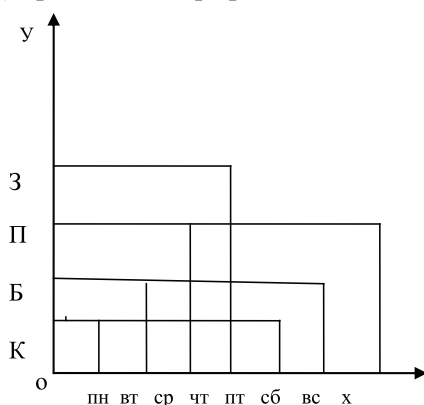
$P = \{(\text{пн.}; \text{пт. Камила}); (\text{вт.}; \text{сб Багила}); (\text{ср}; \text{вс Пакизат}); (\text{чт Зарина})\}$

Указанное отношение  $P$  можно изобразить:

а) при помощи графа;



б) при помощи графика



в) при помощи таблицы

|   | Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|----|----|----|----|----|----|----|
| К | ■  |    |    |    | ■  |    |    |
| Б |    | ■  |    |    |    | ■  |    |
| П |    |    | ■  |    |    |    | ■  |
| 3 |    |    |    | ■  |    |    |    |

Например: Между элементами одного и того же множества.

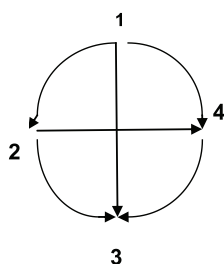
Между элементами множества  $X = \{1; 2; 3; 4\}$  существует отношение «число  $x$  меньше числа  $y$ », причем элементы  $x$  и  $y$  принадлежат множеству  $X$ .

$X = \{1; 2; 3; 4\}$

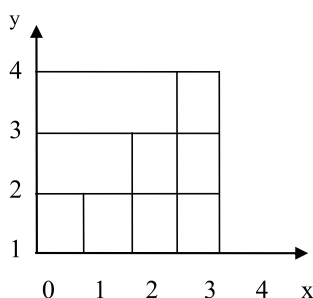
$R = \text{«число } x \text{ меньше числа } y\text{» } x, y \in X$

$R = \{<1; 2>; <1; 3>; <1; 4>; <2; 3>; <2; 4>; <3; 4>\}$

а) изображение при помощи графа.



б) при помощи графика



в) составлением таблицы

|   | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 |   | ■ | ■ | ■ |
| 2 |   |   | ■ | ■ |
| 3 |   |   |   | ■ |
| 4 |   |   |   |   |

Из всего вышеизложенного следует, что отношения между элементами одного и того же множества задаются теми же способами, что отношения между элементами двух различных множеств. Отличия лишь в графах. Также как у других математических понятий у отношений существуют свои основные свойства:

1. Отношение  $R$  называется рефлексивным, если для любого  $x$  из множества  $X$  истинно  $x R x$  (каждый элемент  $x \in X$  находится в отношении  $R$  с самим собой).

2. Отношение  $R$  называется антирефлексивным, если ни один элемент  $x$ . Из множества  $X$  не находится в отношении  $R$  с самим собой. Отношение  $R$  называется симметричным, если для любых элементов  $x$  и  $y$  из множества  $X$  из  $x R y$  следует  $y R x$ .

3. Отношение  $R$  называется асимметричным, если ни для каких элементов  $x$  и  $y$  из множества  $X$  не может случиться что одновременно и  $x R y$ , и  $y R x$ .

4. Отношение  $R$  антисимметрично, если  $x R y$  и  $y R x$  одновременно выполняются в том и только в том случае, когда  $x = y$ .

5. Отношение  $R$  называется транзитивным, если для любых элементов  $x, y, z$  из множества  $X$  из того, что  $x R y$  и  $y R z$  следует  $x R z$ .

Рассмотренные теоретические положения находят свое отражение на страницах учебников математики для I–IV классов общеобразовательной школы.

В традиционном обучении вопросу отношений уделяется мало внимания. Чаще всего некоторые задания, связанные с пониманием отношений выступают в качестве иллюстративного материала.

Так, например, отношения равенства и неравенства вводятся в I классе, однако изучение их простейших свойств передвигается в курс алгебры, тогда как потребность в применении этих свойств возникает во всех классах от I–IV. В традиционном курсе математики практически не рассматриваются двучленные отношения, отношения между элементами двух множеств.

Значительно расширены возможности использования бинарных отношений и их

свойств в альтернативных учебных программах обучения младших школьников математике – это в курсе математики, разработанный под руководством В.В. Давыдова [3]; в курсе математики, разработанный Н.Б. Истоминой [4]; в курсе математики Л.Г. Питерсон, Н.Я. Виленкин [5] и др.

Система учебных заданий, представленных, в названных источниках отражает, различные примеры отношений: в одном случае они характеризуют содержание учебного курса (К.И. Нешков, В.Н. Рудницкая, А.М. Пышкало «Математика I, II, III класс» В.В. Давыдов «Математика I»), в других являются иллюстративным материалом, только в расширенном варианте по сравнению традиционным.

Но во всех программах развивающие возможности таких заданий ставятся во главу угла.

Вывод: Используя упражнения, описанные выше, в учебном процессе, педагог побуждает учеников к поиску, чем вызывает развитие мыслительных процессов.

Ученики в результате выполнения многих практических, творческих видов за-

дания, научатся сравнивать две группы предметов, устанавливать в какой группе предметов больше (меньше) или столько же предметов в одной группе сколько и в другой. В итоге они освоят такие слова и словосочетания, как «больше», «меньше», «столько же», «столько, сколько» и будут упражняться во время сравнения в конкретных практических действиях.

Следовательно, каждое из заданий имеет свои развивающие функции, которые направлены на формирование у младших школьников понятий об отношениях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пышкало А.М., Стойлова Л.П., Лаврова Н.Н. Сборник задач по математике. – М.: Просвещение, 1979.
2. Пышкало А.М., Стойлова Л.П., Ирошников Н.П. Теоретические основы начального курса математики. – М.: Просвещение, 1974
3. Давыдов В.В. Виды обобщений в обучении. – М.: Педагогика, 1972.
4. Истомина Н.Б. Методика обучения в начальных классах. – М., 1992.
5. Питерсон Л.Г. Программа по математике для трехлетней и четырехлетней начальной школы // Начальная школа. – 1996. – № 11.

УДК 574.833 + 541.634

# СИНТЕЗ И СТЕРЕОИЗОМЕРИЯ 1-[2-(3',4'-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)ЭТИЛ]-2-ФЕНИЛ- ДЕКАГИДРОХИНОЛИН-4-ОНА

Жилкибаев О.Т.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Алматы, e-mail: zhilkibaevoral@mail.ru

Осуществлен синтез и изучена стереоизомерия 1-[2-(3',4'-диметоксифенил)этил]-2-фенилдекагидрохинолин-4-она. Выделены индивидуальные стереоизомеры и установлены их пространственные структуры: гетероциклизация диенона с гомовератриламином, в отличие от аммиака, приводит к образованию двух стереоизомеров с резким преобладанием аминокетона с транс-сочленением циклов. Выделенный в незначительном количестве второй изомер является представителем цис-ряда. У обоих стереоизомеров фенильная группа при C2 ориентирована экваториально.

**Ключевые слова:** декагидрохинолины, синтез, стереоизомерия

## SYNTHESIS AND STEREOCHEMISTRY OF 1-[2-(3',4'-DIMETHOXYPHENYL)ETHYL]-2- DECAHYDROQUINOLIN-4-ONES

Zhilkibayev O.T.

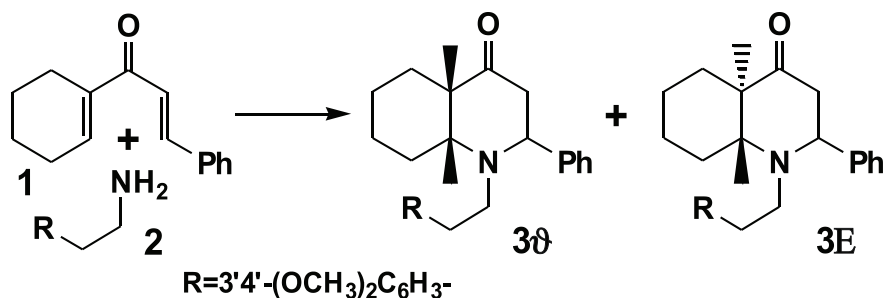
al-Farabi Kazakh National university,  
Almaty, e-mail: zhilkibaevoral@mail.ru

Synthesis and stereochemistry of 1-[2-(3',4'-dimethoxyphenyl)ethyl]-2-phenyldecahydroquinolin-4-one have been carried out and studied. Individual stereoisomers have been isolated and their spatial structures have been established: heterocyclization of dienone with homoveratrylamine, in contrast to ammonia, leads to the formation of two stereoisomers with sharp predominance of aminoketone with trans-coupling of cycles. The second isomer, isolated in a small quantity, is a representative of a cis-row. The both stereoisomers possess an equatorially-oriented phenyl group at C3.

**Keywords:** decahydroquinolines, synthesis, stereoisomers

Литературные данные по биологической активности декагидрохинолиновых алкалоидов, а также накопленный к настоящему времени опыт по их синтезу открывают перспективы для создания новых эффективных лекарственных препаратов. Сочетание в одной молекуле декагидрохинолинового каркаса и диметоксифенилэтильной группы в синтезированных соединениях делает их близкими структурными аналогами природных алкалоидов.

Подобный подход использовали при получении 1-[2-(3',4'-диметоксифенил)этил]-2-фенилдекагидрохинолин-4-она (3). Синтез данного аминокетона осуществляли гетероциклизацией стирил-1-циклогексенилкетона (1) с 2-(3',4'-диметоксифенил)этиламином (гомовератриламином – близким аналогом природного алкалоида мессина) (2) в абсолютном этаноле. В результате реакции с 67%-м выходом образуется смесь двух стереоизомеров (3 γ, β), со значительным преобладанием изомера 3 γ.

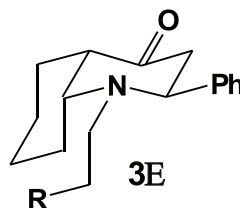
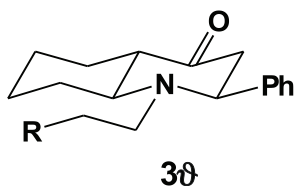


Полученная смесь пространственных изомеров 3 γ, β разделена на индивидуальные формы дробной кристаллизацией из

гексана. В итоге изолировано 74,3 % (от общего количества смеси) изомера 3 γ и лишь 2% – 3 β. Строение индивидуальных сте-

реоизомеров **3**  $\gamma$ , **3**  $\beta$  установлено с помощью ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$  спектроскопии и масс-

спектрометрии. Им приписаны следующие конфигурации:



Гетероциклизация диенона **1** с гомовератриламином (**2**), в отличие от аммиака [15, 16], приводит к образованию двух стереоизомеров **3**  $\gamma$  и **3**  $\beta$  с резким преобладанием изомера **3**  $\gamma$  с экваториальной ориентацией фенила при  $\text{C}^3$  и *транс*-сочленением циклов. Выделенный в незначительном ко-

личестве второй изомер **3**  $\beta$  является представителем *цис*-ряда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жилкибаев О.Т., Пралиев К.Д., Рожнов В.Б., Соколов Д.В. Стереохимия азотистых гетероциклов. VI. Стереoisomerия 2-фенилдекагидрохинолона-4 // Изв. АН КазССР. Сер. хим. – 1984. – № 2. – С. 81–86.



УДК 547.831.3 + 547.314.2

# КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ СТЕРЕОИЗОМЕРНЫХ 4-ЭТИНИЛ-4-ОКСИ-2-ФЕНИЛДЕКАГИДРОХИНОЛИНОВ

Жилкибаев О.Т., Шоинбекова С.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, e-mail: zhilkibaevoral@mail.ru

Изучена реакция каталитического гидрирования стереоизомерных 4-этинил-4-окси-2-фенилдекагидрохинолинов. Их селективным и исчерпывающим гидрированием получены соответствующие 4-винил- и 4-этил-4-окси-2-фенилдекагидрохинолины. Скорость гидрирования зависит от пространственной ориентации этинильного заместителя: ацетиленовый спирт с экваториальной группой гидрируется почти два раза быстрее, чем его эпимер с аксиально-ориентированным этинилом.

**Ключевые слова:** декагидрохинолины, гидрирование

## CATALYTIC HYDRATION OF STEREOISOMERIC 4-ETHINYL-4-OXY-2-PHENYLDECAHYDROQUINOLINES

Zhilkibayev O.T., Shoinbekova S.A.

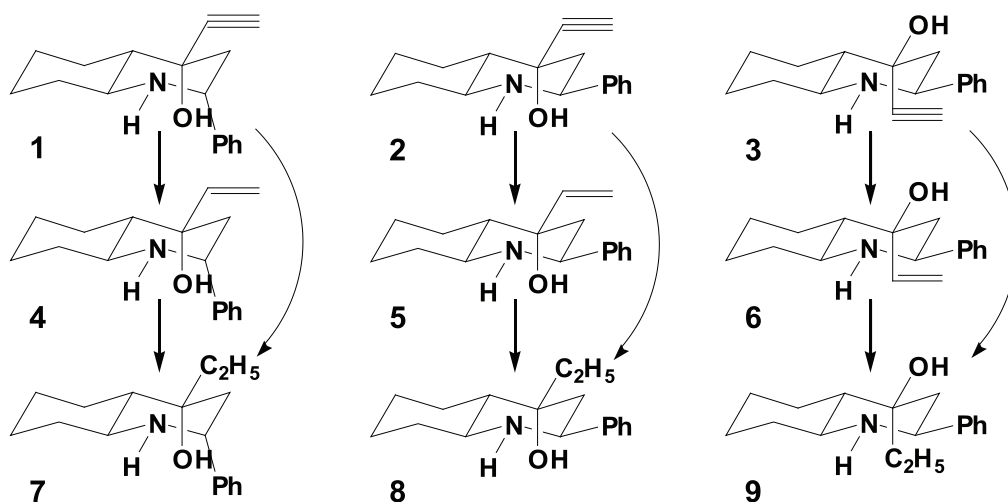
al-Farabi Kazakh National University, Almaty, e-mail: zhilkibaevoral@mail.ru

The reaction of catalytic hydration of stereoisomeric 4-ethynyl-4-oxy-2-phenyldeca-hydroquinolines has been studied. By their selective and complete hydration three have been obtained corresponding 4-vinyl- and 4-ethyl-4-oxy-2-phenyldecahydroquinolines. Hydration velocity depends upon spatial orientation of an ethynyl substituent: acetylene alcohol with an equatorial group is hydrated nearly twice as faster than its epimer with an axial substituent.

**Keywords:** decahydroquinolines, hydration

Среди производных декагидрохинолина известны лекарственные препараты как алмакаин, димедрохин и др. С целью поиска новых более эффективных препаратов на их основе, изучена реакция гидрирования индивидуальных стереоизомерных ацетиленовых спиртов 1–3. Последние ранее получены этинилизацией *транс*-изомеров 2-фенилдекагидрохинолин-4-она в условиях реакции Фаворского в среде жидкого аммиака [1, 2].

Селективным гидрированием ацетиленовых спиртов 1–3 на смешанном катализаторе (0,25% Pd нанесенном на карбонат кальция) получены соответствующие изомеры 4-винил-4-окси-2-фенилдекагидрохинолина (4–6). Исчерпывающее гидрирование тройной связи тех же стереоизомерных ацетиленовых спиртов (1–3) в присутствии скелетного никелевого катализатора приводит к соответствующим изомерам 4-этил-4-окси-2-фенилдекагидро-хинолина (7–9).



При этом скорость гидрирования зависит от пространственной ориентации этинильного заместителя: так селективное восстановление стереоизомера 2 с экваториальной этинильной группой протекает почти два раза быстрее, чем его эпи-

мер – 3. При исчерпывающем гидрировании тех же ацетиленовых спиртов 2 и 3 на 5% палладиевом катализаторе сохраняется та же зависимость скорости реакции от пространственной ориентации этинила при C<sup>5</sup>. В то же время, при исчерпываю-

щем гидрировании на скелетном никеле, быстрее гидрируется изомер **3** с аксиальной гидроксильной группой. Контроль над ходом сравниваемых реакций осуществ-

лялся с помощью ГЖХ и ТСХ на окиси алюминия. Физико-химические характеристики и данные их элементного анализа приведены в таблице.

Данные элементного анализа и физико-химические характеристики производных 4-этинил-4-окси-2-фенилдекагидрохинолина (**4-9**)

| Индекс соединения | Выход % | Т. пл. °С | R <sub>f</sub> | Найдено/ Вычислено, % |           |           | Брутто-формула                     |
|-------------------|---------|-----------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|------------------------------------|
|                   |         |           |                | С                     | Н         | N         |                                    |
| 4                 | 96,3    | 92–3      | 0,62           | 79,35/79,33           | 8,98/9,01 | 5,51/5,44 | C <sub>17</sub> H <sub>23</sub> ON |
| 5                 | 92,7    | масло     | 0,60           | 79,41/79,33           | 8,96/9,01 | 5,41/5,44 | C <sub>17</sub> H <sub>23</sub> NO |
| 6                 | 97,6    | 98–9      | 0,43           | 79,27/79,33           | 8,87/9,01 | 5,34/5,44 | C <sub>17</sub> H <sub>23</sub> NO |
| 7                 | 97,8    | масло     | 0,52           | 78,68/78,71           | 9,69/9,72 | 5,39/5,40 | C <sub>17</sub> H <sub>25</sub> ON |
| 8                 | 94,6    | 86–7      | 0,54           | 78,72/78,71           | 9,75/9,72 | 5,41/5,40 | C <sub>17</sub> H <sub>25</sub> ON |
| 9                 | 98,3    | 111–12    | 0,37           | 78,68/78,71           | 9,69/9,72 | 5,43/5,40 | C <sub>17</sub> H <sub>25</sub> ON |

Пространственное строение синтезированных соединений (**5–12**) и их производных установлено нами на основании данных ИК-, ПМР-спектроскопии [2, 3].

Изучение ИК и ПМР спектров полученных спиртов показывает, что каталитическое восстановление соответствующих индивидуальных этинилазациклодеканолов (**1–3**) осуществляется без изменения конфигурации исходного соединения. На отсутствие тройной связи в виниловых спиртах (**4–6**) указывают химические сдвиги протонов винильной группы в области 5,19–6,32 м.д. В спектрах ПМР этиловых спиртов (**7–9**) в области 0,84–0,92 м.д. наблюдаются сигналы протонов метильной группы, а в области 1,50–1,69 м.д. – сигналы характерные метиленовой группе.

#### Экспериментальная часть

**Стереизомерные 2-фенил-4-винил-4-оксидагидрохинолины (4–6)** были получены из соответствующих 4-этинил-4-оксидагидрохинолинов (**1–3**) гидрированием на смешанном катализаторе (0,25 % Pd – 2 % Zn(OH)<sub>2</sub> – 0,025 Pb(OH)<sub>2</sub>), нанесенном на карбонат кальция. Растворитель абсолютный этанол (30 мл). Температура опыта – 25 °С. Перед гидрированием катализатор насыщался водородом в течение 1 часа. После поглощения 1 моля водоро-

да гидрирование прекращали, катализатор отфильтровали и многократно промывали этанолом. Фильтрат после удаления растворителя кристаллизовали до постоянной температуры плавления из эфира.

**Стереизомерные 2-фенил-4-этил-4-оксидагидрохинолины (7–9)** получали полным каталитическим гидрированием соответствующих ацетиленовых спиртов (**1–3**) в безводном спирте в присутствии 3 %-ного палладиевого катализатора (Pd/C) и скелетного никелевого катализатора. После окончания реакции целевые продукты выделяли, как описано выше.

Выходы и физико-химические характеристики синтезированных 4-винил – и 4-этилпроизводных аминоспиртов (**4–9**) приведены в таблице.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жилкибаев О.Т., Пралиев К.Д., Соколов Д.В. Стереохимия азотистых гетероциклов. 71. Стереохимия этилирования *транс*-изомеров 2-фенил-4-кетоксидагидрохинолина // Изв. АН КазССР. Сер. хим. – 1987. – № 1. – С. 68–73.
2. Клепикова С.Г., Красномолова Л.П., Агашкин О.В., Жилкибаев О.Т., Пралиев К.Д., Соколов Д.В. Пространственное строение стереоизомеров 2-фенил-4-этинилдекагидрохинолин-4-ола // ХГС – 1986. – № 8. – С. 1107–1110.
3. Demarco P.V., Parkas E., Doddrell D. et al. Pyridine induced solvent shifts in the nuclear magnetic resonance spectra of hydroxylic compounds // J. Amer. Chem. Soc. – 1968. – Vol. 90. – P. 5480–5486.

УДК 547.314.2'822:633.11'41

# СИНТЕЗ 1-МЕТИЛ-4-[3-(НАФТИЛОКСИ)ПРОП-1-ИН-1-ИЛ] ПИПЕРИДИН-4-ОЛОВ И ИХ РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ

<sup>1</sup>Жилкибаев О.Т., <sup>2</sup>Курманкулов Н.Б., <sup>1</sup>Шоинбекова С.А.

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы;

<sup>2</sup>Институт химических наук им. А.Б. Бектурова,  
Алматы, e-mail: zhilkibaevoral@mail.ru

Синтез новых потенциальных регуляторов роста растений KN-2 и АВ-2 осуществлен в три стадии. Исходные 3-(нафтокси)проп-1-ины получены взаимодействием соответствующего  $\alpha$ - или  $\beta$ -нафтола с бромистым пропаргилом. Перемешиванием эквимольной смеси нафтоксипропина с 1-метилпиперидин-4-оном – в условиях реакций Фаворского – получены 1-метил-4-[3-(нафт-1-илокси)проп-1-ин-1-ил]-пиперидин-4-ол (KN-2) и 1-метил-4-[3-(нафт-1-илокси)проп-1-ин-1-ил]-пиперидин-4-ол (АВ-2). Строение синтезированных соединений установили с помощью методов ИК- и ЯМР <sup>1</sup>Н спектроскопии. Определена рострегулирующая активность синтезированных нафтилоксипропиниловых пиперидолов, для этого пиперидолы переведены в водорастворимые соли. Проведены сравнительные испытания АВ-2, KN-2, акпинола и природных биолана и эмистима и определен эффект их действия на приживаемость проростков. Проведенные исследования показали, что биологическая активность испытанных соединений во многом зависит от концентрации и наилучшим регулятором роста отмечен KN-2.

**Ключевые слова:** нафтоксипропины, регуляторы роста растений

## SYNTHESIS OF 1-METHYL-4-[3-(NAPHTHOXIL)PROP-1-IN-1-YL]PIPERIDIN-4-OLS AND THEIR GROWHT REGULATOR ACTIVITY

<sup>1</sup>Zhilkibayev O.T., <sup>2</sup>Shoinbekova S.A., <sup>1</sup>Kurmankulov N.B.

<sup>1</sup>Kazahsky National University named after al-Farabi, Almaty;

<sup>2</sup>Institute of Chemical Sciences. AB Bekturov,  
Almaty, e-mail: Zhilkibaevoral@mail.ru

Synthesis of new potential plant growth regulators, KN-2 and AB-2 carried out in three stages. The initial 3 – (naphthoxi) prop-1-ols prepared by reacting the corresponding  $\alpha$ - or  $\beta$ -naphthol bromide propargilom. Naphthoxipropylene mixing equimolar mixture with 1-methylpiperidine-4-on – in terms of reactions Favorski – obtained 1-methyl-4-[3 – (naphth-1-yloxy) prop-1-yn-1-yl]-piperidin-4-ol (KN-2) and 1-methyl-4-[3 – (naphth-1-yloxy) prop-1-yn-1-yl]-piperidin-4-ol (AB-2). The structures of the synthesized compounds are found using the methods of IR and <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. Determined the activity of the synthesized growth regulatory naphthyloxilpropynyl piperidol for this piperidol transferred to the water-soluble salts. Comparative tests of AV-2, RNP-2, akpinola and natural biolan and emistima and determined the effect on the survival rate of seedlings. Studies have shown that the biological activity of tested compounds is largely dependent on the concentration and the best growth regulator is KN-2.

**Keywords:** naphthyloxilpropynyl piperidols, plant growth regulators

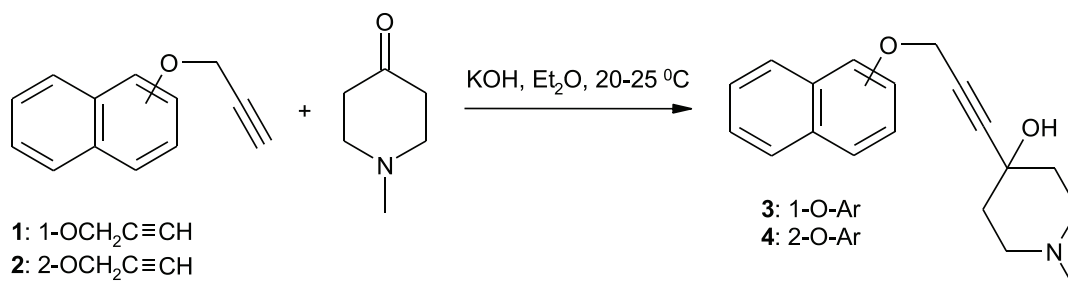
Проблема получения высоких и стабильных урожаев напрямую зависит от внедрения в сельское хозяйство новых передовых технологий и сортов основных сельскохозяйственных культур. Актуальным по-прежнему остается сбалансированная химизация сельского хозяйства. В условиях мирового продовольственного кризиса спрос на минеральные удобрения растет [1]. Другим важным резервом для повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции является применение регуляторов роста растений – природных или синтетических низкомолекулярных веществ, инициирующих при малых концентрациях существенные изменения жизнедеятельности растений [2]. В связи с этим нами осуществлен синтез, установлена структура и определена рострегулирующая актив-

ность новых нафтилоксипропиниловых пиперидолов.

Синтез новых потенциальных регуляторов роста растений **KN-2** и **АВ-2** осуществлен в три стадии. На первой стадии получены исходные 3-(нафтокси)проп-1-ины **1**, **2** взаимодействием соответствующего  $\alpha$ - или  $\beta$ -нафтола с бромистым пропаргилом в среде ацетона в присутствии поташа. После отгонки ацетона на ротаторном испарителе и соответствующей обработки остатка получены с высокими выходами соответствующие нафтоксипропины **1** и **2**. Для очистки 1-(проп-2-ин-1-илокси)нафталина **1** достаточным является однократное пропускание сырого продукта через колонку с оксидом алюминия, а 2-(проп-2-ин-1-илокси)нафталин **2** получается с удовлетворительной чистотой при однократной перекристаллизации из гексана.

Полученные нафтоксипропины использованы в синтезе третичных ацетиленовых

пиперидолов **3** и **4**. Реакцию проводили по Фаворскому [3] по следующей схеме:



Перемешиванием эквимольной смеси нафтоксипропина с 1-метилпиперидин-4-оном в течении 8–10 ч и последующей обработкой реакционной смеси получены 1-метил-4-[3-(нафт-1-илокси)проп-1-ин-1-ил]пиперидин-4-ол **3** и 1-метил-4-[3-(нафт-1-илокси)проп-1-ин-1-ил]-пиперидин-4-ол **4** с высокими выходами.

Для проведения испытаний на рострегулирующую активность синтезированные пиперидолы переведены в водорастворимые гидрохлориды **3·HCl** (**KN-2**) и **4·HCl** (**AB-2**).

Строение синтезированных соединений установили с помощью методов ИК- и ЯМР <sup>1</sup>H спектроскопии. Первичное установление структур нафтоксипропинов можно сделать на основании ИК-спектров. Наиболее характеристичными полосами поглощения в ИК-спектрах терминальных ацетиленов являются полосы поглощения колебаний ацетиленовой C≡C– и ≡C–H-связей в области 2100 и 3300 см<sup>–1</sup> [4].

Узкий интенсивный пик при 3292 см<sup>–1</sup> и пик слабой интенсивности при 2123 см<sup>–1</sup> указывает на наличие в соединении ≡C–H– и C≡C-групп. Остальные полосы поглощения ν<sub>max</sub> 3053, 1581, 1508 см<sup>–1</sup> характерны для ароматических соединений, в данном случае для нафталинового кольца и полоса поглощения при 1099 см<sup>–1</sup> характеризует наличие простой эфирной связи. ИК-спектр пропина **2** имеет аналогичный вид

и характеризуется следующими полосами поглощения ν<sub>max</sub> (KBr)/см<sup>–1</sup>: 3312, 3064, 1512, 1600, 1120. Следует отметить, что высокая информативность ИК-спектров α- и β-нафтоксипропинов, а именно интенсивный узкий пик при ≈ 3300 см<sup>–1</sup>, позволяет судить о протекании реакции присоединения по карбонильной группе: в третичных ацетиленовых спиртах этот узкий интенсивный пик исчезает и вместо него появляется широкая полоса поглощения, характерная для гидроксильной группы.

Однозначный ответ о структуре соединений **1** и **2** дают данные ЯМР <sup>1</sup>H спектров. Наличие сигналов химического сдвига в виде триплета при 2,52 м.д. (1 H, т, J 2,7 Гц, ≡CH) характерного для пропаргильного ацетиленового протона, дублета при 4,76 м.д. (2 H, д, J 2,7 Гц, OCH<sub>2</sub>C≡) относящегося к протонам оксиметиленовой группы и сигналов протонов нафталинового цикла в области 7,14–7,76 (7 H, м, Ar–H) доказывают структуру пропинов.

Строение пиперидолов **3** и **4** также доказано с помощью данных спектров ИК- и ЯМР <sup>1</sup>H. Данные по значениям химических сдвигов протонов сведены в таблицу. Наиболее важными для установления протекания реакции Фаворского в спектрах ЯМР <sup>1</sup>H является отсутствие сигнала терминального ацетиленового протона и синглет оксиметиленовых протонов.

Значения химических сдвигов протонов пиперидолов **3** и **4**

| Соединение | H при C <sup>2</sup> и C <sup>6</sup> |      | H при C <sup>3</sup> и C <sup>5</sup> |      | OCH <sub>2</sub> | N-CH <sub>3</sub> | Ar-H      |
|------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------|------------------|-------------------|-----------|
| 3          | 2,37                                  | 2,37 | 1,81                                  | 1,81 | 4,80             | 2,07              | 6,83–7,67 |
| 4          | 2,54                                  | 2,24 | 1,86                                  | 1,81 | 4,83             | 2,13              | 7,14–7,77 |

В самой слабопольной области спектра резонируют протоны нафталинового радикала при 7,14–7,77 м.д. в виде мультиплетов, синглет при 4,83 м.д. относится к оксиметиленовым протонам, протоны пиперидинового цикла резонируют при 1,81–2,54 м.д. в виде неразрешенных мультиплетов и синглет при 2,13 м.д. характеризует наличие метильных протонов при

атоме азота. Протон гидроксильной группы резонирует при 2,80 м.д. в виде характерного для гидроксильных протонов уширенного синглета.

В целях повышения приживаемости проростков растений регенерантов картофеля в качестве стимулятора роста использовали синтетические **AB-2**, **KN-2**, акпинол и природные биолан и эмистим [5]. Прове-

дены сравнительные испытания и определен эффект их действия на приживаемость проростков в пластиковых стаканчиках с почвосмесью. Контролем служили не обработанные микрочеренки, а в качестве сравнения брали янтарную кислоту, которая используется для обработки с целью повышения приживаемости растений.

Показано, что наиболее высокая приживаемость проростков картофеля отмечена при обработке эмистимом (100%), **KN-2** (100%) и биоланом (92%). Пробирочные растения в количестве 1400 штук были высажены в теплицу. Вес клубней линий, обработанных препаратами был выше, чем у контрольных вариантов. Изучение средних показателей урожайности перспективных линий и стандартного сорта «Аксор» показало, что линии и сорта, обработанные стимуляторами показали прибавку урожая. При этом наилучшие результаты получены при использовании препаратов **AB-2**, **KN-2**, биолан и эмистим.

Таким образом, при получении безвирусных растений-регенерантов картофеля были испытаны различные препараты биостимуляторов роста растений. Показано, что препараты **AB-2**, **KN-2**, биолан и эмистим показали высокую эффективность при переносе пробирочных растений в условия грунта, оказали положительный эффект на их приживаемость, повлияли на морфологические показатели (высота растений, стебле-, листообразование и количество

междоузлий), что коррелировало с формированием подземной части растений-клубней. Показано эффективное влияние данных биостимуляторов роста на показатели урожайности.

Проведенные лабораторные исследования показали, что биологическая активность испытанных соединений во многом зависит от концентрации. Наилучшим регулятором роста отмечен **KN-2** в концентрации 10 мг/л. Апробированные на фасоли регуляторы роста в оптимальной концентрации могут быть использованы в полевых условиях.

Таким образом, осуществлен синтез, установлено строение методами ИК- и ЯМР-спектроскопии и показана высокая рострегулирующая активность новых нафтоксипропилиновых пиперидолов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев В. Катализаторы химического кластера // Казахстанская правда. – 10.10.2008.
2. Пономаренко С.П. Регуляторы роста растений. – Киев, 2003. – 319 с.
3. Ержанов К.Б., Курманкулов Н.Б., Жилкибаев О.Т., Клоконос Н.П., Сотникова В.В. Гидрохлорид 1-метил-4-гидрокси-4-(3-(2-нафтокси)проп-1-инил)пиперидина обладающий рострегулирующей активностью // Предпатент РК № 16430. – 2005. – Бюл. № 11.
4. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектрологии в органической химии. – М.: МГУ, 1979. – 240 с.
5. <http://www.agrobiotech.com.ua/ru/> (дата обращения: 30.03.2011).



УДК 548.1

# СТРУКТУРНЫЙ СИНЕРГИЗМ В ГЕТЕРОГЕННЫХ ИОНПРОВОДЯЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Иванов В.В.

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),  
Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru

Представлены возможные синергические модели катионной проводимости в некоторых типах двухкомпонентных гетерогенных неорганических систем. В качестве примера применимость синергической модели для расчета ионной проводимости проанализирована для гетерогенной системы  $\text{RbAg}_4\text{I}_5 - \text{AgI}$ .

**Ключевые слова:** ионный проводник, структурная разупорядоченность катионов, синергическая модель, катионная проводимость, гетерогенная система

## STRUCTURAL SINERGISM INTO HETEROGENEOUS IONIC CONDUCTING INORGANIC MATERIALS

Ivanov V.V.

South-Russian State Technical University, Novocherkassk Polytechnic Institute,  
Novocherkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru

The possible synergic models of the cationic conductivity into some types of the two-component heterogeneous inorganic systems were presented. For example, the application of synergic model for ionic conductivity calculation into heterogeneous system  $\text{RbAg}_4\text{I}_5 - \text{AgI}$  was analyzed.

**Keywords:** ionic conductor, structural cationic disordering, synergic model, cationic conductivity, heterogeneous system

Известно, что свойства гетерогенных систем не всегда могут быть описаны с помощью аддитивных моделей. В частности, ионная проводимость двухкомпонентной гетерогенной системы может быть существенно выше, чем это следует из закона аддитивности [1]. В этом случае говорят о синергизме свойств компонентов системы. В качестве одной из компонентов гетерогенной системы может быть представитель структурного семейства суперионных проводников, изоструктурных высокотемпературной модификации  $\alpha\text{-RbAg}_4\text{I}_5$ , например проводник по иону одновалентной меди состава  $\text{MCu}_4\text{Br}_{3+x}\text{I}_{2-x}$ , кристаллизующийся в соответствующей тройной системе  $\text{MI}-\text{CuBr}-\text{CuI}$  ( $\text{M}-\text{Rb}, \text{K}$ ) [2-8].

В этом случае вторая ионопроводящая компонента подбирается из химически родственной системы  $\text{CuBr}-\text{CuI}$ .

Приведем результаты сравнительного анализа эффектов синергизма ионной проводимости, которые формально возможны в слоистых, стержневых и квазиоднородных ионопроводящих гетерогенных системах. В таблице представлены аддитивные и синергические модели ионной электропроводности некоторых двухкомпонентных гетерогенных систем с разным характером распределения компонентов и определенным соотношением их индивидуальных характеристик электропроводности  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  [9-11].

Возможные аддитивные и синергические модели ионной электропроводности в двухкомпонентных гетерогенных системах

| Характер распределения компонентов и упорядочение их по отношению к нормали поверхности <b>n</b> |                        | Аддитивная модель $\sigma_{add}$                     | Синергическая модель $\sigma_{syn} = \sigma_{add} + \Delta\sigma$                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Слоистый                                                                                         | $\parallel \mathbf{n}$ | $\sigma_2 + \alpha (\sigma_1 - \sigma_2)$            | $\sigma_{add} + \delta_{11}\sigma_1 + \delta_{22}\sigma_2$                                       |
|                                                                                                  | $\perp \mathbf{n}$     | $\sigma_2 [1 - \alpha (1 - \sigma_2/\sigma_1)]^{-1}$ | $\sigma_{add} + \delta_{11}\sigma_1 + \delta_{22}\sigma_2 + \delta_{12}(\sigma_1 - \sigma_2)$    |
| Стержневой                                                                                       | $\parallel \mathbf{n}$ | $\sigma_2 + \alpha' (\sigma_1 - \sigma_2)$           | $\sigma_{add} + \delta'_{11}\sigma_1 + \delta'_{22}\sigma_2$                                     |
|                                                                                                  | $\perp \mathbf{n}$     | $\sigma_2 [1 - \alpha (1 - \sigma_2/\sigma_1)]^{-1}$ | $\sigma_{add} + \delta_{11}\sigma_1 + \delta_{22}\sigma_2 + \delta_{12}(\sigma_1 - \sigma_2)$    |
| Однородный                                                                                       |                        | $\sigma_2 + \alpha' (\sigma_1 - \sigma_2)$           | $\sigma_{add} + \delta'_{11}\sigma_1 + \delta'_{22}\sigma_2 + \delta'_{12}(\sigma_1 - \sigma_2)$ |

Примечания:  $\alpha' = \alpha - (1-\alpha)\alpha_{tp}$ , где  $\alpha_{tp}$  – порог протекания,  $\alpha$  – объемная доля фазы 1 в двухкомпонентной гетерогенной системе.

Установлено, что степень нелинейности синергических моделей  $\sigma_{\text{syn}} = \sigma_{\text{add}} + \Delta\sigma$  (т.е. величина отклонения от аддитивной модели  $\Delta\sigma$ ) усиливается в ряду гетерогенных систем слоистые – стержневые – однородные.

Рассмотрим более детально возможное влияние межслоевых и межкристаллитных взаимодействий на величину ионной проводимости гетерогенной системы из двух

компонентов (фаз) со слоистым характером распределения, перпендикулярным по отношению к нормали к поверхности материала.

Возможные относительные синергические эффекты в результате взаимодействия нанослоев одинаковых ( $\delta_{11}$ ,  $\delta_{22}$ ) или разных ( $\delta_{12}$ ) фаз могут быть представлены следующим образом [9]:

$$\delta_{11} = \alpha^2 \delta_1, \delta_{22} = (1 - \alpha)^2 \delta_2, \delta_{12} = 4\alpha(1 - \alpha)\delta, \delta'_{11} = [(1 + \alpha_{\text{tp}})\alpha - \alpha_{\text{tp}}]^2 \delta_1, \\ \delta'_{22} = (1 + \alpha_{\text{tp}})^2 (1 - \alpha)^2 \delta_2, \delta'_{12} = 4[(1 + \alpha_{\text{tp}})\alpha - \alpha_{\text{tp}}](1 + \alpha_{\text{tp}})(1 - \alpha)\delta.$$

Здесь: величина  $\delta_i = \omega_i b_i (r_i/R_i)$  для  $i = 1$  или 2,  $\omega_i$  – доля взаимодействующих нанослоев микрокристаллов  $i$ -й фазы,  $b_i$  – параметр, учитывающий особенности формы кристаллитов  $i$ -й фазы,  $(r_i/R_i)$  – соотношение между толщиной взаимодействующего нанослоя  $i$ -й фазы и характеристическим размером кристаллитов этой же фазы.

В соответствии с результатами работы [10] для гетерогенных систем с существенно разными значениями электропроводности ( $\sigma_1 \gg \sigma_2$ ) без учета эффекта синергизма слоев ионная проводимость представляется следующим образом:

$$\sigma_{\text{ГС}} = \sigma_1^{\alpha'} \sigma_2^{(1-\alpha')},$$

$$(\alpha' + \delta'_{12} + \delta'_{11}) = 1,553\alpha - 0,238\alpha^2 - 0,263;$$

$$(1 - \alpha' - \delta'_{12} + \delta'_{22}) = 1,228 + 0,396\alpha^2 - 1,685\alpha.$$

В соответствии с [11] для гетерогенных систем с приблизительно одинаковыми значениями электропроводности без учета эффекта синергизма слоев ионная проводимость представляется так:

$$\sigma_{\text{ГС}} = \sigma_1^{\alpha} \sigma_2^{(1-\alpha)},$$

а с учетом эффекта синергизма

$$\sigma_{\text{ГС}} = \sigma_1^{(\alpha + \delta_{12} + \delta_{11})} \sigma_2^{(1 - \alpha - \delta_{12} + \delta_{22})},$$

$$\sigma_{\text{ГС}} T^{(\alpha + \delta_{12} + \delta_{11})} = A_1^{(\alpha + \delta_{12} + \delta_{11})} A_2^{(1 - \alpha - \delta_{12} + \delta_{22})} \exp[-0,102(\alpha + \delta_{12} + \delta_{11})/kT],$$

в котором величины постоянных и функциональные зависимости могут быть представлены следующим образом:

$$A_1 = 4740 \text{ СмК/см}; A_2 = 8910 \text{ СмК/см};$$

$$(\alpha + \delta_{12} + \delta_{11}) = 1,22\alpha - 0,165\alpha^2;$$

$$(1 - \alpha - \delta_{12} + \delta_{22}) = 1,055 + 0,0275\alpha^2 - 1,33\alpha.$$

Результаты расчета, полученные в соответствии с этими моделями, удовлетвори-

а с учетом эффекта синергизма

$$\sigma_{\text{ГС}} = \sigma_1^{(\alpha' + \delta'_{12} + \delta'_{11})} \sigma_2^{(1 - \alpha' - \delta'_{12} + \delta'_{22})}.$$

Здесь значения возможных относительных синергических эффектов определяются так:

$$\delta'_{11} = (\alpha')^2 \delta_1; \delta'_{22} = (1 - \alpha')^2 \delta_2;$$

$$\delta'_{12} = 4\alpha'(1 - \alpha')\delta.$$

В частности, для системы  $\text{RbAg}_4\text{I}_5 - \text{AgI}$  ( $\sigma_1 = 0,32 \text{ См/см}$ ,  $\sigma_2 = 10^{-3} \text{ См/см}$ ) в интервале концентраций  $\alpha$  от 0 до 0,50 при температуре 300 К могут быть использованы следующие функциональные зависимости:

$$\delta_{11} = \alpha^2 \delta_1; \delta_{22} = (1 - \alpha)^2 \delta_2;$$

$$\delta_{12} = 4\alpha(1 - \alpha)\delta.$$

Для системы  $\text{RbAg}_4\text{I}_5 - \text{AgI}$  ( $\sigma_1 = 1 \text{ См/см}$ ,  $\sigma_2 = 1,1 \text{ См/см}$  при 425 К) зависимость электропроводности от температуры с учетом синергизма описывается уравнением

тельно описывают опубликованные ранее экспериментальные данные для гетерогенной системы  $\text{RbAg}_4\text{I}_5 - \text{AgI}$  [12].

Разработанные синергические модели могут быть успешно использованы для описания и интерпретации экспериментальных данных в других аналогичных гетерогенных ионопроводящих системах типа суперионный проводник – ионный проводник или суперионный проводник – ионный диэлектрик.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов-Шич А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 695 с.
2. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
3. Иванов В.В. Прогнозирование неорганических суперионных проводников с проводимостью по катиону одновалентной меди: дис. ... канд. хим. наук. – Свердловск, 1986. – 135 с.
4. Иванов В.В., Коломеец А.М. Прогнозирование состава твердых электролитов на основе галогенидов меди // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1987. – Т. 23, № 3. – С. 501–505.
5. Иванов В.В., Коломеец А.М., Выборнов В.Ф., Швецов В.С. Суперионный проводник  $\text{RbCu}_4\text{Br}_3\text{I}_2$  и твердые растворы на его основе // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1988. – Т. 24, № 2. – С. 299–302.
6. Иванов В.В., Коломеец А.М., Швецов В.С. Суперионные проводники  $\text{KCu}_4\text{Br}_3 + x\text{I}_2$  // Электрохимия. – 1990. – Т. 26, № 2. – С. 183–185.
7. Иванов В.В., Швецов В.С. Проводники  $\text{NH}_4\text{Cu}_4\text{Br}_3 + x\text{I}_2$  с быстрым переносом ионов меди // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1990. – Т. 26, № 8. – С. 1734–1736.
8. Иванов В.В. Суперионный проводник  $\text{Cu}_4\text{Rb}_0,5\text{K}_0,5\text{Br}_3\text{I}_2$  // Неорганические материалы. – 1992. – Т. 28, № 1. – С. 220–221.
9. Ivanov V.V. Correlation between monocrystal and polycrystal ionic conductivity in some solid electrolytes / Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике: мат. V Междунар. науч.-практ. конф. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. – С. 15–16.
10. Ivanov V.V., Voronkov D.V., Marchenko S.I. The synergism model of interaction crystalline nanolayers of the solid electrolytes with essentially different conductivity into heterogeneous systems / Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике: мат. V Междунар. науч.-практ. конф. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. – С. 17–18.
11. Ivanov V.V., Marchenko S.I., Voronkov D.V. The synergism model of interaction crystalline nanolayers of the solid electrolytes with approximately identical conductivity into heterogeneous systems / Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике: мат. V Междунар. науч.-практ. конф. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. – С. 16–17.
12. Укше А.Е., Вакуленко А.М., Букун Н.Г., Атовмян Л.О. Граничные эффекты в распределенных структурах с твердыми электролитами // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 265. – № 4. – С. 921–924.

УДК 548.1

# СТРУКТУРНАЯ РАЗУПОРЯДОЧЕННОСТЬ И МЕЖМОДУЛЬНЫЙ СИНЕРГИЗМ В КАТИОНПРОВОДЯЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

**Иванов В.В.**

*Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),  
Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru*

Проанализированы суперионные и ионные проводники со структурной разупорядоченностью катионов  $\text{Cu}^+$  и щелочных металлов. Представлены также возможные синергические модели катионной проводимости в некоторых возможных гибридных структурах.

**Ключевые слова:** ионный проводник, структурная разупорядоченность катионов, синергическая модель, катионная проводимость, гибридная структура

## STRUCTURAL DISORDERING AND INTERMODULAR SINERGISM INTO CATIONIC CONDUCTING INORGANIC MATERIALS

**Ivanov V.V.**

*South-Russian State Technical University, Novocherkassk Polytechnic Institute,  
Novocherkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru*

Some superionic and ionic conductors with structural disordering of  $\text{Cu}^+$  and halide metals cations were analyzed. The possible synergic models of the cationic conductivity into some possible hybrid structures were presented, too.

**Keywords:** ionic conductor, structural cationic disordering, synergic model, cationic conductivity, hybrid structure

Прогнозирование новых веществ, обладающих высокой ионной проводимостью – одно из актуальных направлений научных исследований в химии твердого тела. Для этой цели все чаще используют теоретические методы структурно-топологического анализа известных структур ионных проводников, методы молекулярно-динамического и квантово-химического моделирования систем с ионной и даже с суперионной проводимостью [1].

С учетом необходимых условий существования катионного проводника (наличия сетки структурных каналов и динамической структурной разупорядоченности определенных катионов) в [2] выведены двенадцать классов катионопроводящих структур. По величине мерности сетки структурных каналов данные классы распределяются следующим образом: 4 класса – с одномерной сеткой, 3 класса – с двумерной сеткой и 5 классов – с трехмерной сеткой структурных каналов. Все структурные типы этих двенадцати классов основаны на соответствующих базовых совокупностях атомов, которые могут быть получены из комбинаций тетраэдров, октаэдров или тригональных призм. Методом комбинаторного моделирования автором монографии [2] определены наиболее вероятные катионопроводящие структурные типы веществ, производные от кубической плотнейшей упаковки атомов. В том числе такие структурные типы как тип  $\alpha\text{-Ag}_4\text{RbI}_5$  и некоторые известные тетраэдрические структурные типы состава  $\text{A}_3\text{B}^{\text{V}}\text{X}_4$ , где

A – металлы I группы,  $\text{B}^{\text{V}}$  – некоторые переходные металлы V группы, X – O, S, Se, Te. Теоретические данные, опубликованные в монографии [2], практически полностью соответствуют полученным ранее результатам экспериментальных исследований ионных проводников с проводимостью по катионам  $\text{Cu}^+$  [3–10] и катионам щелочных металлов [11–19].

### Ионные проводники со структурной разупорядоченностью катионов

Основные принципы формирования структур кристаллов со структурно чувствительными свойствами известны, в частности, по материалам работ [1, 2]:

- 1) принцип максимальной компактности структур;
- 2) принцип фрагментарности строения веществ;
- 3) принцип доминирования геометрического фактора в формировании структур;
- 4) принцип образования специфического структурного состояния, определяющего диагностическое свойство вещества.

В соответствии с этими принципами в [2, 5, 6] разработаны методики прогнозирования состава и электропроводности неорганических катионных проводников с определенной кристаллической структурой. Прогнозирование состава проводилось по функциональным кристаллохимическим критериям, учитывающим индивидуальные геометрические характеристики структурных элементов – атомов и характеристики их динамической структурной разупорядо-

ченности в заданной системе структурных каналов (числа заполнения катионами неэквивалентных кристаллографических позиций).

В качестве специфического состояния катионного проводника при формировании модели расчета его электропроводности может быть использовано состояние структурной разупорядоченности [2]. Оно характеризуется заселением разными сортами атомов идентичных кристаллографических позиций или частичным заселением атомами определенных кристаллографических позиций в статическом или динамическом вариантах проявления.

Динамическая структурная разупорядоченность реализуется в структурах, которые имеют сеть взаимно пересекающихся структурных каналов с частичным заселением их подвижными атомами определенного сорта. Ионные проводники, описанные в работах [3–19], обладают трехмерной сеткой подобных структурных каналов – каналов проводимости и динамической структурной разупорядоченностью однозарядных катионов определенного сорта.

Возможные слоистые структуры из разнотипных ионопроводящих слоев можно считать гибридными структурами. Ионная проводимость таких структур иногда может существенно отличаться от проводимости каждой из структурных компонент в отдельности за счет возможного эффекта их синергизма. Рассмотрим формальный аспект структурного синергизма в вероятных гибридных структурах.

### Структурный синергизм в вероятных гибридных структурах

В соответствии с принципом модулярного строения [20] структура кристаллов любого типа может быть представлена с помощью неизолированных компактных структурных модулей, состав которых соответствует составу одной формульной единице вещества. В результате последующего комбинаторного модулярного дизайна [21–24] может быть получено некоторое многообразие модулярных структур, отличающихся позиционным и ориентационным упорядочением одних и тех же модулей в кристаллическом пространстве. Физические и физико-химические свойства этих модулярных структур приблизительно одинаковы, т.к. они состоят из идентичных

с кристаллохимической и энергетической точки зрения структурных единиц.

В случае, когда для дизайна модулярных структур используются структурно совместимые модули двух разных типов, образуются гибридные модулярные структуры. Факт их существования предполагает возможное изменение величины свойства гибридной структуры (отклонение от значения, которое может быть получено по одной из аддитивных полуэмпирических моделей). Рассмотрим схему построения качественной синергической модели для расчета некоторых свойств модулярных кристаллов с гибридными структурами.

Эффект межмодульного структурного синергизма в гибридных структурах может быть представлен в виде дополнительного члена, определяющего отклонение некоторого свойства  $P$  от значения, следующего из аддитивной модели [25]. При этом допускается, что  $P_i(R_i)$  – чувствительное к структурной характеристике  $R_i$  свойство, носителем которого является межслоевое пространство и ограничивающие его атомные слои в  $m_j$ -слоином блоке  $i$ -го типа, а  $n_i$  – количество блоков  $i$ -го типа в структурном коде, отражающем последовательность их чередования в пределах периода идентичности гибридной структуры. Величина

$$P_{ij}(R_i + R_j) = 0,5 (P_i(R_i) + P_j(R_j))$$

определена как дополнение к свойству  $P$ , связанное с учетом новых межслоевых пространств, образованных структурно совместимыми разнотипными блоками  $i$ -го и  $j$ -го типа,  $n = \sum_i n_i$  – общее количество блоков, учитываемых в структурном коде. Определено также некоторое дополнительное к свойству  $P$  новое свойство  $S$  гибридной структуры как результат принципиально другого качественного воздействия характеристик  $R_i$  и  $R_j$  окружающих межслоевых пространств в блоках  $i$ -го и  $j$ -го типов на интегральный структурный показатель междублочного пространства. Тогда величина нового свойства  $S(R_i \cap R_j)$  может быть представлена независимо от показателей  $P_i(R_i)$  и  $P_j(R_i + R_j)$  в виде

$$S = n \sum_{j \neq i} \sum_i S_{ij}(R_i \cap R_j), (n = \sum_i n_i).$$

В этом случае интегральное свойство  $P$  данной гибридной структуры можно представить следующим образом:

$$P = \sum_i n_i (m_i - 1) P_i(R_i) + n \sum_{j \neq i} \sum_i [\alpha P_{ij}(R_i + R_j) + (1 - \alpha) S_{ij}(R_i \cap R_j)],$$

где  $\alpha$  и  $(1 - \alpha)$  – соответствующие вклады свойств  $P_{ij}$  и  $S_{ij}$  в интегральное свойство  $P$ .

Ожидаемое изменение свойства  $P$  в виде

$$S_{12}(R_1 \cap R_2) \equiv S_k(\mathcal{R}_k)$$



определяется принципиально другой структурной характеристикой  $\mathcal{R}_k$ , которая может быть результатом объединенного воздействия всех слоевых фрагментов гибридной структуры на энергетику и особенности строения межблочного пространства.

Таким образом, в каждой гибридной модулярной структуре должен иметь место синергизм структурно совместимых модулей, сопровождающийся образованием принципиально новых структурных особенностей (принцип структурного синергизма). Эти особенности структуры могут привести к соответствующим изменениям чувствительного к ним свойства, которое учитывается с помощью дополнительного синергического члена. Отметим, что в данной модели в качестве структурночувствительного свойства может рассматриваться также и ионная проводимость.

### Заключение

Таким образом, проанализированы суперионные и ионные проводники со структурной разупорядоченностью катионов  $\text{Cu}^+$  и щелочных металлов. Показана формальная возможность образования ионнопроводящих гибридных структур, в качестве модулей которых являются разнотипные структурно совместимые слои.

В каждой гибридной модулярной структуре проявляется синергизм структурно совместимых модулей, сопровождающийся образованием принципиально новых структурных особенностей. Эти особенности структуры могут привести к соответствующим изменениям чувствительного к ним свойства, которое учитывается с помощью дополнительного синергического члена.

Разработанные синергические модели могут быть успешно использованы для описания и интерпретации экспериментальных данных в ионнопроводящих системах типа суперионный проводник – ионный проводник.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов-Шниц А.К., Мулин И.В. Ионика твердого тела. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 695 с.
2. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
3. Швецов В.С., Выборнов В.Ф., Иванов В.В. О составе соединения с высокой проводимостью в системе  $\text{RbCl-CuCl}$  // Электрохимия. – 1982. – Т.18, № 7. – С. 986–990.
4. Швецов В.С., Выборнов В.Ф., Иванов В.В., Коломеец А.М. Уточнение диаграммы состояния системы  $\text{RbCl-CuCl}$  и синтез твердого электролита  $\text{RbCu}_2\text{Cl}_3$  // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1984. – Т.20, № 8. – С. 1413–1415.
5. Иванов В.В. Прогнозирование неорганических суперионных проводников с проводимостью по катиону одновалентной меди: дис. ... канд. хим. наук. – Свердловск, 1986. – 135 с.
6. Иванов В.В., Коломеец А.М. Прогнозирование состава твердых электролитов на основе галогенидов меди // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1987. – Т.23, № 3. – С. 501–505.
7. Иванов В.В., Коломеец А.М., Выборнов В.Ф., Швецов В.С. Суперионный проводник  $\text{RbCu}_4\text{Br}_{312}$  и твердые растворы на его основе // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1988. – Т.24, № 2. – С. 299–302.
8. Иванов В.В., Коломеец А.М., Швецов В.С. Суперионные проводники  $\text{KCu}_4\text{Br}_3 + x\text{I}_2-x$  // Электрохимия. – 1990. – Т. 26, № 2. – С. 183–185.
9. Иванов В.В., Швецов В.С. Проводники  $\text{NH}_4\text{Cu}_4\text{Br}_3 + x\text{I}_2-x$  с быстрым переносом ионов меди // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1990. – Т.26, № 8. – С. 1734–1736.
10. Иванов В.В. Суперионный проводник  $\text{CuRb}_0,5\text{K}_0,5\text{Br}_{312}$  // Неорганические материалы. – 1992. – Т. 28, № 1. – С. 220–221.
11. Иванов В.В. Кристаллохимический анализ неорганических веществ по геометрическим  $w$ ,  $h$ -критериям как полужемпирический метод прогнозирования катионных проводников // Неорганические материалы. – 1992. – Т.28, № 3. – С. 665–667.
12. Иванов В.В., Скалозубов Д.М. Сложные халькогениды типа  $\text{Na}_3\text{MX}_4$  как перспективные ионные проводники // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1990. – Т. 26, № 7. – С. 1773–1775.
13. Иванов В.В., Скалозубов Д.М. Прогноз состава литий-проводящих сложных халькогенидов типа  $\text{Li}_3\text{MX}_4$  // Ионные расплавы и твердые электролиты. Киев, 1990. Вып. 5. С. 85–87.
14. Иванов В.В., Скалозубов Д.М. Методика поиска неорганических катионных проводников по геометрическим критериям // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1990. – Т. 26, № 11. – С. 2383–2388.
15. Иванов В.В., Скалозубов Д.М. Прогноз неорганических катионных проводников типа  $\text{A}_4\text{BX}_4$  по геометрическим критериям для  $\text{A}_3\text{BX}_4$  // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1991. – Т.27, № 12. – С. 2682–2684.
16. Иванов В.В. Анализ возможностей использования изоморфизма для получения неорганических катионных проводников // Неорганические материалы. – 1992. – Т.28, № 1. – С. 344–349.
17. Иванов В.В., Скалозубов Д.М. Анализ возможности существования литийсодержащих соединений, изоструктурных  $\text{Cu}_3\text{VS}_4$  // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1989. – Т.25, № 7. – С. 1205–1206.
18. Иванов В.В., Скалозубов Д.М. Прогноз неорганических катионных проводников  $\text{AaB}_8\text{-aX}_4$  ( $a = 2, 5, 6$ ) и  $\text{A}_7\text{B}_4\text{X}_4$  по геометрическим критериям для  $\text{A}_3\text{BX}_4$  // Неорганические материалы. – 1992. – Т.28, № 2. – С. 369–375.
19. Иванов В.В. Прогнозирование состава экологически безопасных неорганических веществ со структурночувствительными свойствами // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды. (Международ. выпуск) – Ростов/Д: РГАСХМ, 2001. – Вып.1. – С. 90–92.
20. Иванов В.В., Таланов В.М. Принцип модулярного строения кристаллов // Кристаллография. – 2010. – Т.55. – № 3. – С. 385–398.
21. Иванов В.В., Таланов В.М. Комбинаторный модулярный дизайн структур шпинеллоподобных фаз. // Физика и химия стекла. – 2008. – Т.34, № 4. – С. 528–567.
22. Иванов В.В., Таланов В.М. Структурно-комбинаторное моделирование одномерных соединений, включающих фрагмент шпинели // Известия АН СССР. Неорганические материалы. – 1991. – Т.27, № 11. – С. 2356–2360.
23. Иванов В.В., Таланов В.М. Структурно-комбинаторное моделирование двумерных соединений, включающих фрагмент шпинели // Известия АН СССР. Неорганические материалы. – 1991. – Т.27, № 11. – С. 2386–2390.
24. Иванов В.В., Таланов В.М. Мир шпинеллоидов // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естественные науки. – 1995. – № 2. – С. 38–43.
25. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Таланов В.М. Принцип синергизма в гибридных структурах кристаллов // Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике: материалы междунар. конф. – Новочеркасск: Лик, 2011. – С. 79–81.

УДК 549.322.21

**ПИРИТ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПАНИМБА»: СОСТАВ, ПРИМЕСНЫЕ АТОМЫ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА****Онуфриенко В.В.***Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: VOnufriynok@yandex.ru*

Методами микрозондового анализа (EPMA) исследовался пирит месторождения «Панимба» (Красноярский край). Произведен расчет плотности примесных атомов в структуре природного пирита с различным соотношением S/Fe в образцах. Плотность примесных атомов рассчитывалась отдельно по атомам примеси Co, Ni, Cu и Au. Исследовано распределение плотности атомов примеси от соотношения S/Fe в образцах. Показано, что плотность примесных атомов максимальна для пирита состава S/Fe = 1,98 и практически симметрично спадает при изменении содержания серы в образцах. Составы с соотношением S/Fe < 1,92 и S/Fe > 2,08 практически не содержат примесных атомов.

**Ключевые слова:** вакансии, точечные дефекты, золото, кристаллическая структура, пирит**PYRITE FROM THE «PANIMBA» DEPOSIT: COMPOSITION, IMPURITY ATOMS, DISTRIBUTION OF GOLD****Onufrienok V.V.***Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: VOnufriynok@yandex.ru*

On the basis of micro-probe analysis (EPMA) of the mineral composition pyrite deposit «Panimba» studied (Krasnoyarsk region). The calculation of the density impurity atoms into pyrite with different ratios of S / Fe in the samples was conducted. Density of impurity atoms separately for impurity atoms Co, Ni, Cu, and Au is calculated. The distribution of the density of impurity atoms on the ratio S/Fe in the samples it was found. Shown that the density of impurity atoms for pyrite of S/Fe = 1,98 is a maximum and almost symmetrically decreases at change of the sulfur content in the samples. Specimens composition of S/Fe < 1,92 and S/Fe > 2,08 virtually free of impurity atoms.

**Keywords:** cation vacancies, gold, point defects, crystal structure, gold, pyrites

Практически все природные минералы содержат в кристаллической структуре примесные атомы различной природы [2, 3]. В геологоразведочной практике на разных стадиях работ широко используются типоморфные признаки главных и примесных минералов руд для оценки уровня эрозионного среза месторождений, положения в рудном теле (фланг, центральное сечение, лежащий, висячий бок рудного тела или месторождения), степени промышленной рудоносности и других геометрических, технологических и экономических параметров по единичным наблюдениям. Относительно высокая концентрация примесных атомов в пирротине несомненно, отражается в типоморфизме минералов [6, 7]. Типоморфные свойства минералов, их парагенетические ассоциации определяются РТХ – параметрами их образования, однако, природные вариации количественных значений этих параметров зависят от многих факторов [1, 10] и изучены не в полной мере. Моделирование минералообразующих процессов на экспериментальном материале предполагает многочисленные ограничения в практическом использовании [1]. Поэтому косвенная связь концентраций золота в горных породах и рудах и типоморфных свойств сопутствующих минералов, выражающаяся сложными математическими уравне-

ниями, является объектом пристального внимания при количественном прогнозировании [2].

Геологическими исследованиями многочисленных золоторудных месторождений установлены ассоциирующие с золотом минералы, одним из которых и является пирит. Пирит с различной концентрацией примесных атомов, в том числе и золота, часто встречается в золотосодержащей руде. В золоторудных месторождениях золото часто связано с пиритом, как пространственно, так и в виде микроскопических включений в нём [6, 7]. Интерес представляет количественное сопоставление концентраций примесных атомов с процентным содержанием золота в пирите. На минералогическом признаке проведена типизация месторождений, однако качественная и количественная корреляция содержания золота в рудах с типоморфными свойствами минералов, а том числе пирита, исследована пока не достаточно. Эти вопросы в настоящее время приобретают особую актуальность в связи с расширением золотодобычи в стране, что требует переоценки известных месторождений, поиском и прогнозированием новых золотоносных объектов. Заметим, что кроме примесных атомов в структуре пирита встречаются катионные и анионные вакансии, искажающие кубическую структуру основной кристаллической матрицы, ино-

гда до триклинной симметрии [4]. Их влияние на свойства минералов также исследовано фрагментарно.

Пирит обычно представляется формулой  $\text{FeS}_2$  и обладает полупроводниковыми свойствами, однако на основе анализа результатов микрозондового анализа природного пирита, его состав практически всегда является нестехиометрическим, поэтому состав природного пирита лучше представлять химической формулой  $(\text{Fe}^{+2})_a(\text{S}_2)^{-2}_b$ , поскольку в образцах варьируется соотношение (S)/Fe даже в пределах одного месторождения [7].

Что касается условий его формирования, то они очень многообразны. Пирит встречается в гидротермальных рудных жилах, для него характерно образование в широком интервале температур – он встречается в пегматитах и в высокотемпературных постмагматических (пневматолитовых) месторождениях, иногда в зонах контактового метаморфизма. Кроме того, пирит в небольших количествах образуется при магматических процессах [4–9].

Пирит (серный колчедан) распространен преимущественно в виде сплошных масс, мелкозернистых агрегатов, прожилков, а в осадочных горных породах – желваков и стяжений различной формы. И обычно содержит изоморфные примеси кобальта и никеля, а также меди, золота и др. [3, 6–8]. Относительно высокая концентрация примесных атомов в структуре, несомненно, влияет на свойства самих этих соединений. Однако исследование этих свойств до настоящего времени недостаточно полно для решения проблем не только научного, но даже технического уровня. Поэтому актуальность исследований свойств примесных атомов в пирите очевидна.

В настоящем сообщении рассматриваются типоморфные кристаллохимические свойства пирита золоторудного месторождения «Панимба» в Енисейском крае (Красноярский край).

#### Цель исследования:

- проанализировать концентрацию точечные дефекты различной природы в структуре пирита месторождения «Панимба»;
- на основе алгоритма расчета примесных атомов, предложенного Онуфриенком [2], получить расчетные формулы плотности примесных атомов для структуры пирита и рассчитать плотности примесных атомов в пирите;
- на основе полученных численных значений плотности различного рода примесных атомов установить тенденции их преимущественного расположения в структуре образцов с различным соотношением S/Fe.

#### Материал и методы исследования

Исследовался пирит из участка Михайловский месторождения «Панимба» в Енисейском крае (Красноярский край, Россия). Химический состав изучаемых пиритинов определялся рентгеноспектральным методом (XRS) на установке «Camebax-Micro» в лаборатории микрозондового анализа СО РАН.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа различного рода примесных атомов в пирите необходимо рассмотреть его кристаллическую структуру. В структуре пирита атомы железа образуют ГЦК – подрешетку, а атомы S располагаются парами таким образом, что центры тяжести этих пар занимают середины ребер элементарной ячейки и ее центр. Структуру пирита можно рассматривать как структуру типа NaCl, в которой атомы Na замещены атомами Fe, а атомы Cl – парами атомов S. Оси «гантелей»  $\text{S}^2$  располагаются под углом к направлению (100) вдоль четырех тройных непересекающихся осей структуры. Параметр идеальной элементарной ячейки пирита  $a = 5,41 \text{ \AA}$ . Таким образом, пирит обладает кубической структурой, в которой анионы сформированы в двухвалентные гантели, состоящие из двух атомов серы [10]. Параметры элементарной ячейки пирита, по видимому, варьируются от концентрации примесных атомов, однако в литературе эта информация достаточно не отражена.

В табл. 1 представлены результаты микрозондового анализа природного пирита рудника «Михайловский» золоторудного месторождения «Панимба», а на рис. 1, 2 графически представлены результаты расчетов плотности примесных атомов в пирите.

Следует отметить, что исследования пирита, несмотря на их несомненную значимость, имеют более широкое значение и не ограничиваются только этим минералом. Формулу пирита можно представить в виде  $\text{AX}_2$ , где А могут обозначаться такие химические элементы, как Au, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Os, Pd, Pt, Ru. Под символом X в предложенной формуле могут быть As, Bi, S, Sb, Se, Te. Изоструктурная группа пирита в общем случае представляется пространственной группой  $\text{Pa}\bar{3}$  [10].

Результаты микрозондового анализа выражаются в массовых процентах, поэтому не подходят для анализа кристаллической структуры образцов в принципе. Атомы вес зависит от порядкового номера элемента, следовательно, результаты микрозондового анализа определяются двумя параметрами – плотностью примесных атомов в образце и их порядковым номером в таблице Менделеева, а для анализа структуры необходимо

знать только среднее значение примесных атомов на узле, т.е. плотность примесных атомов. Изложенное выше обосновывает необходимость дальнейшей математической обработки результатов микрозондового анализа и расчет плотности примесных атомов. Алгоритм требуемых вычислений основан на принципиальных моментах, изложенных в работе Онуфриенка [2] с учетом поправок на симметрию элементарной ячейки. Действительно, расчет в работе [2] плотности примесных атомов осуществлял-

ся по формулам, приемлемым только для структур с ячейкой гексагональной симметрии. Пирит относится к группе минералов с элементарной ячейкой кубической симметрии, поэтому необходимость коррекции расчетных формул, представленных в работе [2], очевидна. Вывод и детальный анализ расчетных формул в данной работе не представлен, поскольку это не отвечает основному содержанию работы и требует достаточно много места, однако принципы подхода и анализа те же, как и в работе [2].

Таблица 1

Результаты микрозондового анализа (EPMA) и результаты расчетов (\*) плотности примесных атомов в пирите

| S/Fe | Fe<br>мас. % | Au*<br>·10 <sup>-3</sup> | Au<br>мас. % | Cu*<br>·10 <sup>-3</sup> | Cu<br>мас. % | Co*<br>·10 <sup>-2</sup> | Co<br>мас. % | Ni*<br>·10 <sup>-2</sup> | Ni<br>мас. % |
|------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| 2,05 | 45,79        | 0,243                    | 0,040        | —                        | —            | 0,138                    | 0,068        | 0,163                    | 0,080        |
| 1,93 | 47,57        | 0,347                    | 0,057        | 0,284                    | 0,015        | 0,102                    | 0,050        | 0,309                    | 0,151        |
| 2,01 | 46,24        | 0,244                    | 0,040        | —                        | —            | 0,071                    | 0,035        | 0,016                    | 0,008        |
| 2,01 | 46,13        | 0,300                    | 0,049        | 0,589                    | 0,031        | 0,135                    | 0,066        | 0,111                    | 0,054        |
| 1,99 | 46,19        | 0,154                    | 0,025        | 0,382                    | 0,020        | 0,127                    | 0,062        | 0,221                    | 0,107        |
| 2,00 | 46,44        | 0,305                    | 0,050        | —                        | —            | 0,159                    | 0,078        | 0,114                    | 0,056        |
| 2,00 | 46,14        | 0,081                    | 0,013        | 0,954                    | 0,005        | 0,171                    | 0,083        | 0,159                    | 0,077        |
| 1,98 | 46,47        | 0,073                    | 0,012        | 0,190                    | 0,001        | 0,160                    | 0,078        | 0,092                    | 0,045        |
| 2,07 | 45,52        | 0,061                    | 0,010        | 0,756                    | 0,004        | 0,191                    | 0,094        | 0,366                    | 0,179        |
| 1,97 | 46,53        | 0,123                    | 0,020        | —                        | —            | 0,127                    | 0,062        | 0,134                    | 0,065        |
| 1,99 | 46,20        | 0,110                    | 0,018        | —                        | —            | 0,148                    | 0,072        | 0,172                    | 0,083        |
| 2,02 | 45,98        | 0,214                    | 0,035        | —                        | —            | 0,101                    | 0,049        | 0,014                    | 0,007        |
| 1,98 | 46,63        | 0,031                    | 0,005        | —                        | —            | 0,145                    | 0,071        | 0,156                    | 0,076        |
| 1,95 | 47,36        | 0,212                    | 0,035        | —                        | —            | 0,087                    | 0,043        | —                        | —            |
| 1,95 | 47,30        | 0,176                    | 0,029        | 0,132                    | 0,007        | 0,108                    | 0,053        | 0,401                    | 0,196        |
| 2,01 | 46,38        | 0,408                    | 0,067        | 0,189                    | 0,001        | 0,092                    | 0,045        | 0,037                    | 0,018        |
| 1,99 | 46,49        | 0,207                    | 0,034        | 0,322                    | 0,017        | 0,114                    | 0,056        | 0,024                    | 0,012        |
| 2,03 | 45,83        | 0,300                    | 0,049        | 0,209                    | 0,011        | 0,182                    | 0,089        | —                        | —            |
| 1,99 | 46,44        | 0,361                    | 0,059        | —                        | —            | 0,084                    | 0,041        | 0,022                    | 0,011        |
| 2,03 | 45,97        | 0,250                    | 0,041        | —                        | —            | 0,061                    | 0,030        | 0,014                    | 0,007        |
| 2,04 | 45,88        | —                        | —            | —                        | —            | 0,061                    | 0,030        | 0,079                    | 0,039        |
| 2,01 | 45,48        | 0,049                    | 0,008        | —                        | —            | 0,205                    | 0,099        | 1,053                    | 0,506        |
| 1,99 | 45,94        | 0,192                    | 0,031        | 0,346                    | 0,018        | 0,135                    | 0,065        | 0,179                    | 0,086        |
| 1,98 | 45,96        | 0,124                    | 0,020        | —                        | —            | 0,099                    | 0,048        | 0,271                    | 0,130        |
| 2,00 | 46,92        | 0,079                    | 0,013        | 0,281                    | 0,015        | 0,107                    | 0,053        | 0,081                    | 0,004        |
| 1,98 | 47,06        | 0,255                    | 0,042        | 0,753                    | 0,004        | 0,140                    | 0,069        | 0,043                    | 0,021        |
| 1,98 | 46,45        | 0,104                    | 0,017        | —                        | —            | 0,105                    | 0,051        | —                        | —            |
| 1,98 | 47,15        | 0,393                    | 0,065        | —                        | —            | 0,099                    | 0,049        | 0,012                    | 0,006        |
| 1,95 | 47,21        | 0,354                    | 0,058        | —                        | —            | 0,106                    | 0,052        | —                        | —            |
| 1,95 | 47,34        | 0,212                    | 0,035        | 0,132                    | 0,007        | 0,116                    | 0,057        | —                        | —            |
| 1,95 | 47,35        | 0,218                    | 0,036        | —                        | —            | 0,091                    | 0,045        | —                        | —            |
| 1,97 | 47,16        | 0,091                    | 0,015        | 0,188                    | 0,001        | 0,081                    | 0,040        | 0,016                    | 0,008        |
| 1,95 | 47,13        | —                        | —            | —                        | —            | 0,045                    | 0,022        | —                        | —            |
| 2,04 | 45,19        | —                        | 0,048        | 0,537                    | 0,028        | 0,563                    | 0,272        | 2,264                    | 1,090        |



На рис. 1 представлена расчетная плотность примесных атомов никеля и кобальта в пирите с различным соотношением железа и серы.

Вертикальные прямые на рис. 1 наглядно показывают, сколько образцов с одинаковым соотношением серы и железа имеют при-

месные атомы кобальта и никеля, и какова расчетная плотность этих примесей в образце. В дальнейшем изложении будем называть их изосоставными образцами. Отметим, что в изосоставных образцах плотность примесных атомов может отличаться как по величине, так и по типу атомов примеси.

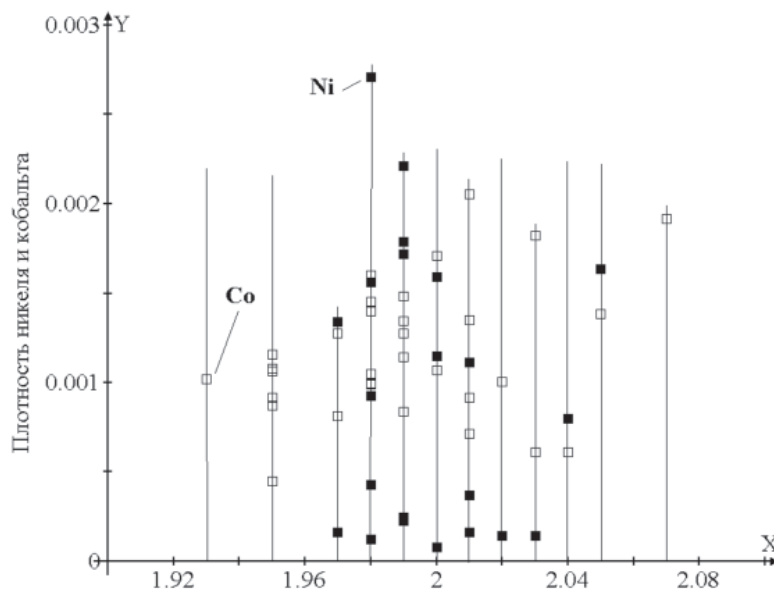


Рис. 1. Зависимость плотности кобальта и никеля от соотношения серы и железа в пирите месторождения «Панимба»

Анализ представленных на рис. 1 результатов математической обработки данных микрозондового анализа показывает, что максимальное число проб пирита, содержащих никель и кобальт, соответствует составу  $X = 1,98$  и  $1,99$ , однако суммарная плотность примесных атомов в образцах состава  $X = 1,98$  больше. Отсюда следует, что плотность примесных атомов максимальна для пирита состава  $S/Fe = 1,98$ . Плотность примесных атомов практически симметрично спадает при изменении содержания серы в образцах, однако область составов для примесных атомов никеля существенно уже ( $1,96 < S/Fe < 2,05$ ), чем для кобальта (рис. 1). Кобальт содержится в пирите в более широком интервале составов ( $1,92 < S/Fe < 2,08$ ). Это можно объяснить тем, что электронная оболочка и ионный радиус кобальта лучше, чем у никеля, совпадают с электронной оболочкой и с ионным радиусом железа (табл. 2). Отметим, что ионы железа в структуре пирита находятся в двухвалентном состоянии, а это значит, что и ионы примесных атомов никеля и кобальта также должны быть двухвалентными. Поскольку плотность атомов примесей максимальна для обедненного серой пирита (состав  $X = 1,98$ ), то это заставляет предпо-

лагать, что примесные атомы внедряются в вакантные катионные позиции в структуре пирита. В противном случае, при изоморфном замещении ионов железа атомами примеси, состав пирита становился бы менее железистым, а это не подтверждается экспериментально. Возможно, реализуются в структуре пирита оба рассмотренных процесса, однако первый, как косвенно доказывает эксперимент, преобладает. Отметим, что составы с соотношением  $S/Fe < 1,92$  и  $S/Fe > 2,08$  практически не содержат примесных атомов (рис. 1).

На рис. 2 вертикальные прямые демонстрируют количество изосоставных образцов с примесными атомами золота и меди, а так же какова расчетная плотность этих примесей в каждом образце.

Анализ представленных на рис. 2 результатов математической обработки данных микрозондового анализа показывает, что максимальное число проб пирита, содержащих золото и медь, соответствует составу  $S/Fe = 1,99$ . Можно заметить спад проб пирита, содержащих благородные металлы, для образцов стехиометрического состава ( $S/Fe = 2,00$ ) и последующий их рост для состава  $S/Fe = 2,01$ . Из рис. 2 видно, что больше количество проб пири-



та в образцах состава  $X = 1,99$ . Хотя число образцов (проб) пирита для состава  $S/Fe = 2,01$  несколько меньше, однако при сравнении суммарная плотность меди и золота для этих составов оказывается практически одинаковой. Отсюда следует, что суммарная плотность примесных атомов меди и золота максимальна в пирите, для которого выполняется соотношение  $S/Fe = 1,99$  и  $S/Fe = 2,01$ . Симметричность двух максимумов относительно стехиометрического состава можно объяснить тем, что золото может иметь степень окисления не только  $+1$  (табл. 2), но также и  $-1$  (например, в ауридах  $CsAu$  или  $Na_3Au$ ). Это свойство атомов золота позволяет занимать

в структуре пирита не только катионные вакантные позиции, но также и анионные, что и проявляется в наличии двух максимумов на рис. 2. Плотность примесных атомов справа и слева от этих двух максимумов практически симметрично спадает при изменении содержания серы в образцах. Золото и медь содержится в пирите практически в одинаковом интервале составов ( $1,92 < S/Fe < 2,08$ ), однако плотность меди в образцах достигает больших величин, чем плотность золота. Это можно объяснить тем, что электронная оболочка и ионный радиус меди лучше, чем у золота, совпадают с электронной оболочкой и с ионным радиусом железа (табл. 2).

Таблица 2

Ионный радиус и электронная оболочка ионов примеси

|    |                   |    |                       |           |          |
|----|-------------------|----|-----------------------|-----------|----------|
| He | $1s^2$            | Ni | $[Ar]3d^84s^2$        | $Cu^{2+}$ | 0,073 нм |
| Ne | $[He]2s^22p^6$    | As | $[Ar]3d^{10}4s^24p^3$ | $Fe^{2+}$ | 0,078 нм |
| S  | $[Ne]3s^23p^4$    | Kr | $[Ar]3d^{10}4s^24p^6$ | $Fe^{3+}$ | 0,064 нм |
| Ar | $[Ne]3s^23p^6$    | Sb | $[Kr]4d^{10}5s^25p^3$ | $Co^{2+}$ | 0,074 нм |
| Cu | $[Ar]3d^{10}4s^1$ | Ag | $[Kr]4d^{10}5s^1$     | $Au^{2+}$ | 0,126 нм |
| Fe | $[Ar]3d^64s^2$    | Xe | $[Kr]4d^{10}5s^25p^6$ | $Ni^{2+}$ | 0,069 нм |
| Co | $[Ar]3d^74s^2$    | Au | $[Xe]5d^{10}6s^1$     | $S^{2-}$  | 0,184 нм |

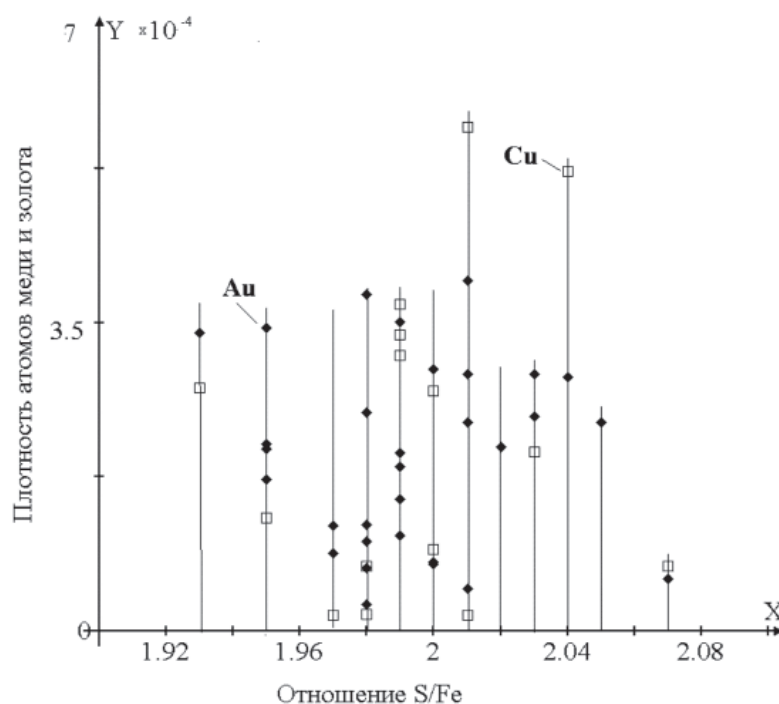


Рис. 2. Зависимость плотности золота и меди от соотношения серы и железа в пирите месторождения «Панимба»

Наличие примесных атомов в пирите стехиометрического состава объясняется наличием вакантных позиций в структуре. При стехиометрическом составе пирита

$FeS_2$ , структура которого не содержит вакантных позиций, содержание железа в образце должно составлять 46,54 мас. %, а содержание серы — 53,45 мас. %. Отли-

чие результатов микрозондового анализа образца (табл. 1) от этих расчетных значений железа и серы и указывает на наличие катионных или анионных вакантных позиций в структуре пирита. Как следует из табл. 1, даже если для образца выполняется соотношение  $S/Fe = 2,00$  в структуре пирита и в этом случае возможны вакантные позиции. Интересно отметить, что в табл. 1 представлены результаты микрозондового анализа двух образцов с одинаковым соотношением  $S/Fe = 2,00$ , однако массовый процент железа у них различен – 46,44 мас. % и 46,14 мас. %. Оба представленных значения микрозондового анализа отличаются от расчетного значения 46,54 мас. %, а это можно объяснить лишь тем, что структура содержит вакантные позиции. Все это лишний раз доказывает

необходимость расчета плотности различного рода атомов в структуре, а не ограничиваться только результатами микрозондового анализа.

На рис. 1, 2 представлены плотности примесных атомов в связи с количеством изосоставных образцов пирита месторождения «Панимба». Таким образом, на этих рисунках связаны между собой три параметра – состав, плотность примесных атомов и количество изосоставных проб, поэтому отдельно число проб изосоставных образцов в зависимости от соотношения  $S/Fe$  более наглядно демонстрирует рис. 3. Отметим, что, так же как и в случае примеси кобальта или никеля, составы с соотношением  $S/Fe < 1,92$  и  $S/Fe > 2,08$  практически не содержат примесных атомов золота и меди (рис. 2).

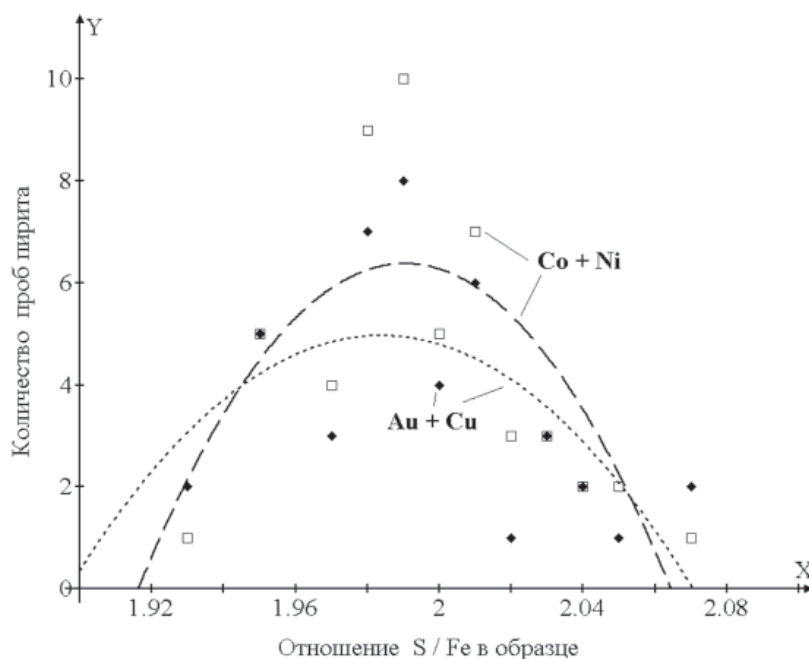


Рис. 3. Зависимость числа проб пирита одинакового состава от соотношения серы и железа в нем

На рис. 3 представлены суммарные значения количества проб изосоставного пирита с различным значением плотности примесных атомов. Аналитически эти зависимости в указанных на рисунке интервалах можно представить в виде формул. Так, например, для проб кобальта и никеля усредненная зависимость представляется функцией:  $\varphi_1 = -1162,58x^2 + 4628,14x - 4599,67$  (стандартное отклонение  $\delta_n = 1,97$ ,  $R^2 = 0,56$ ), а для проб меди и золота усредненная зависимость представляется в виде функции:  $\varphi_2 = -658,52x^2 + 2612,71x - 2586,58$

(стандартное отклонение  $\delta_n = 1,84$ ;  $R^2 = 0,38$ ). Из рисунка видно, что обе эти функции смещены относительно стехиометрического состава  $X = 2,00$  в область обедненных серой составов. Положение этих максимумов можно выразить одним уравнением  $X = 1,985 \pm 0,005$ .

#### Выводы

Получено аналитическое выражение и сделан расчет плотности примесных атомов в структуре природного пирита различного химического состава. Концентрация

точечных дефектов рассчитывалась отдельно по примесным атомам – Co, Ni, Cu, Au. Полученные экспериментальные и расчетные результаты сопоставлены с содержанием золота в образцах.

На основе анализа распределения плотности атомов примеси в образцах с различным соотношением S/Fe показано, что плотность примесных атомов никеля и кобальта максимальна для пирита состава S/Fe = 1,98 и практически симметрично спадает при изменении содержания серы в образцах.

Установлено, что распределение благородных металлов в пирите отличается от распределения двухвалентных ионов  $Ni^{+2}$  и  $Co^{+2}$ . Максимальное содержание золота и меди в пирите соответствует составам S/Fe = 1,99 и S/Fe = 2,01.

Отмечается спад содержания благородных металлов, а также кобальта и никеля в пирите стехиометрического состава S/Fe = 2,00.

Составы с соотношением S/Fe < 1,92 и S/Fe > 2,08 практически не содержат примесных атомов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онуфриенко В.В. Кристаллохимические превращения в нестехиометрических минералах, индуцируемые точечными дефектами: автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. – Томск: Томский политехнический университет, 2012. – 47 с.
2. Онуфриенко В.В., Сазонов А.М. Особенности атомов внедрения в структуре пирротитов месторождения «Панимба» // Всероссийская научно-практическая конференция «Уникальные геологические объекты Кольского полуострова: Пирротитовое ущелье». – Апатиты, 2011. – С. 51–58.
3. Франк-Каменецкая О.В. Рождественская И.В. Атомарные дефекты и кристаллическая структура минералов: монография // Космосинформ. – М., 2001. – 239 с.
4. Bayliss P. Crystal structure refinement of a weakly anisotropic pyrite. // *American Mineralogist*. – 1977. – Vol. 62. – P. 1168–1172.
5. Fleet M.E. Structural aspects of the marcasite-pyrite transformation // *The Canadian Mineralogist* – 1970. – Vol. 10. – P. 225–231.
6. Gait R.I., Dumka D. Morphology of pyrite from the Nanisivik mine, Baffin Island, Northwest Territories // *The Canadian Mineralogist*. – 1986. – Vol. 24. – P. 685–688.
7. Larocque A.C.L., Hodgson C.J., Cabri L.J., Jackman J.A. Ion-microprobe analysis of pyrite, chalcopyrite and pyrrhotite from the Moberly VMS deposit in northwestern Quebec: evidence for metamorphic remobilization of gold // *The Canadian Mineralogist*. – 1995. – Vol. 33. – P. 373–388.
8. Lynch G. Metamorphism of arsenopyrite – pyrite – sphalerite – pyrrhotite lenses. Western Cape Breton Island. Nova scoti // *The Canadian Mineralogist* – 1995. – Vol. 33. – P. 105–114.
9. Manning P.G., Ash L.A. Mössbauer spectral studies of pyrite, ferric and high-spin ferrous distributions in sulfide-rich sediments from Moira Lake, Ontario // *The Canadian Mineralogist*. – 1979. – Vol. 17. – P. 111–115.
10. Rickard D., Luther G. Chemistry of Iron Sulfides // *Chem. Rev.* – 2007. – Vol. 107. – P. 514–565.

УДК 537.622

## РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

<sup>1</sup>Портнов В.С., <sup>2</sup>Юров В.М., <sup>1</sup>Исагулов А.З., <sup>1</sup>Сергеев В.Я., <sup>1</sup>Орынгожина С.Е.

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет, Караганда;

<sup>2</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,

Караганда, e-mail: atursunbaeva75@mail.ru

В рамках неравновесной статистической термодинамики установлена связь между физическими свойствами минералов и их размером. На основе этой связи получены формулы для расчета поверхностного натяжения минералов по экспериментальным зависимостям магнитных, электрических, тепловых и других свойств минералов от их размера. Из приведенных результатов нашего исследования следует, что размерные эффекты (и внутренний и внешний) описываются одной универсальной зависимостью, позволяющей определять важнейшие характеристики наноминералов. Предложенные в работе методы определения поверхностного натяжения минералов позволяют определять работу разрушения минералов и, таким образом, научно прогнозировать условия переработки минерального сырья при добыче полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** неравновесная термодинамика, размерные эффекты, поверхностное натяжение, физические свойства минералов

## DIMENSIONAL EFFECTS AND PHYSICAL PROPERTIES OF MINERALS

<sup>1</sup>Portnov V.S., <sup>2</sup>Yurov V.M., <sup>1</sup>Isagulyov A.Z., <sup>1</sup>Sergeev V.Y., <sup>1</sup>Oringozhina S.E.

<sup>1</sup>Karaganda state technical university, Karaganda;

<sup>2</sup>Karaganda state university of E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: atursunbaeva75@mail.ru

Within the limits of nonequilibrium statistical thermodynamics connection between physical properties of minerals and their size is established. On the basis of this communication formulas for calculation of a superficial tension of minerals on experimental dependences of magnetic, electric, thermal and other properties of minerals on their size are received. From the resulted results of our research follows, that dimensional effects (both internal and external) are described by one universal dependence, allowing to define the major characteristics of nanominerals. The methods of definition of a superficial tension of minerals offered in work allow to define work of destruction of minerals and, thus, scientifically to predict conditions of processing of mineral raw materials at mining operations.

**Keywords:** nonequilibrium thermodynamics, dimensional effects, superficial tension, physical properties of minerals

Эксперименты и теоретические исследования показывают, что размер частицы является активной переменной, определяющей вместе с другими термодинамическими параметрами состояние системы.

Принято различать два типа размерных эффектов [1]: собственный, или внутренний, и внешний. Внутренний размерный эффект связан со специфическими изменениями в объемных и поверхностных свойствах как индивидуальных частиц, так и получаемых в результате их самоорганизации ансамблей. Внешний эффект является размерно зависимым ответом на внешнее поле, не зависимым от внутреннего эффекта.

Внешние размерные эффекты в твердых телах возникают тогда, когда геометрический размер их становится сравним с одним из параметров, характеризующих движение квазичастиц (волна де Бройля, длина свободного пробега и др.). Размерные эффекты проявляются в зависимости кинетических коэффициентов электропроводности, теплопроводности и др. от размера образца при наложении внешнего поля (электрического, магнитного и т.д.).

Размерным эффектам в твердых телах посвящено большое количество работ (см., например [1, 2]). В настоящей работе мы

рассмотрим размерные эффекты в минералах и их анализ на основе развитого нами термодинамического подхода [3, 4].

Надо отметить, что исследования размерных эффектов в минералах непосредственно связаны с возникновением нового направления в минералогии – наноминералогии [5–7]. При этом наноминералы рассматриваются как продукт природных нанотехнологий, происходящих в наномасштабе.

### Неравновесная термодинамика элементарных возбуждений в твердых телах

Подсистему магнитных, электрических диполей, дефектов и других элементарных возбуждений в твердом теле (минерале) или поверхностном слое (дислокации, поры и т.д.) будем рассматривать как систему невзаимодействующих частиц, погруженную в термостат. Квантовые переходы, обусловленные взаимодействием дефектов с термостатом, будут диссипативными (с вероятностью  $P$ ) в отличие от взаимодействия с внешним полем (с вероятностью  $F$ ). Диссипативные процессы приводят к тому, что вторичное поле (отклик системы) всегда меньше первичного, вызывающего образование дефектов.

Поскольку подсистема дефектов обменивается с термостатом только энергией, то соответствующий им ансамбль частиц будет каноническим. В этом случае выражение для статистической энтропии имеет вид:

$$S = -k \sum_i f_i \ln f_i, \quad (1)$$

где  $f_i$  – функция распределения;  $k$  – постоянная Больцмана.

Дифференцируя (1) по времени и преобразуя, получим:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{k}{2} \sum_{i,j} (hf_i - \ln f_j)(P_{ij}f_i - P_{ji}f_j), \quad (2)$$

где  $P_{ij}$  – вероятность перехода из начального  $i$  (с энергией  $E_i$ ) в возбужденное состояние  $j$  (с энергией  $E_j$ ).

Для диссипативных процессов принцип детального равновесия имеет вид:

$$\frac{g_i P_{ij}}{g_j P_{ji}} = e^{\frac{E_j - E_i}{kT}}, \quad (3)$$

где  $g_i, g_j$  – статистические веса для уровней  $E_i$  и  $E_j$ .

Опуская промежуточные вычисления (подробнее см. в [8]), получим:

$$P = \frac{2\Delta S}{k\tau} \exp\left\{-\frac{E_m - G^0/N}{kT}\right\}, \quad (4)$$

где  $\Delta S$  – изменение энтропии в диссипативном процессе;  $E_m$  – среднее значение энергии основного состояния дефектов;  $\tau$  – время релаксации.

Для функции отклика  $\Phi$  системы на внешнее поле имеем:

$$\Phi = \frac{F}{F + P}, \quad (5)$$

где  $P$  – вероятность диссипативного процесса и определяется (4);  $F$  определяет вероятность перехода в возбужденное состояние за счет первичного внешнего поля, причем  $F = 1/\tau_p$ , где  $\tau_p$  – время жизни возбужденного состояния. С учетом (4) выражение (5) примет вид:

$$\Phi = \frac{1}{1 + \frac{\tau_p}{\tau} \frac{2\Delta S}{k} \exp\left(-\frac{E_m - G^0/N}{kT}\right)}. \quad (6)$$

#### Размерные эффекты в магнитных свойствах минералов

Вопросы магнетизма малых ферромагнитных частиц исследуются уже давно [9]. Важность учета размера зерен ферромагнитных минералов в геофизических исследованиях подчеркивалась в работах [10–12]. В настоящее время эти вопросы не

потеряли актуальность. Основным механизмом, приводящим к зависимости магнитной восприимчивости от размера частиц ферромагнетика считается переход многодоменных частиц в однодоменные. Критический размер (радиус  $d$ ) однодоменной частицы, выше которого она становится двух- или многодоменной, определяется из энергетических соображений и обратно пропорциональна квадрату намагниченности насыщения  $J_s$  [9]:

$$d = \frac{C}{J_s} \sqrt{\frac{A}{N_R}}, \quad (7)$$

где  $C = 0,5; 1; 2$  для простой кубической, объемноцентрированной и гранецентрированной решетки, соответственно;  $A$  – параметр обменной энергии;  $N_R$  – размагничивающий фактор вдоль малой оси частицы.

В случае больших энергий анизотропии вместо (7) используется формула [10–11]:

$$d = \frac{9\omega}{4\pi J_s^2}, \quad (8)$$

где  $\omega$  – плотность поверхностной энергии доменов.

Беря в качестве функции отклика в (6) магнитную восприимчивость и приводя (6) к линейному виду, получим:

$$\chi = \text{const} \cdot \frac{N}{G^0}, \quad (9)$$

где  $N$  – число магнитных диполей;  $G^0$  – термодинамический потенциал Гиббса ферромагнетика.

Изменение радиуса зерна ферромагнетика также приводит к изменению давления  $P$  на межфазной границе, описываемое уравнением Кельвина

$$\frac{P}{P_0} = \exp\left(\frac{2\sigma\vartheta}{rRT}\right), \quad (10)$$

где  $r$  – радиус зерна;  $\sigma$  – межфазное поверхностное натяжение;  $\vartheta$  – молярный объем;  $P_0$  – давление над плоской поверхностью;  $R$  – газовая постоянная.

Поскольку  $G^0 = U - TS + VP$ , то вдали от точки Кюри из соотношений (9) и (10) следует

$$\chi = \text{const} \cdot \exp\left(-\frac{2\sigma\vartheta}{rRT}\right). \quad (11)$$

Разлагая экспоненту в ряд и ограничиваясь первыми двумя членами, получим:

$$\chi = \text{const} \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), \quad (12)$$

где  $d = 2\sigma\vartheta/RT$ . (13)



Удельная намагниченность магнетитов Соколовского, Сарбайского месторождений исследовалась нами на вибрационном магнитометре. Размер зерна магнетита определялся на микроскопе МИМ-8. Результаты показаны на рис. 1. В координатах  $\alpha/\alpha_0 \sim 1/r$  экспериментальная кривая спрямляется в соответствии с (12), давая значение  $d = 0,36$  мкм.

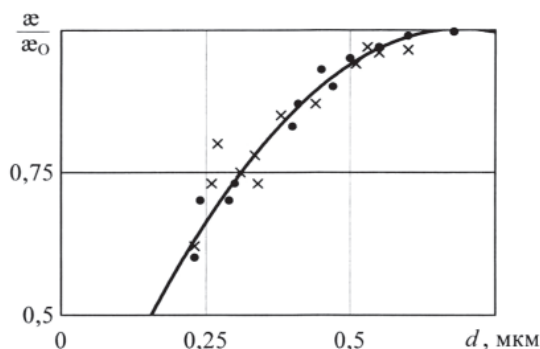


Рис. 1. Зависимость относительной магнитной восприимчивости от диаметра зерна магнетита

Для магнетита  $\vartheta = 44,5$  см<sup>3</sup>/моль, и из соотношения (8) для поверхностного натяжения  $\sigma$  получаем:  $\sigma = 10,07 \cdot 10^3$  эрг/см<sup>2</sup>. Расчет плотности поверхностной энергии для магнетита [9] по формуле (8) ( $J_s = 4,9 \cdot 10^5$  А/м дает  $\omega = 10,1 \cdot 10^3$  эрг/см<sup>2</sup>, что совпадает с полученной нами величиной  $\sigma$ ).

Экспериментальное определение поверхностного натяжения твердых тел затруднено тем, что их молекулы (атомы) лишены возможности свободно перемещаться. Исключение составляет пластическое течение металлов при температурах, близких к точке плавления [13].

Как следует из приведенных выше результатов, поверхностное натяжение магнитных материалов экспериментально можно определять по зависимости  $\alpha = \alpha(r)$  и по формуле (13). Рассмотренный выше размерный эффект относится к внешним размерным эффектам.

#### Температура плавления наночастиц

Изменение температуры плавления металлов в зависимости от размера частиц относится к внутреннему размерному эффекту. С уменьшением размера частиц температура плавления может изменяться на несколько сотен градусов и больше.

Зависимость температуры плавления от размера частиц рассматривается на основе двух моделей: одна из них использует представления термодинамики [14], другая — колебания атомов [15]. Подробное

рассмотрение термодинамического подхода приведено в обзоре [16].

Экспериментальная кривая зависимости температуры плавления частиц золота от их размера и приведенная в работе [14], с большой точностью описывается уравнением, подобным (12):

$$T_m = T_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), \quad (14)$$

где  $T_0$  — температура плавления массивного образца,  $d$  определяется (13).

При температуре  $T = 1040^\circ\text{C}$  величина поверхностного натяжения золота, вычисленная по нашей формуле (13), оказалась равной:  $\sigma = 1,312$  Дж/м<sup>2</sup>. Эта величина незначительно отличается от величины поверхностного натяжения, полученной в методе «нулевой ползучести»  $\sigma = (1,37 \pm 0,15)$  Дж/м<sup>2</sup> [17].

В работе [18] для нанокристаллов алюминия получена экспериментальная кривая, аналогичная кривой работы [14] для золота. Расчет величины поверхностного натяжения по нашей формуле дал следующий результат:  $\sigma = 1,070$  Дж/м<sup>2</sup>, что также близко к значению  $\sigma = (1,14 \pm 0,2)$  Дж/м<sup>2</sup> для алюминия, полученного в методе «нулевой ползучести».

#### Размерные эффекты, электрические и теплофизические свойства минералов

Если воспользоваться аналогией потенциальных скалярных полей (см., например, [19]), то нетрудно получить:

$$\Omega = \Omega_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right); \quad (15)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right); \quad (16)$$

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), \quad (17)$$

где  $\Omega$  — электропроводность;  $\varepsilon$  — диэлектрическая проницаемость;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности малых частиц минерала. Здесь  $d$  определяется соотношением (13).

Обобщенная зависимость физического свойства минерала от его размера показана на рис. 2.

Во всех случаях экспериментальное определение зависимости физического свойства минералов от его размеров позволяет определить поверхностное натяжение минерала. Последнее играет важную роль в процессах переработки минерального сырья — измельчение при рудоподготовке (работа диспергирования  $A = \sigma \cdot S$ ,  $S$  — площадь поверхности частицы); в процессах обо-

гашения – флотация, магнитная сепарация и т.д.; в процессах металлургического передела и многих других [20–23].

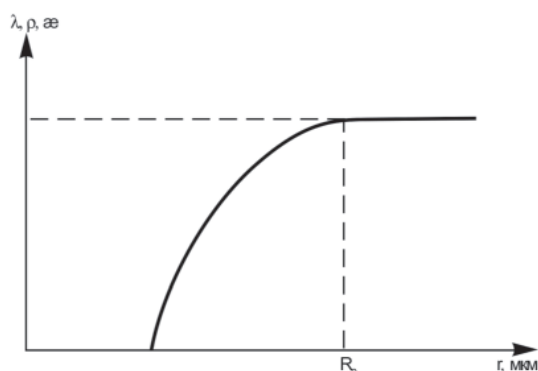


Рис. 2. Обобщенная зависимость физического свойства минерала от его размера

### Заключение

Из приведенных выше результатов нашего исследования следует, что размерные эффекты (и внутренний и внешний) описываются одной универсальной зависимостью:

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right),$$

где  $A(r)$  – физическое свойство частицы минерала радиусом  $r$ ;  $A_0$  – физическое свойство массивного образца. Во всех случаях  $d$  определяется соотношением (13).

Фундаментальная причина такой универсальной зависимости пока не ясна и требует дальнейших исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: КДУ, 2007. – 336 с.
- Погосов В.В. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. – М.: Физматлит, 2006. – 328 с.
- Портнов В.С. Термодинамический подход к задачам геофизического опробования железорудных месторождений. – Караганда: КГТУ, 2003. – 212 с.
- Яворский В.В., Юров В. М. Прикладные задачи термодинамического анализа неравновесных систем. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 338 с.
- Наноминералогия. Ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества / Под ред. Н.П.Юшкина и др. – СПб.: Наука, 2005. – 581 с.
- Конеев Р.П. Наноминералогия золота. – СПб.: Дельта, 2006. – 218 с.
- Минералогическая интервенция в микро- и наномир: Материалы Международного семинара. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. – 548 с.
- Портнов В.С., Юров В.М. Связь магнитной восприимчивости магнетитовых руд с термодинамическими параметрами и содержанием железа // Известия вузов. Горный журнал, 2004. – № 6. – С. 122–127.
- Вонсовский В.С. Магнетизм. – М.: Наука, 1971. – 1032 с.
- Harata T. Магнетизм горных пород. – М.: Мир, 1965. – 345 с.
- Шолпо Л.Е. Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач. – Л.: Недра, 1977. – 182 с.
- Кудрявцева Г.П. Ферримагнетизм природных оксидов. – М.: Недра, 1988. – 232 с.
- Гохштейн А.Я. Поверхностное натяжение твердых тел и адсорбция. – М.: Наука, 1976. – 256 с.
- Buffat Ph., Borel J.-P. Size effect on the melting temperature of gold particles // Phys. Rev. A. – 1976. – Vol. 13. – P. 2287–2298.
- Shi F.G. Size dependent thermal vibrations and melting in nanocrystals // J. Mater. Res., 1994. – Vol. 9. – P. 1307–1313.
- Суздаев И.П., Суздаев П.И. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействия, свойства // Успехи химии. – 2001. – т. 70. – С. 203–240.
- Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. – 568 с.
- Kotlyar V.G., Zotov A.V., Saranin A.A, et al. // Phys. Rev. B. – 2002. – Vol. 66, № 16. – P. 165–169.
- Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. – М.: Энергия, 1970. – 376 с.
- Юров В.М., Ещанов А.Н., Кукетаев А.Т. Способ измерения поверхностного натяжения твердых тел // Патент РК № 57691. Оpubл. 15.12.2008. – Бюл. № 12.
- Юров В.М., Портнов В.С., Пузеева М.П. Способ измерения поверхностного натяжения и плотности поверхностных состояний диэлектриков // Патент РК № 58155. Оpubл. 15.12.2008. – Бюл. № 12.
- Юров В.М., Портнов В.С., Пузеева М.П. Способ измерения поверхностного натяжения магнитных материалов // Патент РК № 58158. Оpubл. 15.12.2008. – Бюл. № 12.
- Юров В.М., Портнов В.С., Ибраев Н.Х., Гученко С.А. Поверхностное натяжение твердых тел, малых частиц и тонких пленок // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 11. – С. 55–59.

УДК 504.75.05: 159.9: 371.78

## «ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ» ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ И ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЛИЧНОСТИ

Дружиллов С.А.

*Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН, Новокузнецк, e-mail: druzhilov@mail.ru*

Рассматривается информационная среда общества как часть рукотворной реальности. Эта среда наполнена потоками дисгармоничной, хаотической, разрушительной информации («загрязнения»). Психическая модель мира человека состоит из понятийной и образной составляющих. Часто подача информации организована так, что эти составляющие оказываются не согласованными. Следствием доминирования образной формы подачи информации стало «клиповое мышление». Происходит разрушение конструктивных ценностей человека. Появляются различные патологические зависимости от информации. Лавинообразный рост плохо организованной и «загрязненной» информации является фактором риска для психологического здоровья личности.

**Ключевые слова:** информационная среда, информационные загрязнения, искусственная реальность, психологическое здоровье, психическая модель мира, клиповое мышление

## «POLLUTED» THE INFORMATION ENVIRONMENT AND THE PROBLEM OF PSYCHOLOGICAL HEALTH OF PERSONALITY

Druzhilov S.A.

*Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases SB RAMS, Novokuznetsk, e-mail: druzhilov@mail.ru*

Information environment is considered as a part of a man-made reality. This environment is filled with streams of disharmonious, chaotic, destructive information («pollution»). Mental model of the world of man consists of verbal and figurative components. Often the presentation of information organized so that these components are not compatible. Consequence of the dominance of shaped form become «clip-thinking». Goes the destruction of constructive of human values. Appear a different forms of pathological dependence on information. Avalanche growth of of poorly staged and «contaminated» information is a risk factor for mental health of individuals.

**Keywords:** information environment, society, pollution of information, artificial reality, psychological health, mental model of the world, clip-thinking

Под информационной средой общества понимается сфера жизни людей, связанная с созданием, преобразованием и потреблением информации. Информационная среда (ИС), являясь частью рукотворной реальности, детерминирует условия информационного существования человека в Мире. Современная ИС включает в себя совокупность технических и программных средств хранения, обработки и передачи информации.

Общепризнано, что факторы среды обитания имеют большое влияние на жизнедеятельность человека. Загрязнение среды приводит к серьезным нарушениям функционирования всего организма [9, с. 52]. ИС является неотъемлемой частью общей среды обитания человека и обладает всеми атрибутами, присущими ей. Поэтому применительно к ИС правомерно применение понятий «загрязнение» (или «загрязненность») и «экология». Применительно к среде *загрязненность* рассматривается как «гигиеническая характеристика окружающей среды, определяемая уровнями содержания в ней различных веществ, попадающих в нее в результате деятельности человека и способных представить угрозу

здоровью населения» (Большой Медицинский словарь).

Термин «информационное загрязнение», введенный в 2003 г. Якобом Нильсеном (Jakob Nielsen) в *информатику*, первоначально обозначал «засорение» информационных ресурсов ненужными, неподходящими, и недостоверными данными. В современном понимании *информационное загрязнение* – это поток дисгармоничной, хаотической, разрушительной информации, воздействующий на человека, преимущественно, через его *зрение* и *слух*.

С середины 80-х годов XX века, когда возникли «компьютерные» технологии, происходит быстрая *эволюция* информационной среды общества. Новая информационная реальность, с одной стороны, расширяет спектр возможностей человека как пользователя информации, с другой – оказывает влияние на формирование (или изменение) его мировоззрения, личностных ценностей. Перенасыщенность и неупорядоченность информационного пространства требует от человека физического и психического *напряжения* в связи с восприятием, оценкой, переработкой и использованием поступающей информации. Человек должен адапти-

роваться к новым условиям. Важно, чтобы эта адаптация вела к *прогрессивному развитию* человека в целом (как биологического индивида, личности, субъекта жизни и деятельности, индивидуальности), а не к его негативным деформациям.

Социальные последствия «информационного загрязнения» вполне сравнимы с негативными последствиями химических, физических и других загрязнений среды обитания человека. Информационные воздействия оказывают существенное влияние на различные сферы жизни человека, его физическое и психическое здоровье, личностные свойства.

В качестве основных психологических критериев *психического здоровья* обычно называют следующие:

- 1) соответствие субъективно отражаемых образов объектам действительности и характера реакция – внешним раздражителям, а также значению жизненных событий;
- 2) адекватный *возрасту* уровень зрелости эмоционально-волевой и познавательной сфер личности;
- 3) адаптивность в *микросоциальных* отношениях (с ближайшим окружением человека – в семье, с близкими, друзьями, коллегами);
- 4) способность самоуправления поведением, разумного планирования жизненных целей и поддержания активности в их достижении и др. [2]).

Перечисленные характеристики, по нашему мнению, свидетельствуют о благополучии *личности* – при адекватной ее *адаптации* к внешней среде. Но состояние личностного *благополучия* при отсутствии психических расстройств у человека свидетельствует о *здоровье личности*, рассматриваемом с позиций психологии и на основе *психологических критериев*. Адаптационные процессы личности очень индивидуальны, но следует согласиться с И.Л. Левиной, что они должны включать адекватный возрасту «процесс извлечения, усвоения информации, умения перерабатывать и применять ее в соответствии с полученными знаниями» [8, с. 181].

В условиях новой технической и информационной реальности многие виды деятельности (профессиональной и непрофессиональной) связаны с процессами приема и переработки информации. С позиций *информационного* подхода, деятельность *специалиста* в системах «человек-техника» и *жизнедеятельность* любого человека в условиях информационного пространства, имеет сходные черты.

В связи с этим многие категории и методы, созданные в инженерной психологии,

приобрели общепсихологический характер и могут быть распространены на сферу человеческого бытия [6]. К числу таких категорий относится понятие «концептуальная модель деятельности» (КМД), которое может быть обобщено до понятия «модель мира человека» (ММЧ).

Любой человек повседневно связан с информацией: получает ее, перерабатывает, использует при принятии жизненных решений. На основе информации у человека формируется внутренняя *картина* (психическая модель) мира, определяющая отношение человека к действительности. Можно предположить, что *модели мира* (ММЧ), как и в психической концептуальной модели деятельности (КМД) [4], есть два «раздела»: *образный* и *понятийный*. ММЧ представляет собой форму субъективной *организации* имеющейся у человека *значимой* информации, которая обеспечивает процесс его целенаправленного поведения.

*Понятийная* составляющая ММЧ состоит из названий объектов, субъектов, причинно-следственных и других отношений, из всего того, что можно выразить с помощью слов – *понятий, определений* и т.д. В психологии признается, что основное значение для понятийного мышления имеет *речь*.

*Образная* составляющая ММЧ синтезируется из отдельных образов как *множество картин* из *оперативных* (быстро меняющихся) и *неоперативных* (относительно стабильных) образов ситуаций, фрагментами которых являются образы-цели, образы-объекты и образы-условия жизни и деятельности. Эмоционально насыщенные образы предстают для человека как *субъективная реальность*, управляющая его активностью. Однако следует учитывать, что информация, передаваемая *сигналом-образом*, качественно иная, чем информация, которую несет *сигнал-код* [1].

Мыслительный процесс включает в себя оперирование и *образами*, и *понятиями*. У человека большинство образов внешних объектов может быть *вербализовано*, т.е. выражено в понятийно-словесной форме. Справедливо и обратное: большинство понятий имеет конкретно- или абстрактно-образные дериваты.

Известно, что если в процессе *деятельности* поступающая субъекту труда информация *недостаточна*, «зашумлена» помехами, или ее интенсивность превышает «пропускную способность» человека, или она плохо организована (известный в инженерной психологии феномен – «разбегания стрелок» приборов в кабине пилота), не согласуется с *образной* и *понятийной* составляющей КМД, то деятельность имеет



негативные последствия. Проявляться они могут в ошибках, авариях, возникновении *негативных состояний* человека, профессиональных деформациях личности и др.

Аналогичные проявления имеют место при перенасыщенности, неупорядоченности информации, «загрязнении» информационной среды. «Качество» формируемой индивидуальной ММЧ зависит от особенностей *организации информации*, поступающей человеку, от той объективной «информационной модели» (ИМ), посредством которой презентуется Мир.

Доминирование *образной* формы представления информации человеку приводит к актуализации у него соответствующей составляющей ММЧ. Мышление субъекта становится, преимущественно, «конкретным» – в отличие от вербально-понятийного (абстрактного) мышления, что, по сути, является проявлением *невербального интеллекта*. Следствиями такого вида мышления является «привязанность» мысли к данному объекту или ситуации – и снижение способности к обобщениям, прогнозу, синтезу.

Содержание ММЧ может быть представлено как совокупность имеющейся у человека «агрегированной» *информации* (т.е. *обобщенной*, – путем ее уплотнения и исключения второстепенной) о мире, являющейся результатом *предыдущих восприятий*. Опыт взаимодействий человека с Миром сохраняется в виде *относительно постоянных образов*, формирующихся у ребенка с раннего детства и проявляющихся в его *морально-ценностной* сфере.

Во многом «картина» Мира человека формируется глобальными СМИ с использованием *информационных технологий*. Их вектор направлен, прежде всего, на *образную* составляющую ММЧ (следуя, ставшим крылатым, выражению А. Кончаловского: «Картинка сильнее слова!») – тогда поступающая информация минует фильтр сознания и воздействует непосредственно на чувства. Такой «перекося» в подаче информации ослабляет значимость второй сигнальной системы человека. В результате *понятийная* и *образная* составляющие в «картине» Мира человека *слабо* взаимосвязаны.

Проводимые в стране глобальные по своим последствиям реформы в образовании ведут к изменению восприятия Мира не только отдельной личностью, но и обществом в целом. Отказ от комплексного подхода в обучении в пользу «натаскивания» на конкретных примерах приводит к утрате человеком навыков самостоятельного мышления. Тенденция, когда «пример» из иллюстративного, вспомога-

тельного элемента обучения – становится основным, характерна и для профессионального, и общего образования. Замена *понимания* изучаемого процесса суммой разрозненных *представлений* об отдельных его аспектах – угроза снижения интеллектуального уровня общества.

Под воздействием телевидения, компьютерных игр, Интернет и даже современной литературы у большинства представителей молодого поколения формируется особый тип мышления и сознания, обозначенный как *клиповое*. Английское слово «clip», от которого и произошли термины «клиповое сознание, мышление», означает *фрагмент* (текста, фильма и др.). Практически все современные музыкальные клипы составлены из нескольких слабо связанных между собой образов и не несут в себе никакой смысловой нагрузки. Клип становится логическим завершением и наиболее эффективной реализацией принципа «монтажа аттракционов», который, согласно С. Эйзенштейну (1923 г.), заключается в подборе агрессивных средств, подвергающих зрителя чувственному или психологическому воздействию, «опытно выверенному и математически рассчитанному на определенные эмоциональные потрясения» [10]. В видеоклипе каждый кадр по своему воздействию близок к мгновенно схватываемому «моментальному образу». В таких образах эмоционально значимая информация за счет высокой скорости ее подачи легко проникает сквозь барьер осознанного восприятия и «впечатывается» в *подсознание*. Тем самым клип актуализирует энергию бессознательной части психики человека и *иррациональность* его восприятия.

Негативное влияние загрязненности информационной среды проявляется через разрушение системы *ценностей* человека. Ценности лежат в основе социальных систем, и именно ценности являются самым уязвимым местом общества. Наибольшую опасность информационное влияние имеет в детском и подростковом возрасте, когда доверие превалирует над разумом, эмоции – над интеллектом. Подвергаются ревизии нравственные критерии успеха в обществе [5].

Складывающаяся «искусственная реальность», с точки зрения получения новой информации, важной для каждого индивидуума, «делает познание мира относительно менее необходимым и ценным» [3, с. 54]. В этих условиях ММЧ субъекта становится отражением не объективного Мира, а некоторого «виртуального», созданного на основе специфически организованной (с помощью информационных технологий)



информационной модели. Погружение человека в такой «виртуальный мир» все сильнее отгораживает человека от реальности. С другой стороны, те, кто искал возможность восполнить недостаток внутреннего содержания впечатлениями внешнего мира, могут реализовать это: современная информационная среда позволяет человеку *социально желательным* образом уходить от решения своих проблем.

СМИ активно формируют «человека публики», который в отличие от «человека толпы» тихо и мирно сидит перед экраном телевизора, поглощая жвачку из телесериалов, детективов и др. или уходит в виртуальную компьютерную реальность. В этой среде ищут объекты для поклонения, возможность переключения. Феномен «ухода» в воображаемый Мир в условиях современных информационных технологий он приобретает значительные масштабы.

Появившаяся новая разновидность интернет-зависимости, *киберсексуальная*, которая может быть определена как непреодолимое влечение к посещению порносайтов и занятию киберсексом, характеризует не только личностное неблагополучие, но и большую опасность для фундаментально-го звена общества – семьи.

По данным, приводимым А.Л. Ереминым, в период «1991–2000 гг. наблюдалось увеличение инвалидности, связанной с психическими расстройствами на 34,7% (с 632474 случаев до 851651;  $P < 0,01$ )» [7, с. 300]. Чрезвычайно высокий рост числа больных с психическими расстройствами, высокая доля неврозов в структуре психической заболеваемости, рост инвалидности в связи с психическими расстройствами, по мнению исследователя «могут напрямую указывать на отрицательное воздействие в 1991–2000 гг. информационной среды на психическое здоровье населения России» [Там же].

За прошедшие годы (после выхода цитируемой книги) информационная насыщенность действительности возросла, а негативная модальность ее – сохранилась.

Лавинообразное производство информации вызвало новые проблемы. Работа людей квалифицированного умственного труда связана с поиском, обработкой, использованием информации. При удвоении ее объема каждые 7–10 лет все труднее находить *нужные* сведения, – даже с использованием ресурсов глобальной информационной сети. В результате статью, опубликованную в научном журнале определенной направленности, читают в среднем 1,3 человека, не считая тех, кто работал над ней. В то же время пятая часть НИР дублирует друг друга. Специалисты считают, что работу стоимостью до 50 тыс. долларов рентабельнее провести заново, чем искать необходимую информацию.

Экспоненциальное увеличение объема передаваемой информации при сохранении «засоренности» среды следует рассматривать как фактор риска для психологического благополучия личности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веккер Л.М. Восприятие и основы его моделирования. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1964. – 194 с.
2. Головин С.Ю. Словарь психолога практика. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2001. – 976 с.
3. Делягин М.Г. Драив человечества. Глобализация и мировой кризис. – М.: Вече, 2008. – 528 с.
4. Дружилов С.А. Психология профессионализма: интегративный подход // Журнал прикладной психологии. – 2003. – № 4–5. – С. 35–42.
5. Дружилов С.А. Нравственные аспекты успеха в обществе // Ценности и смыслы. – 2009. – № 1. – С. 90–102.
6. Дружилов С.А. Применение концепций инженерной психологии к профессиям, традиционно не считающимся операторскими // Психологическая наука и образование [www.psychedu.ru](http://www.psychedu.ru). – 2011. – № 1. – С. 170–180.
7. Еремин А.Л. Ноогенез и теория интеллекта. – Краснодар: Советская Кубань, 2005. – 356 с.
8. Левина И.Л. Психическое здоровье учащихся общеобразовательных учреждений разного вида // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2002. – Т. 1. – № 6. – С. 180–182.
9. Мамин Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 238 с.
10. Эйзенштейн С.М. Монтаж аттракционов: К постановке «На всякого мудреца довольно простоты» А.Н. Островского в Московском пролеткульте // Леф: журнал. – 1923. – № 3. – С. 70–75. URL: <http://www.tokman.ru/tx18.html>.

УДК 330

## РАЗВИТИЕ АКЦИОНЕРНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Гомон И.В.

*Калужский филиал Московского гуманитарно-экономического института,  
Kaluza, email: ilona.goman@rambler.ru*

В статье рассмотрены проблемы, особенности и необходимость развития акционерной собственности в условиях формирования новой социально-экономической системы. Показано понимание сути происходящих процессов в формировании российской корпоративной среды и развитии акционерной собственности. Определена основополагающая роль приватизации в формировании и развитии акционерной собственности. Выявлены не только результаты российской модели приватизации, но и причины негативных ее последствий, что в итоге отражается на неудачной трансформации и реализации акционерной собственности. Показано, что для развития акционерной собственности необходимо понимание ее содержания, ее сущности, прежде всего, органами государственной власти. Предложено понимание роли и необходимости развития высокоэффективной акционерной собственности в условиях функционирования новой российской экономики является интересным и новым в контексте материала статьи.

**Ключевые слова:** акционерная собственность, социально-экономическая система, корпоративная среда, приватизация, инсайдеры, трансформация и реализация собственности, российская экономика

## DEVELOPMENT OF THE SHAREHOLDINGS IN THE NEW SOCIO-ECONOMIC SYSTEM

Gomon I.V.

*Kaluga branch of the Moscow humanitarian-economical Institute,  
Kaluza, e-mail: ilona.goman@rambler.ru*

This article deals with problems, particularities and the necessity of share ownership development in the new socio-economic system. It is shown in the article how important to understand and develop share ownership, to define the fundamental role of privatization in the formation and development of share ownership. The article identifies not only the results of the Russian model of privatization but also the reasons of its negative impact, that eventually effects the failed property transformation and share ownership. It is shown that for the development of joint-stock property requires an understanding of its content, its essence is necessary, above all, by the public authorities. Suggested roles and the necessity to develop a high-performance share ownership in the context of the new Russian economy is an interesting and new material in the context of the article.

**Keywords:** stock ownership, a socio-economic system, enterprise environment, privatization, insiders, transformation and realization of property, the Russian economy

Экономическая система России, находясь на стадии перехода от одной социально-экономической системы хозяйствования к другой, начинает формировать новые виды собственности. Важнейшее значение приобретает специфика и закономерности процесса развития акционерной собственности.

Распад Советского Союза и начало рыночных реформ поставили российскую экономику в тяжелое положение. Хотя, как известно, очень тяжело реформировать экономику, которой по сути, уже или еще, не существовало. «К началу реформ и само российское общество, и все его институты были архаичными и полурасложившимися» [1]. Чтобы выжить в новых условиях, буквально всем предприятиям приходится проводить разнообразные структурные преобразования. Их цель – превратить предприятия, которые прежде зависели от решений государственных чиновников, в независимые компании, ориентированные на нужды потребителей и способные выдержать давление конкурирующего импорта потребительских и инвестиционных товаров. «Про-

цесс приватизации, суть которого – переход государственных предприятий в собственность отдельных индивидуумов или частных компаний, резко меняет отношения собственности» [2], а, следовательно, и самого собственника.

Обобщение накопленного за годы экономических реформ опыта поможет, на наш взгляд, понять суть происходящих процессов в развитии российской корпоративной среды и акционерной собственности.

Создаваемые в ходе приватизации на базе крупных государственных предприятий акционерные общества уже можно было, с определенной долей условности, относить к корпорациям, хотя неразработанность акционерного права, недооцененность корпоративного имущества, а также неподготовленность персонала предприятий сводили корпоративное управление к традиционным методам, которые в исполнении непрофессиональных менеджеров приводили к дальнейшему развалу и банкротству предприятий. Все это накладывалось на паралич центральной власти и развал государственной собственности, ко-

торые обуславливали низкую прозрачность хозяйственных и правовых операций в рамках национальной экономики.

В результате приватизации и других операции с собственностью, т.е. превращения общественной (не только государственной) собственности в частную, промышленное производство в России за 1990–1998 гг. сократилось вдвое» [3]. Все это явилось следствием субъективных юридических актов относительно собственности на средства производства, которым предшествовали юридические изменения.

«В применявшейся у нас модели приватизации имелся целый ряд элементов, способствовавших формированию на крупных и средних предприятиях нерациональной системы корпоративного управления. Недостатки акционерного законодательства, не обеспечивавшего должной защиты прав мелких собственников капитала, приводили и приводят к тому, что задачей стратегических инвесторов становился не рост прибыли и увеличение чистой стоимости фирмы, а скачивание общего капитала в собственный карман. Сохранявшаяся в результате ваучерной приватизации высокая распыленность акций приводила к тому, что этим увлекательным делом можно было заниматься, располагая очень небольшой долей всего капитала. Ситуация усугублялась тем, что в ходе приватизации полностью игнорировалась проблема управления остающимся в собственности государства капиталом. При весьма значительной доле последнего на многих предприятиях у менеджмента или отдельных акционеров оказывались развязанными руки для подчинения деятельности предприятия собственным целям [4].

«Приватизация в России 1990-х гг. являлась процессом возрождения не существовавшей в течение длительного времени акционерной собственности. Формально возродив этот вид собственности, приватизация стала процессом разрушения, как самого института собственности, так и объектов, которые вновь становилась акционерной собственностью. Причина состояла в неверно выбранном алгоритме реформ в России и крайне неэффективной модели самой приватизации» [5]. Все это привело еще к большему обесценению собственности «... иначе трудно было создать владельца-распорядителя бывшей государственной собственности. Воспроизводимый в экономике культ обогащения и обособления, одновременно с устранением государственного сектора и отсутствием обоснованной и продуманной правительственной политики фактически коренным образом перерождало назначение приватизации – ее цель,

функции как системно-институционального мероприятия и важного инструмента политики транзитивного управления. По существу политика приватизации в России в это время стала политикой разрушения собственности. ... статистические службы отмечают сокращение национального богатства России за период 1990-х гг. почти в два раза. Безусловно, такая динамика не может быть исключительно эволюционной, то есть результатом генетических факторов, заложенных в природе экономической системы, а является телеологической, иначе управляемой, то есть выступает результатом экономической политики трансформации» [6]. Таким образом, происходящие в России реформы столкнулись со следующими, как минимум, двумя преградами: во-первых, это давление прошлого, в смысле неверных историко-правовых оценок того, что было со страной и наблюдается в настоящем, и, во-вторых, это отсутствие понимания траектории, по которой необходимо развивать экономику.

Однако, именно специфическая российская модель приватизации («самой грандиозной распродажи государственной собственности в 20 веке») образца 1992–1994 годов, несмотря на множество непроработанных вопросов, заложила основные характеристики стартовой структуры акционерной собственности и управления в России, а также наметила главные направления их развития: 3/5 российских открытых акционерных обществ появились в результате приватизации, именно они производят 4/5 всей промышленной продукции.

Это в свою очередь во многом предопределило характер и особенности развития российского рынка корпоративных ценных бумаг.

При этом, в связи с закреплением за государством больших пакетов акций в так называемых стратегических предприятиях, в силу размеров этих предприятий, (ситуация типичная и для других стран, например, Венгрии, Чехии, Польши и др.), структура акционерной собственности и, соответственно, последующая траектория развития корпоративного управления резко отличались на предприятиях нефтяной, газовой промышленности, электроэнергетики и телекоммуникаций, где доля государства обычно была 38–51%, а доля инсайдеров – 20–30%, по сравнению с большинством предприятий легкой, пищевой промышленности, в производстве стройматериалов, где доля государства вообще отсутствовала или была равна 10–15%, доля же инсайдеров была преобладающей [7]. В среднем, на приватизированных

предприятиях доля инсайдеров в 1994 году составляла – 60–65 %, доля акций внешних акционеров – 18–22 %, доля государства – до 17%.

В целом, существенное преобладание инсайдеров на первом этапе постприватизационного развития является важнейшей чертой акционерной собственности в России. Очевидно, что это преобладание собственности инсайдеров, то есть контроль предприятий внутренними акционерами, связано с тем, что сама приватизация была возможна только под контролем самих инсайдеров. При этом весьма настойчиво проявляется известная из теории промышленной организации проблема взаимоотношений «принципал-агент»: поскольку собственники обычно не могут стать еще и менеджерами, возникает вопрос, выразит ли агент-представитель (назначенный менеджер) достаточно полно интерес собственника в максимизации прибыли? «... на первом этапе происходила замена случайных акционеров на настоящих. Настоящие акционеры – это те, кто становится акционером осознанно, отдает себе отчет в том, зачем ему нужно участие в акционерном обществе. Наряду с лицами, которые приобретают контроль над акционерным обществом разными нецивилизованными способами, на этом этапе появляются и иные, желающие заплатить за то, чтобы стать акционерами или приобрести контроль. Это свидетельствует об их способности оценить необходимость такого участия, а также величину предполагаемого дохода от него. Настоящего акционера не следует смешивать с эффективным собственником – идеальным образом акционера в отечественной научной литературе. Мы не признаем настоящих акционеров эффективными собственниками, если они не готовы или не способны осуществлять эффективное управление акционерным обществом для получения дохода от его деятельности.

Действительно, участие в акционерном обществе приобретается в разных целях, которые могут быть далеки от той, которая позволяет признать акционеров эффективными собственниками. Между тем только среди настоящих акционеров и встречаются эффективные собственники». [8]

Развитие акционерной и любой другой собственности имеет для современной России весьма большое значение с точки зрения понимания создаваемого рынка, который есть «...прежде всего, четко установленные права собственности, а не взаимодействие стихийных сил, не анархия. Анархия – это конфликт из-за размытых или неустановленных вовсе прав собственности. Основ-

ное поле конфликтов – те ресурсы, права собственности, на которые размыты, особенно те ресурсы, которые переходят из разряда неограниченных в разряд ограниченных. Без четкого первоначального распределения прав собственности не должно быть никаких сделок» [9].

Очевидно, организуя и проводя масштабную и слабо обоснованную в научном плане приватизацию и в целом разгосударствление собственности в современной экономике России, следовало хотя бы учесть требования содержательных аспектов развития и функционирования акционерной собственности. Но сегодня важно исследовать не столько результаты приватизации (они более чем очевидны), а причины столь негативных её последствий. При этом одни аналитики связывают причины неудачной приватизации с отсутствием адекватных институциональных условий, забывая, что именно сам процесс приватизации представляет собой коренную ломку норм и правил экономических взаимодействий, требуя массированного импорта недостающих институтов. Другие исследователи дают более обстоятельную картину ошибок, просчетов и прямых упущений авторов приватизации государственной собственности, называя при этом следующие: преобладание политических критериев над экономическими; отход от курса на формирование многообразия форм собственности и отдание приоритета частной собственности; массированный и скоростной способ осуществления; принудительный и однообразный характер; отрыв организационно-правовых форм от действительной социально-экономической мозаики российского общества и непосредственного процесса производства и др. При этом справедливо утверждается, что «...процесс приватизации пока ещё не вышел за рамки «формального» – политического и организационно-правового преобразования собственности. Результаты же «реального» – экономического и социального преобразования – далеко не оптимистичные» [10].

Нерезультативность и неэффективность реформирования отечественной экономики, в том числе и процесса разгосударствления собственности, и существование акционерных предприятий обуславливается, главным образом, несогласованностью целей, заложенных в программы социально-экономического развития страны и способов их реализации. Суженное воспроизводство стало основной причиной экономического кризиса в российской экономике.



Причины неудачной трансформации и реализации акционерной собственности в России обусловлены недооценкой и неадекватным пониманием органами государственной власти собственно её глубинного содержания, адекватное ее внутренней сущности. Содержание акционерной собственности характеризуется, прежде всего, экономической природой элементов, образующих данную форму, взаимодействием элементов, а также выявлением вектора развития собственно акционерной формы собственности, определяющей направление экономических процессов.

Развитие акционерной собственности в современной отечественной экономике должно учитывать как минимум три объективных обстоятельства:

а) прежде всего, требования развивающейся постиндустриальной социально-экономической системы и нарождающегося информационного общества (стратегия преобразований);

б) практические задачи создания в России социально ориентированной рыночной экономики (ближайшая тактика преобразований);

в) реальный опыт развития и функционирования акционерной собственности в наиболее развитых странах при анализе возможностей его использования в современной отечественной экономике.

Считаем, что именно это и есть главное в логике исследования онтологии развития акционерной собственности в отечественной экономике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ясин Е. Модернизация экономики и система ценностей // *Вопр. экономики*. – 2003. – №4. – С. 4.
2. Никологорский Д. Изменение форм собственности и структуры промышленных предприятий // *Вопр. экономики*. – 1997. – №9. – С. 23.
3. Игнатовский П. Собственность, ее истоки в настоящем и будущем // *Вопр. экономики*. – 2000. – №11. – С. 44–45.
4. Львов Д.С., Поршнев А.Г. Управление социально-экономическим развитием России. – М.: Экономика, 2002. – С. 116.
5. Сухарев О.С. Институционально-эволюционная теория экономического развития. – М.: АНО ВПО «МГИ», 2008. – С. 183–184.
6. Сухарев О.С. Институционально-эволюционная теория экономического развития. – М.: АНО ВПО «МГИ», 2008. – С. 184.
7. Васильев Д. Корпоративное управление в России: есть ли шанс для улучшений? // *Инвестиционный климат и экономическая стратегия России*. – М.: ГУ – ВШЭ, 2000. – С. 169.
8. Медведева Т., Тимофеев А. Исследование спроса на институты корпоративного управления: юридические аспекты // *Вопр. экономики*. – 2003. – №4. – С. 54–55.
9. Экономика общественного сектора: Учебное пособие / Под. ред. Проф. Е.И. Жильцова, проф. Ж.-Д. Лафея. – М.: Экономический факультет МГУ, ТЭИС, 1998. – С. 29.
10. Собственность в экономической системе России / под. ред. В.Н. Черковца, В.М. Кулькова. – М.: ТЭИС, 1998. – С. 286–295.



УДК 332

## ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕГИОНА

**Леманова П.В.**

*ФГБОУ ВПО «Таганрогский государственный педагогический институт  
имени А.П. Чехова», Таганрог, e-mail: mily83@rambler.ru*

Рынок труда занимает важное место в системе социально-трудовых отношений. В статье рассматривается модель, отражающая позитивное влияние роли труда и социально-трудовых отношений на развитие человеческого капитала в современной России. Труд и социально-трудовые отношения, по нашему мнению, являются фундаментом существования не только общества в целом, но и общественно-экономических отношений. На примере Ростовской области демонстрируется реализация благоприятной социальной политики в области развития социально-трудовых отношений на современном этапе.

**Ключевые слова:** труд, рынок труда, составляющие социально-трудовой сферы, социальная политика, социально-трудовые отношения, человеческий капитал.

## THE MONITORING FEATURES DEVELOPMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC PROCESSES OF THE REGION

**Lemanova P.V.**

*VPO «Taganrog State Pedagogical Institute named AP Chekhov», Taganrog, e-mail: mily83@rambler.ru*

The labor market takes an important place in the system of sociolabor relations. In the article is considered the model, reflecting positive influence of the role of work and sociolabor relations on development of the human capital in the modern Russia. Labor and sociolabor relations, in our opinion, are the base of the existence not only a whole society, but also socioeconomic relations. Besides, on an example of the Rostov region is shown realization of positive social policy in the field of sociolabor relations.

**Keywords:** labor, a labor market, components of sociolabor sphere, social policy, sociolabor relations, the human capital

Рынок труда является одним из самых сложных рынков, существующих в современном социуме. Он представляет собой систему общественных отношений, которые отражают уровни развития социума, а также достигнутый в конкретный период баланс интересов между присутствующими на рынке труда силами: предприятиями субъектами трудовой деятельности. Специфика современного рынка труда состоит в том, что объектом трудовых контрактов является человек, его способность к трудовой деятельности.

С экономической точки зрения, труд является важнейшим производственным ресурсом, без которого не возможно существование ни фирмы, ни предприятия, поскольку без труда не возможен производственный процесс.

Реформирование экономики на рыночных началах способствовало созданию такой ситуации, при которой работа по найму явилась основной формой занятости: через рынок труда устраиваются 86,9% рабочей силы, а 13,1% занятых являются индивидуальными и совместимыми собственниками средств производства: члены кооперативов, коллективных предприятий и организаций [2].

В реальной практической деятельности между работником и работодателем не существуют чисто трудовые отношения без социальной составляющей. Работодатель

в соответствии с трудовым законодательством обязан создавать работнику необходимые социальные условия труда: организационные, санитарно-гигиенические, безопасные (охрана труда), социально-культурные, социально-страховые и др. Кроме того, в общий блок социально-трудовых отношений входит: социальное партнерство, социальная защита, подготовка, переподготовка и повышение квалификации работника, пенсионная система и др.

Таким образом, работник как бы постоянно пребывает в определенной сети (кольце) социально-трудовых отношений всю свою жизнь. Социальная функция труда заключается в обеспечении нормального уровня доходов и благосостояния людей, нормального уровня воспроизводства производительных способностей субъекта трудовой деятельности. Составляющие социально-трудовой сферы субъекта трудовой деятельности отражены нами в виде следующей модели.

Заметим, что эти отношения принимают форму своеобразного инструментария в процессе накопления профессионализма работниками (субъектами трудовой деятельности), то есть эти отношения перманентно присутствуют в его жизни и независимо от желания человека оказывают позитивное или негативное влияние на его человеческий капитал. Труд, таким образом, мы можем рассматривать как посто-

янный инструмент, оказывающий влияние на формирование знаний, навыков, профессиональных компетенций и мотиваций человека к трудовой деятельности. Например, неудовлетворительные социально-тру-

довые отношения могут привести субъекта трудовой деятельности к смене профессии, переходу на новое место работы и, соответственно, привести к изменению структуры индивидуального человеческого капитала.

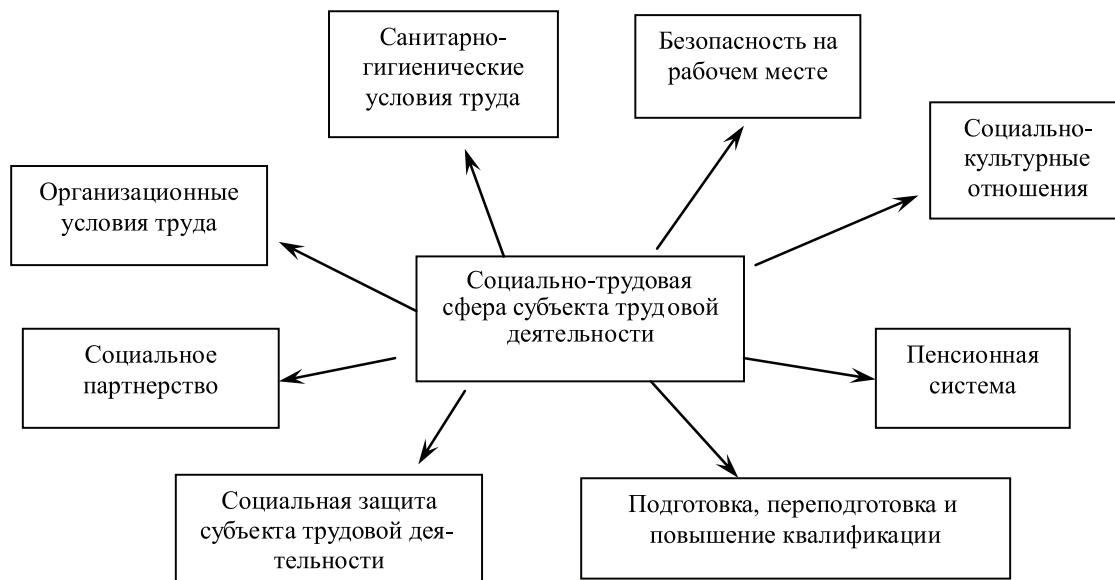


Рис. 1. Модель 1. Составляющие социально-трудовой сферы (составлено автором)

Очевидно, что труд является механизмом (инструментом, приемом, способом), который применяется сознательно или неосознанно для повышения профессионализма субъекта трудовой деятельности. Человек, используя социально-трудовые отношения как инструмент, ищет ту про-

фессию, которая его удовлетворяет в наибольшей степени. Механизм влияния социально-трудовых отношений на развитие человеческого капитала представлен нами в модели 2 (рис. 2), которая единой нитью связывает социально-трудовые отношения и развитие человеческого капитала.

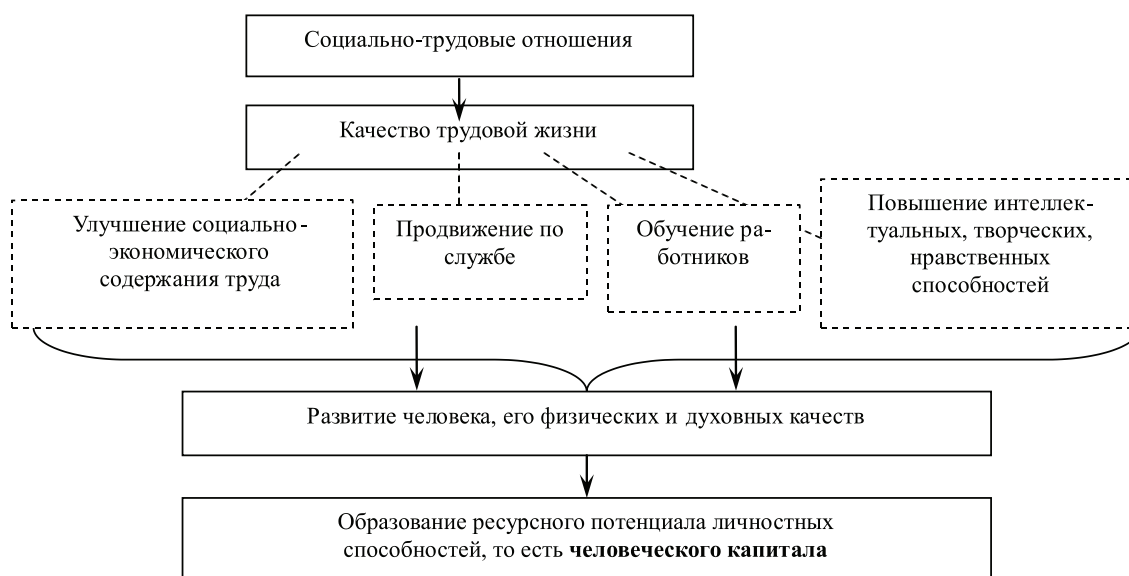


Рис. 2. Модель 2. Влияние социально-трудовых отношений на развитие человеческого капитала (составлено автором)

В настоящее время происходят коренные эволюционные изменения в экономических отношениях страны, поэтому возникла необходимость поиска новых эффективных подходов к повышению производительности труда. Наибольший интерес в этом контексте представляют подходы, обозначенные в теории человеческих отношений, согласно которой виртуально – чувственный характер использования материальных и физических условий труда, влияют на его производительность (в качестве посредника) как признак.

Экспертный анализ имеющихся литературных данных, материалов различных исследований, официальных источников показывает, что в современной отечественной государственно-распорядительной системе постоянно присутствуют такие направления, которые означают, непременно, активное участие государства в экономической жизни общества, что, безусловно, сдерживает развитие соответствующей либеральной социальной политики и затрудняет использование эффективных ее инструментов для создания человеческого капитала.

В России во второй половине 90-х годов XX века, по мере стихийного распределения трудовых ресурсов, рынок труда преобразовался в рынок гражданской силы, который естественно не смог сохраниться как единое целое. Он распался на два независимых подразделения, обслуживающих различные хозяйственные сферы [1].

Социальные последствия неудачного перехода к рынку, к рыночным отношениям государство возложило на администрацию предприятий и трудовые коллективы. Вследствие чего, в российской действительности появилась негативная деятельность руководителей предприятий, выходящая за рамки цивилизованных трудовых отношений. В России был период, когда сохранялось рабочее место без оплаты труда; практиковалась неполная выплата заработной платы; прекращалась выплата заработной платы на долгие месяцы; происходила переподготовка кадров для работы на технологически отсталых и экологически опасных производствах, и потому длительное время пустовали рабочие места.

Заметим, что в этот же период активно процветал так называемый теневой, фиктивный рынок труда, обслуживающий национальные трудовые ресурсы. Этот теневой рынок труда имел дело с безработными, получающими мизерные пособия, а так же с теми, кто получал нищенскую заработную плату и искал дополнительные заработки по совместительству. Такая не-

гативная ситуация длилась в течение, примерно, десяти лет.

В настоящее время первостепенное значение в области социально-трудовых отношений приобретает государственная политика. Ее роль состоит в реализации функций социальной защиты населения и является, несомненно, основным базовым элементом государственной политики.

Примерами реализации государственной политики в области социально-трудовых соглашений на современном этапе являются действия Администрации Ростовской области по формированию благоприятного климата на рынке труда. Так, в 2010 году в Ростовской области продолжилось динамичное развитие социального партнерства как действенного механизма формирования условий для достойного труда на всех его уровнях. Система социального партнерства представлена областной трехсторонней комиссией по регулированию социально-трудовых отношений и территориальными трехсторонними комиссиями, созданными во всех муниципальных образованиях области.

Основной формой реализации социального партнерства являются заключаемые в организациях коллективные договоры, а также соглашения на региональном (областном) и территориальном уровнях. По состоянию на 1 января 2011 года в области активно действуют: областное соглашение между Администрацией Ростовской области, Федерацией профсоюзов, Союзом работодателей Ростовской области; трехсторонние соглашения, заключенные в 55-ти муниципальных образованиях; отраслевые соглашения, устанавливающие нормы оплаты труда, а также социальные гарантии и льготы для работников отрасли на областном (17) и муниципальном (67) уровнях; иные (1587) соглашения о социально-экономическом сотрудничестве, заключенные между администрациями муниципальных образований и хозяйствующими субъектами; коллективные договоры в 10135 организациях (учреждениях) области.

Координация деятельности данного направления осуществляется трехсторонними комиссиями по регулированию социально-трудовых отношений на областном и муниципальном уровнях. Так, на заседаниях областной трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений рассмотрены вопросы, касающиеся итогов проведения оздоровительной кампании детей по итогам 2010 года; подведения итогов проведения в 2010 году

конкурса «Коллективный договор – основа эффективности производства и защиты социально-трудовых прав работников» и регионального этапа всероссийского конкурса «Российская организация высокой социальной эффективности»; ликвидации задолженности по выплате заработной платы на предприятиях области; эффективности работы по развитию социального партнерства в сфере трудовых отношений на муниципальном уровне по итогам 2010 года; прав профсоюзов и мер по предотвращению их нарушений; организации и проведения областного конкурса «Коллективный договор – основа эффективности производства и защиты социально-трудовых прав работников» и регионального этапа всероссийского конкурса «Российская организация высокой социальной эффективности»; системы контроля за обеспечением государственных гарантий в области занятости населения, приема на работу инвалидов в пределах установленной квоты; проекта Соглашения между Администрацией Ростовской области, Федерацией профсоюзов, Союзом работодателей Ростовской области на 2011–2013 годы [3].

С целью решения стоящих задач в области регулирования социально-трудовых отношений Министерством труда и социального развития Ростовской области постоянно изучалась и изучается работа администраций муниципальных образований по вопросам: развития договорных отношений в трудовой сфере; снижения социальной напряженности и предотвращения трудовых конфликтов в территориях; доведения минимальной заработной платы до уровня, предусмотренного областным трёхсторонним Соглашением на 2008–2010 годы; ежемесячно обновляется и анализируется региональный банк данных по установлению минимального размера оплаты труда организациями области. По состоянию на 1 января 2011 года в банк данных было включено 6784 организации, в которых 563,7 тыс. человек.

Нарушением трудового законодательства работодателями области остается нарушение сроков выплаты заработной платы. Так, на начало 2010 года сумма задолженности по заработной плате в области по данным Ростовстата составляла 14,2 млн руб. 529 работникам по шести предприятиям (рис. 3).

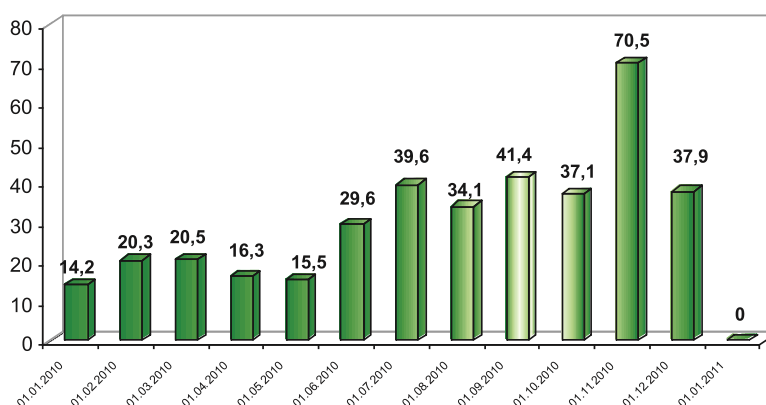


Рис. 3. Динамика суммы задолженности по заработной плате в 2010 году (млн руб.)

Для ликвидации задолженности по заработной плате принимались следующие меры: ежедневный контроль совместно с отраслевыми министерствами за изменением суммы задолженности; ежедекадный мониторинг задолженности по заработной плате в разрезе территорий и предприятий по видам экономической деятельности; проведено 36 заседаний областной межведомственной комиссии по организации взаимодействия государственных органов, осуществляющих контроль за соблюдением трудового законодательства (проведено

17 совещаний с руководителями отраслевых министерств и администраций муниципальных образований). Аналогичные комиссии созданы в муниципальных образованиях области, на них рассматриваются вопросы задолженности оплаты труда работников предприятий.

Администрацией области постоянно осуществлялись мероприятия по улучшению условий и охраны труда в 2006–2010 годах. По итогам их выполнения на 1 января 2011 года в области завершена аттестация 805,5 тыс. рабочих мест. За 2010 год коли-

чество аттестованных рабочих мест в регионе увеличилось на 23,5 тыс. по сравнению с 2009 годом.

Регулярно проводились и продолжают проводиться меры по обеспечению занятости работников, высвобождаемых в результате сокращения объемов производства. Так, на 31 декабря 2010 года 9 159 человек работали в режиме неполной занятости в 139 организациях области (на 31.12.2009 – 40 259 работников на 280 предприятиях), в том числе: 7 954 человека работали в режиме неполного рабочего времени; 927 работников – в режиме приостановки (простоя); 278 человек были направлены в отпуск без сохранения заработной платы.

В целях обеспечения занятости работников, высвобождаемых в результате сокращения объемов производства, снижения напряженности на рынке труда, постановлением Администрации Ростовской области утверждена ведомственная целевая программа «Снижение напряженности на рынке труда Ростовской области на 2010 год» (далее – Программа). Первоначальный объем финансирования Программы составлял 291,8 млн рублей. Общая численность участников Программы составляла 8 350 человек.

Всего в мероприятиях Программы в 2010 году приняли участие 9 831 человек (включая 614 человек, трудоустроенных на дополнительно созданные рабочие места). За счёт реализации мероприятий по содействию занятости населения области и дополнительных мер по снижению напряженности на рынке труда в Ростовской области удалось обеспечить снижение уровня регистрируемой безработицы в течение 2010 года с 1,7% от экономически активного населения до 1,3% при планируемом показателе 1,5%.

Основные направления по развитию социально-трудового партнерства в Ростовской области на 2011 год заключаются в реализации обязательств, принятых Соглашением между Администрацией Ростовской области, Федерацией профсоюзов Ростовской области и Союзом работодателей Ростовской области на 2011–2013 годы; в проведении мероприятий, направленных на рост общего количества заключенных коллективных договоров в организациях области за 2011 год в среднем на 3,0% и увеличении процента охвата коллективными договорами работников к среднесписочной численности работников по действующим предприятиям; в активном вовлечении в коллективно-договорные отношения предприятий малого бизнеса и индивидуальных предпринимателей с охватом

не менее 35% работающих в этой сфере; в создании представительных органов социального партнерства в городских и сельских поселениях; в проведении мониторинговых исследований развития социально – трудовой сферы области; в принятии мер по снижению социальной напряженности и предотвращению трудовых конфликтов; в проведении на региональном уровне Всероссийского конкурса «Российская организация высокой социальной эффективности»; в доскональном изучении работы администраций муниципальных образований по вопросам развития социального партнерства в территориях; в утверждении и реализации областных и территориальных мероприятий (программ) по улучшению условий и охраны труда на 2011–2015 годы; в реальном содействии проведению работодателями аттестации рабочих мест по условиям труда, снижении количества рабочих мест, не отвечающих требованиям охраны труда и санитарно-гигиеническим нормам; в продолжении работы по повышению информированности работодателей и работников по вопросам безопасности труда; в проведении областного мониторинга внутрифирменной подготовки персонала; в участии в разработке регионального заказа на подготовку квалифицированных рабочих кадров в системе начального профессионального образования, в содействии развитию кадрового потенциала через систему социального партнерства [5].

На территории Ростовской области на 1 января 2010 года действовало 1727 соглашений всех уровней, что на 21,4% больше соответствующего показателя 2009 года. Из них: 1 региональное, 84 отраслевых тарифных соглашения (17 на региональном уровне и 67 на территориальном уровне), 55 территориальных трехсторонних соглашений и 1587 иных соглашений, заключенных сторонами социального партнерства по отдельным направлениям регулирования социально-трудовых отношений.

За последние пять лет количество заключаемых в области соглашений выросло практически в 7 раз и этот показатель развития социального партнерства находится в устойчивой позитивной динамике.

На предприятиях и в организациях всех форм собственности заключено 10135 коллективных договоров, что на 0,5% больше, чем в предыдущем году. Представлено на уведомительную регистрацию 10079 договоров, что составляет 99,4% от числа коллективных договоров. Количество действующих коллективных договоров за 2006–2010 годы представлено на рис. 4.



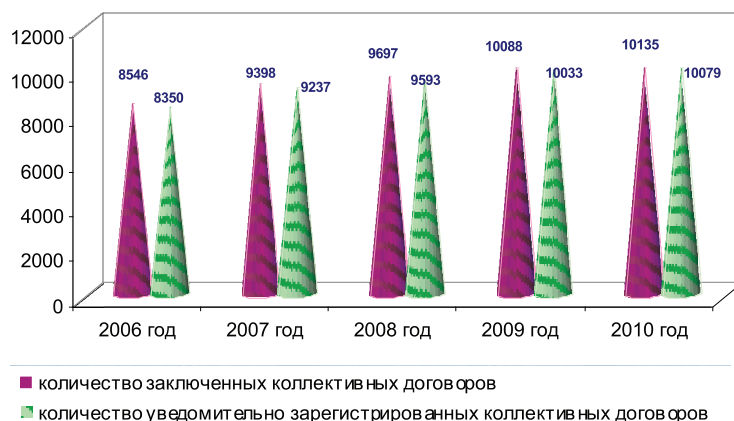


Рис. 4. Количество действующих коллективных договоров за 2006–2010 годы (единиц)

По совершенствованию коллективных договоров и регулированию социально-трудовых отношений в Ростовской области были сформулированы предложения касающиеся: принятия Федерального Закона «О социальном партнерстве»; принятия Концепции развития социального партнерства в Российской Федерации; упорядочения полномочий органов местного самоуправления по реализации положения статей 50, 51 Трудового кодекса Российской Федерации в части регистрации коллективного договора, соглашения и контроля над их выполнением; уточнения на законодательном уровне механизма присоединения к соглашениям всех уровней.

Приведенные данные показывают, что важную роль в построении эффек-

тивной и справедливой системы социального партнерства в Российской Федерации на Федеральном уровне призвано играть государство, а на региональном уровне – административные органы местного самоуправления. Для этого нужно выполнять как правовую, так и экономическую функции социально-трудовых отношений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушмарин И. Аномалии российского рынка труда // МЭ и МО. – 1998. – № 2.
2. Котляр А. О. О понятии рынка труда // Вопросы экономики. – 1998. – № 1.
3. Официальный сайт Администрации Ростовской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.donland.ru>.

*«Технические науки и современное производство»,  
Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.*

*Химические науки*

**ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ  
МОДИФИЦИРОВАННОГО ПА 6  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХИМИЧЕСКОГО  
СОСТАВА ПОЛИТИТАНАТОВ КАЛИЯ**

Трофимов М.Ю.

*Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического  
университета имени Гагарина Ю.А., Энгельс,  
e-mail: tichomirova\_ei@mail.ru*

Инновационный этап развития различных отраслей экономики требует использования широкого спектра полимерных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами. На отечественном рынке полимеров востребованы и активно используются полиамиды, среди которых важным является полиамид 6 (ПА 6), благодаря ценному комплексу его потребительских свойств. Однако применение полиамидов как конструкционных материалов, например, в узлах трения, ограничено из-за их низкой твердости, повышенного коэффициента термического расширения, нестабильности размеров. Эффективным способом повышения эксплуатационных свойств полимеров является их модификация нано- и субмикроразмерными наполнителями, позволяющими направленно регулировать процессы формирования его надмолекулярной структуры и, следовательно,

свойства получаемого материала. Особый интерес для полимеров в этом плане представляют такие приоритетные модифицирующие системы как полититанаты калия (ПТК).

В связи с этим целью данной работы являлось изучение структуры и свойств полиамида 6 инженерно-технического назначения, модифицированного на стадии синтеза ПТК. Доказано, что субмикроразмерные частицы тетратитаната калия (ТТК), вводимого в количестве 0,25–1,0 % в полимеризующую систему на стадии синтеза ПА-6, играют роль «структурирующей» добавки, активно влияющей на формирование надмолекулярной структуры модифицированного полимера, что и обеспечивает повышение его степени кристалличности (на 23 %) и уменьшение размеров кристаллитов (с 42 до 28 Å). Влияние тетра- и гексатитанатов калия проявлялось в увеличении текучести расплава полимера, особенно значительном (в 2,5 раза) при введении слоистых чешуйчатых частиц  $K_2O \cdot 4TiO_2$ . При использовании гидратированной формы ТТК ( $pH \approx 7$ ) в полимере увеличивалась доля упорядоченных областей (на 9–14 %), что способствовало повышению его физико-механических свойств. Отмечено, что модифицирующий эффект при полимеризационном наполнении ПА-6 достигается только при введении 30–40 % ТТК, т.к. при содержании 10–20 %

*«Современные наукоемкие технологии»,  
Доминиканская Республика, 13-22 апреля 2013 г.*

*Технические науки*

**СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО  
GPS-МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Хмельницкий А.К.

*ИИТСУ, СПбГТУ РП, Санкт-Петербург,  
e-mail: xmelnak@mail.ru*

За последнее десятилетие значительно увеличилось количество служебного легкового и грузового автотранспорта на дорогах, в связи с чем стал актуальным вопрос по использованию системы дистанционного **GPS-мониторинга** и контроля транспортных средств, которые представляют собой программно-аппаратный комплекс, дающий возможность выполнять оперативное слежение, управление, контроль и анализ действий отдельной машины или автотранспортного парка в целом. Подобная система дает возможность

оператору получать информацию о транспортном средстве, например, маршрут машины, количество остановок, правонарушений, связанных с превышением скорости и т.п.

Бортовой блок является неотъемлемой составляющей системы мониторинга, который представляет собой микрокомпьютер, установленный на машине. Получая информацию от встроенного навигационного терминала GPS и датчиков, установленных на транспортном средстве, бортовой блок обрабатывает и затем передает ее по сетям сотовой связи GSM на центральный сервер, работающий постоянно. Также автомобиль целесообразно снабжать GSM-видеокамерами.

Эффективность работы системы мониторинга транспорта оценивается по способности определять расход топлива, которое потребовалось на выполнение тех или иных операций.

В настоящее время существует несколько методов оценки расхода топлива: контроль **фактического расхода** топлива с применением проточных датчиков расхода топлива, необходимо отметить, что при правильном выборе датчиков и квалифицированном монтаже погрешность измерения составляет менее 1%; измерение уровня топлива в баке и вычисление расхода топлива по наличию его в баке; определение расхода по пробегу.

Система GPS-мониторинга предоставляет возможность не только следить за автотранспортом, но и сличать полученные данные с маршрутом, оперативно, в on-laine режиме информировать оператора о любых отклонениях, ошибках и нарушениях водителей.

**«Современные проблемы клинической медицины»,  
Ямайка, 16-26 апреля 2013 г.**

**Биологические науки**

**ТЭС-ТЕРАПИЯ ПРИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИНФАРКТЕ  
МИОКАРДА У КРЫС**

Апсаламова С.О., Каде А.Х., Колесникова Н.В.,  
Занин С.А., Туровая А.Ю., Бакумченко Н.М.,  
Байкова Е.Е., Богданова Ю.А.

ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России, Краснодар,  
e-mail: zanin77@mail.ru

Грозный характер течения инфаркта миокарда (ИМ) и поиск возможностей снизить высокую летальность придают особую актуальность знанию о его патогенезе. В развитии ИМ последнее время огромное внимание уделяется цитокиновому дисбалансу, который является провокатором фатальных нарушений в миокарде [5].

ТЭС-терапия – метод, предложенный профессором В.П. Лебедевым и соавт. (1983). В его основе которого лежит активация опиоидергических структур головного мозга. Она обладает многообразным эффектом, общей направленностью которых является нормализация гомеостаза организма. Это многообразие в значительной мере обусловлено возрастанием в крови  $\beta$ -эндорфина, который выделяются активированными структурами антиноцицептивной системы [1, 2, 3, 4, 6].

Ранее изучено влияние ТЭС-терапии на репаративные процессы у больных ИМ и показано: ускорение формирования постинфарктного рубца, развитие компенсаторной гипертрофии внеинфарктных отделов миокарда, снижение числа случаев развития сердечной недостаточности и числа рецидивов ангинозных болей, кроме того, улучшается общее состояние гемодинамики [1, 2].

Таким образом, использование этого метода для лечения больных ИМ позволит избежать основных недостатков (дороговизна, труднодоступность, низкая эффективность) имеющихся в настоящее время методов лечения

Цель работы: оценить влияния ТЭС-терапии на цитокиновый статус у крыс с моделью инфаркта миокарда с позиций содержания  $\beta$ -эндорфина.

**Материалы и методы исследования.** Все эксперименты проведены на 50 здоровых бе-

лых нелинейных крысах-самцах, возраст которых колебался от 9 месяцев до 1 года, массой  $200 \pm 50$  граммов. Для выполнения оперативного вмешательства и забора крови из нижней полой вены животным проводили наркоз смесью хлоралозы (50 мг/кг внутривентриально) и ксиланита (5 мг/кг внутривентриально).

В работе был изучен уровень провоспалительных цитокинов (ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-6, ФНО- $\alpha$ ) и концентрация в сыворотке крови  $\beta$ -эндорфина.

Выделяли 5 групп животных, из которых: I группа животных ( $n = 10$ ) – контрольная: интактные крысы, у которых производился забор крови из нижней полой вены на ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-6, ФНО- $\alpha$  и  $\beta$ -эндорфины. II группа животных ( $n = 10$ ) – ложнооперированные крысы: животные, которым под наркозом производили торакотомию и вскрытие перикарда, но не моделировали ИМ, затем через 2 часа производили забор крови из нижней полой вены исследуемые цитокины. III группа животных ( $n = 10$ ) – животные с моделью ИМ: животные, которым после наркоза с последующей торакотомией, вскрывали перикард и моделировали ИМ посредством перевязки левой коронарной артерии (ЛКА). Через 2 часа брали кровь из нижней полой вены на показатели цитокинового статуса. IV группа животных ( $n = 10$ ) – животные с моделью ИМ и проведением ТЭС терапии: животные, которым после наркоза с последующей торакотомией, вскрывали перикард и моделировали ИМ посредством перевязки ЛКА, а далее проводили сеанс ТЭС-терапии. Показатели цитокинового профиля изучались через 2 часа после сеанса. V группа животных ( $n = 10$ ) – животные с предварительной ТЭС-терапией и последующим моделированием ИМ: группа животных, которым за 2 часа до моделирования ИМ посредством перевязки ЛКА проводили сеанс ТЭС-терапии. Показатели цитокинового статуса и  $\beta$ -эндорфины изучались через 2 часа после моделирования ИМ.

У всех экспериментальных животных регистрировали ЭКГ до операции, через 30 минут после получения модели ИМ, через 2 часа после операции, после проведения сеанса ТЭС-терапии. Для регистрации использовали

портативный электрокардиограф ЭК 1Т-04 II («Аксион», Россия). Оценку ЭКГ проводили во II стандартном отведении.

Экспериментальным животным ТЭС-терапия проводилась модифицированным двух-программным электростимулятором «ТРАНС-АИР-1» в анальгетическом режиме в IV группе через 2 часа от создания экспериментального ИМ по выше описанной методике и в V группе за 2 часа до создания модели ИМ. Параметры ТЭС-терапии для крыс: частота  $70 \pm 2$  Гц, длительность импульса  $3,75 \pm 0,25$  мс, величина суммарного тока 0,6–2,5 мА [2].

Расположение подкожных игольчатых электродов фронто-мастоидальное (два катода помещены на лоб в надбровных областях, двоянный анод – позади ушных раковин). Длительность сеанса во всех случаях составляла 45 минут.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли методами непараметрической статистики на компьютере с использованием программного обеспечения «Statistika 6.0 for Windows» фирмы «Stat Soft, Inc.» и «Microsoft Office Excel 2003». Полученные результаты исследуемых групп после статистической обработки выражали в виде средних значений ( $M$ ) и ошибки среднего ( $m$ ). Сравнение выборок проводилось по непараметрическому критерию Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова с установлением уровня значимости  $*p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования и обсуждение.** Уровень ИЛ-1 достоверно ( $*p \leq 0,05$ ) повышался в группе ложнооперированных животных (группа II) по отношению к группе контроля. Это повышение связано с активацией вновь синтезируемых медиаторов воспаления, к которым относятся цитокины. Его содержание также достоверно увеличивалось у крыс с ИМ (группа III) по отношению к контролю ( $*p \leq 0,05$ ). Уровень этого цитокина возрастал у них в 10 раз по сравнению с контролем и 2,5 раза по сравнению с группой ложнооперированных животных (группа II). При сравнении групп животных ИМ + ТЭС (группа IV) и ТЭС + ИМ (группа V) с ИМ (группа III) у них выявлено достоверное снижение уровня этого показателя ( $*p \leq 0,05$ ). Однако, в группе животных ИМ + ТЭС (группа IV) содержание ИЛ-1 приходило к норме, а в группе ТЭС + ИМ (группа V) отмечалась тенденция к снижению. Таким образом, проведение ТЭС-терапии после моделирования ИМ и перед моделированием патологии оказывает выраженный противовоспалительный эффект.

Изменения содержания ИЛ-6 были аналогичны изменениям ИЛ-1. Так во II и IV группе его уровень достоверно увеличивался по отношению к контролю и достоверно снижался в IV и V группах по отношению к III группе.

Содержание ФНО- $\alpha$  достоверно ( $*p \leq 0,05$ ) возрастало в группе животных с ИМ (группа III) по отношению к контрольной группе. В IV и V

группах оно приближалось к норме в отличие от животных III группы.

Концентрация  $\beta$ -эндорфина в группе ложнооперированных животных достоверно снижена по отношению к группе контроля ( $*p \leq 0,05$ ), а в группе животных с ИМ его концентрация достоверно снижена по отношению к группе контроля ( $*p \leq 0,05$ ) и отличается в 5 раз и 2 раза ниже по отношению ко II группе. В IV группе при ТЭС-терапии после получения модели эти опиоиды достоверно повышаются ( $*p \leq 0,05$ ) по отношению к III группе и достигают уровня группы контроля. Они увеличиваются в 5 раз. В V группе отмечена тенденция к повышению этих веществ. Их концентрация увеличилась в 2 раза по отношению к группе животных с ИМ.

Выводы. Применение ТЭС-терапии приводит достоверному снижению уровня провоспалительных цитокинов (ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО- $\alpha$ ) при моделировании инфаркта миокарда и достоверному росту  $\beta$ -эндорфина. Использование ТЭС-терапии показано в комплексном лечении ИМ (при отсутствии противопоказаний для ее применения), особенно, на ранних стадиях инфаркта миокарда. Эффекты ТЭС-терапии опосредованы активацией  $\beta$ -эндорфина.

#### Список литературы

1. Борисенко В.Г. Повышение устойчивости миокарда к ишемии методом ТЭС-терапии (экспериментально-клиническое исследование): дис. ... канд. мед. наук. – Краснодар, 2009. – 102 с.: ил.
2. Способ лечения больных с острым инфарктом миокарда / А.П. Голиков, В.А. Рябинин, В.П. Лебедев [и др.]. – А. с. СССР, 1989. – № 1507404.
3. Влияние транскраниальной электростимуляции на репаративные процессы у больных инфарктом миокарда / А.П. Голиков [и др.] // Кардиология. – 1989. – Т. 29. – № 12. – С. 45–48.
4. Лебедев В.П. Участие опиоидных и других медиаторных механизмов в регуляторных функциях антиноцицептивной системы мозга при ее транскраниальной активации // 15 съезд Всесоюз. физиол. о-ва им. И.П. Павлова: тез. докл. – Кишинев, 1986. – Т. 1. – С. 162–163.
5. Сыркин А.Л. Инфаркт миокарда. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Мед. информ. агентство, 2003. – 466 с.
6. Joy M.L.G. Low frequency current density imaging in rabbits / M.L.G. Joy, V.P. Lebedev // Ann. of Biomed. Engin. – 1993. – Vol. 21, suppl. 1. – P. 56.

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЖЕЛУДКА МОРСКОЙ СВИНКИ И КРЫСЫ

Петренко В.М.

Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com

У человека желудок находится влево от средней линии, за исключением привратника, имеет очень вариабельную форму, которая зависит от степени наполнения органа, в норме выделяют 3 рентгенологические формы (Максименков А.Н. и др., 1972) – рога (20–55% людей, обычно брахиморфного телосложения), крючка (36–90% людей, с долихо- и мезоморфным телосложением, чаще у женщин) и чулка (0–9% людей, долихоморфное телосложение). Желудок человека обычно разделяют на кардиаль-



ную и пилорическую части и тело между ними, а также свод или дно, степень выраженности которого очень варьирует.

Желудок белой крысы отличается меньшей вариативностью формы, которая может быть расценена как крючковидная, более изогнут, положение приближается к поперечному, с низким размещением кардиальной части, что встречается у человека при опущении желудка. Желудок крысы отличается также:

- 1) постоянно хорошо выраженным дном, который всегда длиннее и шире тела (у человека – наоборот), пилорическая часть еще уже;
- 2) большей крутизной кривизн;
- 3) большим сближением входного и выходного отверстий;
- 4) местом впадения узкого пищевода – в середину короткой малой кривизны;
- 5) хорошо выраженной поперечной бороздой на границе между телом и пилорической частью.

Желудок у разных крыс может иметь не только разную относительную ширину, но и разную абсолютную ширину на протяжении органа – сужение дна и расширение пилорической

части, например, что приводит к изменению формы желудка, когда она приближается к подковообразной.

Желудок у морской свинки по форме и строению ближе к человеку, чем к крысе, у которой пищевод заканчивается на середине малой кривизны желудка, менее изогнут, чем у крысы, у которой желудок имеет форму крючка. Желудок морской свинки имеет:

- 1) форму подковы или деформированного рога;
- 2) 4 части – кардиальная, дно (голова «эмбриона»), тело (сердечный и печеночный выступы «эмбриона»), пилорическая (хвост «эмбриона»);
- 3) 3 циркулярные перетяжки – проксимальную (субкардиальная – на малой кривизне тела, неполная), дистальную (пилоруса, наибольшая) и промежуточную (пилорический части).

Индивидуальные варианты строения желудка у морской свинки отличаются степенью искривленности пилорической части: I вариант – наиболее искривлена так, что желудок отдаленно напоминает крючок, II вариант – наименее искривлена, желудок напоминает рог.

### *Медицинские науки*

#### **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА**

Ахминеева А.Х., Полунина О.С.,  
Воронина Л.П., Севостьянова И.В.

ГБОУ ВПО «Астраханская государственная  
медицинская академия» Минздрава России,  
Астрахань, e-mail: admed@yandex.ru

**Цель исследования.** Изучить функциональное состояние сосудистого эндотелия при ишемической болезни сердца (ИБС).

**Материалы и методы.** Работа выполнена в рамках реализации гранта Президента РФ по государственной поддержке молодых ученых-кандидатов наук за проект «Эндотелиальная дисфункция и оксидативный стресс в развитии респираторно-кардиальной коморбидности» (МК-5572.2013.7). Обследовано 45 больных ИБС и 50 соматически здоровых лиц г. Астрахани. Средний возраст исследуемых –  $45,1 \pm 10,4$  года (от 38 до 62 лет). Длительность течения ИБС –  $6,2 \pm 4,6$  года (от 1 до 18 лет). Исследование функционального состояния сосудистого эндотелия проводилось методом лазерной доплеровской флоуметрии. Для осуществления сравнительного анализа эндотелий-зависимой и эндотелий-независимой вазодилатации нами вычислялся коэффициент эндотелиальной функции сосудистого эндотелия.

**Результаты исследования.** В группе больных ИБС значение медианы коэффициента эндотелиальной функции составило 0,78 при интерквартильных и интерпроцентильных размахах [0,73; 0,89] и [0,68; 0,94] соответственно, что было статистически значимо ниже, чем в группе соматически здоровых лиц ( $p = 0,000001$ ). Это указывало на развитие у пациентов с ИБС эндотелиальной дисфункции (ЭД). У 46% больных ИБС встречалась умеренная ЭД. Выраженная ЭД у пациентов данной группы встречалась статистически незначимо ( $\chi^2 = 0,17$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,679$ ) чаще, чем умеренная – в 54% случаев.

Далее мы провели оценку частоты встречаемости у пациентов с ИБС различных типов реагирования микрососудистого эндотелия на ионофорез эндотелий-зависимого вазодилатора (5% раствора ацетилхолина), выражающихся в различном времени подъема и спада доплерограммы. Преобладающим типом реагирования микрососудистого эндотелия при ИБС был гипореактивно-декрементный тип, обнаруженный у 57% пациентов; у 29% пациентов выявлен гиперреактивно-декрементный тип.

**Выводы.** Основным свойством микрососудистого эндотелия, характерным для ишемической болезни сердца, явилось уменьшение продолжительности вазодилатации (декрементные типы реагирования), указывающее на развитие эндотелиальной дисфункции.



**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-  
МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРИМЕНЕНИЯ КОЛЛАГЕНА ПРИ ЛЕЧЕНИИ  
РАН МЯГКИХ ТКАНЕЙ**

Глухов А.А., Фролов Р.Н., Андреев А.А.,  
Алексеева Н.Т.

*Воронежская государственная медицинская  
академия им. Н.Н. Бурденко, Воронеж,  
e-mail: alexeevant@list.ru*

Поиски эффективных методов для лечения ран мягких тканей с учетом морфологических преобразований, происходящих в ране, сделали актуальным объединение хирургов и морфологов [3, 4, 6]. Ликвидация повреждения при раневом дефекте является примером репаративной регенерации, для стимулирования которой применяются различные методы регионального воздействия [1, 2, 5].

**Целью настоящей работы** явилось изучение эффективности применения различных способов введения коллагена при лечении ран мягких тканей.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на 84 половозрелых крысах-самцах массой  $250 \pm 25$  г. Всем животным под наркозом на передней поверхности бедра наносили стандартную линейную асептическую рану  $1,0 \times 0,5$  см. Лечение осуществлялось сразу после моделирования. В контрольной группе лечение не проводилось. В 3-х опытных группах для лечения применялся гидролизат коллагена с содержанием сухого вещества 16%, произведенного согласно способу получения функционального коллагенового гидролизата (патент № RU 2409216C1 от 12.05.2009 г.), разработанного доктором технических наук Л.В. Антиповой с соавторами на базе Воронежского государственного университета инженерных технологий. В первой опытной группе применялось аппликационное нанесение лекарственного вещества на область раны. Во второй опытной группе гидролизат коллагена вводили в виде инъекций на глубину 0,5 см из расчета 2 мл на  $1 \text{ см}^2$ , что обеспечивало оптимальное содержание вещества по всему объему околораневой зоны без лишней травматизации тканей. В третьей группе применялся комбинированный подход – сначала проводились инъекции, а затем – аппликации гидролизатом коллагена.

Для выбора наиболее эффективного способа лечения проводила морфологические исследования. На 1, 3 и 7-е сутки животных выводили из эксперимента. Биопсийный материал фиксировали в 10% нейтральном формалине, изготавливали парафиновые срезы с последующей окраской гематоксилином и эозином с постановкой гистохимической реакции для выявления РНК с Азуром Б по S. Shea. Визуально оценивалась интенсивность цветной гистохимической реакции и топохимия осадка.

**Результаты и их обсуждение.** На первые сутки в контрольной группе отмечается дефект тканей в области раны, околораневая зона густо инфильтрирована нейтрофильными лейкоцитами. На уровне дермы отмечается полнокровие сосудов со стазом эритроцитов и выраженный интерстициальный отек, набухание коллагеновых волокон. Воспалительная инфильтрация проникает в межмышечные пространства, встречаются мышечные волокна с явлениями миолиза. Все эти изменения соответствуют лейкоцитарной фазе регенераторного воспаления, которая характеризуется миграцией лейкоцитов из кровеносного русла в область повреждения. В опытных группах наблюдается сходная морфологическая картина, но явления отека и диффузной инфильтрации лейкоцитами выражены в меньшей степени. Определение гистохимических изменений позволяет оценивать реакцию эпидермиса при восстановлении целостности кожи. У животных контрольной группы при выявлении РНК продукт реакции откладывался в виде базофильной субстанции, различная степень интенсивности указывала на уровень обменных процессов. В функциональном плане наиболее выраженную реакцию дают базальный и шиповатый слои, которые определяют репаративные процессы в эпидермисе. Сохранившийся эпидермис в околораневой зоне начинает активно делиться, что сопровождается изменением обменных процессов. На 1-е сутки в первой опытной группе отмечается умеренная цитоплазматическая базофилия с выраженной реакцией в глубоких слоях эпидермиса. Топохимия осадка в препаратах 2 и 3 опытных групп не отличается от контрольной группы.

На 3-й сутки во всех группах появляются участки молодой грануляционной ткани, в препаратах контрольной группы сохраняется интерстициальный отек. Проллиферативные процессы более выражены на фоне применения гидролизата коллагена. Среди опытных групп различия отмечаются в степени выраженности ангиогенеза, после комбинированного способа введения лекарственного вещества образование грануляционной ткани происходит более активно. Новообразование эпидермиса происходит от периферии к центру. Более активно эти процессы происходят во 2 и 3 опытных группах, что сопровождается усилением гистохимической реакции при выявлении РНК.

К 7-м суткам в контрольной группе сохраняются участки с дефектом эпидермиса, в опытных группах восстановление целостности кожного покрова происходит наиболее интенсивно, но имеются отличия по сравнению с интактной кожей. В 1 и 2 опытных группах определяется утолщение слоев эпидермиса, что свидетельствует о незавершении процессов стратификации, в 3 группе дифференцировка эпидермиса приближается к завершению, преобразование

в покровных тканях сопровождаются повышенным уровнем гистохимической реакции на РНК, что указывает на функциональную активность базального и шиповатого слоев. В пределах дермы определяется зрелая грануляционная ткань, возрастает число коллагеновых волокон, на фоне уменьшения клеточного компонента. На фоне применяемого лечения отмечается преобладание горизонтально ориентированных волокон, а в 3-й опытной группе наблюдается увеличение содержания фиброцитов, что косвенно указывает на завершение формирования соединительной ткани в зоне дефекта на уровне дермы.

Таким образом, морфологические исследования показали уменьшение лейкоцитарной инфильтрации, экссудативных явлений в области раны под действием гидролизата коллагена, начиная с 7-х суток применяемое лечение способствует формированию полноценной грануляционной ткани и покрытию дефекта новообразованным эпидермисом. Установлено, что восстановление тканей происходит более интенсивно на фоне комбинированного введения гидролизата коллагена, в то время как у некоторых животных, получавших лекарственное средство аппликационно или инъекционно, в глубине раны сохраняются мелкие очаги лейкоцитарной инфильтрации и кровоизлияний.

#### Вывод

Оценка способа применения гидролизата коллагена показала, что репаративные процессы протекают более интенсивно при комбинированном введении, когда достигается оптимальное воздействие на эпидермис и глубокие слои дермы, в результате создаются благоприятные условия для купирования воспалительной реакции и потенцируются пролиферативные процессы в области дефекта тканей.

#### Список литературы

1. Варюшина Е.А., Розломий В.Л., Александров Г.В., Рыбальченко О.В., Потокин И.Л., Исаева Е.Н., Симбирцев А.С. Влияние местного применения интерлейкина 18 на цитологические параметры заживления кожной раны // Цитокины и воспаление. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 7–12.
2. Глухов А.А., Остроушко А. П., Семенов С.Н., Алексеева Н.Т., Бутримов Д.Ю. Структурно-функциональные особенности заживления асептических ран мягких тканей при использовании обогащенной тромбоцитами плазмы крови // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – Воронеж, 2010. – Т. 3, № 3. – С. 210–213.
3. Еремин Н.В., Мнихович М.В., Мигляк В.Г., Тернов М.М. Морфология кожной раны под влиянием низкоинтенсивного гелий-неонового лазерного излучения // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2012, № 1. – С. 38–43.
4. Ларичев А.Б. Шишло В.К., Лисовский А.В., Чистяков А.Л., Васильев А.А. Профилактика раневой инфекции и морфологические аспекты заживления асептической раны // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 728–734.
5. Петрова М.Б. Павлова Н.В., Харитонов Е.А. Морфологические особенности заживления ран кожи в условиях применения раствора L-цистеина-нитрата серебра // Морфология. – 2010. – Т. 137, № 4. – С. 154.
6. Привольнев В.В., Каракулина Е.В. Основные принципы местного лечения ран и раневой инфекции // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2011. – Т. 13, № 3. – С. 214–222.

#### К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ АНОМАЛЬНЫХ МАТОЧНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЙ

Дикарева Л.В., Аюпова А.К., Абжалилова А.Р.

Астраханская государственная медицинская академия, Астрахань, e-mail: dikarevalv@mail.ru

Аномальные маточные кровотечения (АМК) являются широко распространенной медицинской и социальной проблемой в большинстве развитых стран среди женщин репродуктивного возраста. Частота АМК по данным разных авторов варьирует от 5 % (Шанькова И.Л., 2007) и даже до 30 % (Kriplani A., 2007) в структуре гинекологической заболеваемости. В последние десятилетия отмечается рост частоты АМК, этиология и патогенез которых недостаточно изучены.

Исследование проводили на базе Астраханского областного перинатального центра и лаборатории физики конденсированного состояния Астраханского государственного университета.

Группа исследования была представлена 26 пациентками с АМК репродуктивного периода в возрасте от 18 до 44 лет ( $35,5 \pm 6,3$  лет), которые поступили в отделение гинекологии с обильными маточными кровотечениями. Контрольную группу составили здоровые женщины, добровольно согласившиеся на участие в эксперименте.

У пациенток с АМК был выявлен большой процент сопутствующей генитальной патологии. Так, наиболее часто наблюдалась миома матки (60 %), хронические воспалительные процессы придатков (51,3 %), хронический метроэндометрит (2,8 %) и полип эндометрия (5,7 %). В контрольной группе гинекологической патологии зарегистрировано не было.

Всем женщинам в экстренном порядке было произведено раздельное диагностическое выскабливание цервикального канала и полости матки. Весь материал, полученный при манипуляции, был направлен на гистологическое исследование. По результатам гистологических заключений было выявлено: железистая-гиперплазия эндометрия в 32,4 % наблюдений, признаки эндометрита в 20,6 % случаев, железисто-фиброзный полип эндометрия в 14,7 % исследований. Кроме того, у 2,9 % (1) пациенток были диагностированы железистый полип цервикального канала и сложная гиперплазия эндометрия.

В последние годы литературные данные свидетельствуют о высокой диагностической информативности технологии «Литос-система» («клиновидная» и «краевая» дегидратация) при различных заболеваниях (Шабалин В.Н., Шатохина С.Н., 2001, 2011), в том числе и при патологии репродуктивных органов, что позволяет применять её у пациенток с АМК.

Исследование структурообразующих элементов дегидратированной капли (фации) проводили при увеличениях от  $\times 10$  до  $\times 80$  с помощью стереомикроскопа M<sup>2</sup>-12 фирмы Leica и цветной цифровой камеры Pixeta. Методом клиновидной дегидратации изучали морфологическую картину фации сыворотки крови и менструальных выделений, при этом проводилась оценка структуропостроения фации в целом (системная организация) и картины локальных структур.

У пациенток с АМК в 38 % случаев был выявлен иррадиальный тип фаций, указывающий на выраженные нарушения гомеостаза. В исследуемых фациях были обнаружены патологические структуры, свидетельствующие о явлениях интоксикации и «жгутовые блоки» – маркеры гипоксического состояния тканей.

Таким образом, полученные предварительные результаты свидетельствуют об информативности технологии «Литос-система» у пациенток с АМК и необходимости продолжения исследований в этом направлении.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЕПАТИТОМ С, ПОЛУЧАЮЩИХ ПРОТИВОВИРУСНУЮ ТЕРАПИЮ**

Донцов Д.В., Перепечай С.Д., Ковтун А.Л.,  
Кобылинский О.Г.

*Ростовский государственный медицинский  
университет, Ростов-на-Дону,  
e-mail: d\_dontcov@mail.ru*

Цель исследования: изучить методом сканирующей электронной микроскопии поверхностную архитектуру эритроцитов периферической крови у больных хроническим гепатитом С (ХГС), получающих комбинированную противовирусную терапию (КПТ). Под наблюдением находилось 54 больных ХГС в возрасте 23–59 лет, 25 из них получали рибавирин в сочетании с пегилированными  $\alpha$ -ИФН, а 29 – с «короткими». Техническая база исследования: растровый электронный микроскоп «Philips XL 30 ESEM-TMP» (Нидерланды). Образцы периферической крови подвергали двойной фиксации и дегидратации по методике Г.И. Козинца с соавт. (1984). Компьютерная цитоморфометрия выполнялась с использованием программного пакета ITEM universal TEM imaging platform (Olympus). Исследование проводилось перед началом КПТ, затем через 4 и 8 недель лечения. Полученные результаты: изначально нормоциты составили  $70,04 \pm 0,94\%$ , эхиноциты –  $9,67 \pm 0,47\%$ , сфероциты и прочие деструктивные формы эритроцитов –  $20,28 \pm 0,65\%$ . Через 4 недели относительное количество нормоцитов было  $60,04 \pm 0,9\%$ , эхиноцитов –  $6,0 \pm 0,14\%$ , сфероцитов и прочих деструктивных форм –  $33,60 \pm 0,42\%$ . Спустя

8 недель КПТ соотношение количества данного типа клеток составило соответственно:  $53,35 \pm 0,63$ ;  $7,47 \pm 0,37$  и  $40,17 \pm 0,42\%$ . Во всех случаях отмечалась статистически значимая разница полученных результатов ( $p < 0,01$ ). Выводы: в ходе проведения КПТ наблюдается достоверное снижение относительного числа нормоцитов и повышение аномальных (стареющих) форм эритроцитов. Как известно, теряющие эластичность сфероциты и прочие деструктивные формы «выбраковываются» макрофагами красной пульпы селезенки, подвергаясь в конечном итоге внесосудистому гемолизу. Полученные результаты представляются весьма логичными, поскольку внутрисосудистый гемолиз, как известно, сопровождается повышением уровня внеэритроцитарного Нб, сывороточного билирубина и развитием гемолитической желтухи, чего у наблюдаемых нами больных ХГС в ходе проведения КПТ не наблюдалось.

#### **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ СПОСОБА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ГЕМОРРОЯ II–III СТЕПЕНИ**

Мидленко В.И., Нгуен Д.Т., Карташев А.А.,  
Евтушенко Е.Г.

*ГБОУ ВПО «Ульяновский государственный  
университет», Ульяновск,  
e-mail: mynewtrashcan@gmail.com*

Хронический геморрой встречается у 126 из 1000 человек трудоспособного возраста. Это заболевание значительно ухудшает качество жизни больных и приводит к длительным срокам нетрудоспособности. Существует множество способов хирургического лечения данного заболевания, а выбор метода операции часто определяется предпочтениями того или иного хирурга.

Целью данной работы является улучшение результатов хирургического лечения хронического геморроя II–III степени у больных путем разработки дифференцированного подхода к лечению у различных групп больных.

**Материалы и методы исследования.** В исследование включено 154 пациента с диагнозом «хронический геморрой», оперированных в период 2008–2011 гг. в хирургических отделениях ГУЗ Ульяновская областная больница № 2 и ГУЗ Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи. Из них мужчин – 80 (52 %), женщин – 74 (48 %). В возрасте от 18 до 80 лет, средний возраст  $47,5 \pm 13,8$  лет.

Все пациенты, в зависимости от подходов к лечению, были разделены на 2 группы. В первую группу включено 46 больных, оперированных в период 2008–2010 гг., которым выполнялась геморроидэктомия по Миллигану-Моргану во второй модификации НИИ Ко-



лопроктологии. Во вторую группу включено 108 больных, оперированных в 2010–2011 гг. с использованием дифференцированного подхода к выбору оперативного вмешательства в зависимости от стадии заболевания и анатомических особенностей пациента.

Выбор способа хирургического лечения геморроя во второй группе осуществлялся следующим образом: 45 больным с хроническим комбинированным геморроем II–III степени с выраженными наружными узлами производилась геморроидэктомия по Миллигану-Моргану во второй модификации НИИ Колопроктологии, 26 больным с хроническим внутренним геморроем II–III степени (с выпадением слизистой оболочки) выполнялась Аппаратная геморроидэктомия по Лонго, а 37 больным с хроническим внутренним геморроем II–III степени (без выпадения слизистой оболочки) выполнялось проксимальное лигирование геморроидальных артерий.

Все группы были сопоставимы по полу, возрасту, сопутствующим заболеваниям и способам обезболивания.

**Результаты.** В первой группе ранние послеоперационные осложнения возникли у 14 (30,4%) больных, во второй – у 13 (12,0%) больных. Таким образом, риск возникновения ранних послеоперационных осложнений в первой группе больных был в 2,5 раза выше, чем во второй ( $p < 0,05$ ).

Средние сроки госпитализации и полного заживления ран в первой группе составили  $12,6 \pm 5,4$  и  $28,3 \pm 10,4$  суток, во второй –  $9,4 \pm 4,4$  и  $18,8 \pm 5,4$  суток соответственно. Разница показателей во всех случаях статистически достоверна ( $p < 0,05$ ).

**Выводы.** Использование предложенного дифференцированного подхода к выбору способа оперативного лечения геморроя II–III степени в зависимости от стадии патологического процесса и анатомических особенностей пациентов позволяет значительно снизить риск возникновения послеоперационных осложнений и сократить сроки лечения больных.

#### ПОИСК ДИАГНОСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ БИОМАРКЕРОВ ПРИ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ЭНЦЕФАЛОМИОПАТИЯХ

<sup>1</sup>Мир-Касимов М.Ф., <sup>1</sup>Ключников С.А.,

<sup>1</sup>Федин П.А., <sup>1</sup>Сахарова А.В., <sup>1</sup>Чайковская Р.П.,

<sup>1</sup>Пыхтина Т.Н., <sup>2</sup>Захарова Е.Ю.,

<sup>1</sup>Иллариошкин С.Н., <sup>1</sup>Иванова-Смоленская И.А.

<sup>1</sup>ФГБУ «Научный центр неврологии» Российской академии медицинских наук, Москва;

<sup>2</sup>ФГБУ «Медико-генетический научный центр» РАМН, Москва, e-mail: asadulla.68@gmail.com

Целью исследования являлся анализ особенностей течения, клинко-инструменталь-

ной и морфологической картины заболевания и поиск биомаркеров болезни у взрослых пациентов, страдающих митохондриальными энцефаломиопатиями (МЭ) с полиморфной неврологической симптоматикой.

Применялись следующие методы:

✓ оценка неврологического статуса;  
✓ определение уровня лактата и пирувата в крови;

✓ электроэнцефалография (ЭЭГ);  
✓ мультимодальные вызванные потенциалы (ВП);

✓ электронейромиография (ЭНМГ);  
✓ молекулярно-генетический анализ;

✓ комплексное морфогистохимическое и ультраструктурное исследование.

Были получены следующие результаты: обследованы 54 пациента обоего пола (средний возраст 33 года) с диагнозом МЭ. В большинстве случаев имели место генетически недифференцированные формы МЭ, подтвержденные результатами биопсии четырехглавой мышцы бедра. В 17 случаях диагностированы синдромы MERRF, MELAS и Кернса-Сэйра, верифицированные данными ДНК-анализа. Неврологические проявления были представлены преимущественно миоклонус-эпилепсией, постурально-кинетическим тремором рук, вестибуло-атактическим синдромом, нейросенсорной тугоухостью и снижением толерантности к физической нагрузке. В процессе обследования пациентов выявлен ряд информативных ЭЭГ-, ВП- и ЭНМГ-маркеров, что обосновывает важность включения электронейрофизиологических методов в алгоритм обследования пациентов с предполагаемыми МЭ. При морфологическом и гистохимическом исследовании биоптатов мышц во всех случаях обнаружены мозаичная атрофия и дистрофия ряда мышечных волокон, перемещение ядер миоцитов с периферии в центр мышечного волокна, в некоторых случаях – фиброз перимизия и периваскулярный склероз, позитивный феномен RRF выявлялся в 10–45% мышечных волокон. При электронной микроскопии мышечных биоптатов выявлена пролиферация и концентрация под сарколеммой аномальных митохондрий с дезорганизацией крист, кристаллические включения в части из них и др. Анализ случая аутопсии выявил атрофические изменения в коре больших полушарий, нижних оливах, других ядрах ствола мозга и особенно – в подкорковых узлах.

Таким образом, верификация диагноза МЭ требует проведения тщательного дифференциального диагноза с другими нейродегенеративными заболеваниями. В этих случаях должен применяться системный подход, выходящий за рамки стандартного неврологического алгоритма обследования.

**ЗНАЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННОГО  
ФАКТОРА В РАЗВИТИИ СИНДРОМА  
ГИПЕРСТИМУЛЯЦИИ ЯИЧНИКОВ**

Хворостухина Н.Ф., Столярова У.В.,  
Артеменко К.В.

ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ  
им. В.И. Разумовского» Минздрава РФ, Саратов,  
e-mail: Khvorostukhina-NF@yandex.ru

Охрана репродуктивного здоровья является одним из приоритетных направлений современной медицины. В тоже время, проблема бесплодного брака остается актуальной на протяжении многих лет. Согласно литературным источникам, в различных регионах России бесплодие диагностируется у 8–29% пар детородного возраста (Кулаков В.И. и соавт., 2009; Протопопова Н.В. и соавт., 2012). По экспертной оценке, показатель только женского бесплодия за последние 5 лет увеличился на 14%. Именно по этой причине вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) выходят на первый план в системе оказания помощи бесплодным парам. В клиниках России ВРТ проводят 10 000 циклов в год, при этом частота наступления беременности составляет около 26%. В то же время, в программе ВРТ имеют место и такие серьезные осложнения, как синдром гиперстимуляции яичников (СГЯ), в основе которого лежит гиперэргический неконтролируемый ответ яичников на введение гонадотропинов в циклах стимуляции овуляции и программах ВРТ. Основные клинические проявления СГЯ связаны с острой капиллярной недостаточностью, обусловленной повышенной проницаемостью капилляров, развитием гиповолемии и опасностью возникновения гиповолемического шока.

Целью нашего исследования явилось выявление причин развития СГЯ у женщин участвующих в программе экстракорпорального оплодотворения (ЭКО).

Под наблюдением находилось 80 пациенток с бесплодием, которые обратились для участия в программе ЭКО. Возраст обследованных колебался от 24 до 39 лет. По социальному положению преобладали неработающие женщины – 57,5% ( $n = 46$ ). Из экстрагенитальной патологии выявлены: ожирение – у 43 пациенток (53,7%); заболевания сердечно-сосудистой системы – у 27 (33,7%); заболевания желудочно-кишечного тракта – у 54 (67,5%), заболевания мочевыделительной системы – у 19 (23,7%). Акушерско-гинекологический анамнез был отягощен хроническими воспалительными процессами гениталий во всех наблюдениях (100%), нарушениями овариально-менструального цикла (гиперменорея, полименорея, аль-

годисменорея, олигоменорея) – у 65 (81,3%); абортами – у 74 (92,5%); оперативными вмешательствами на придатках матки (тубэктомия, аднексэктомия, резекция яичника) – у 61 (76,3%).

Всем пациенткам проводилось стандартное клинико-лабораторное обследование. Дополнительно в план диагностических мероприятий был включен иммуноферментный анализ крови (ИФА) на обнаружение антител IgG и IgM к возбудителям урогенитальных инфекций.

По результатам микроскопического исследования мазков бактериальный вагиноз диагностирован у 87% женщин ( $n = 70$ ). Анализ данных иммуноферментного анализа показал, что хламидийная инфекция имела место у 48 обследованных женщин (60%); уреоплазменная – у 50 (62,5%), трихомонадная – у 42 (52,5%), герпетическая у 71 (88,7%), цитомегаловирусная – у 40 (50%). Необходимо отметить, что в каждом случае было характерно сочетание нескольких возбудителей инфекций, передаваемых половым путем, в то время, как клинических признаков активизации воспалительного процесса не наблюдалось.

В дальнейшем, после получения результатов обследования, пациентки были разделены на две группы, сопоставимые по возрасту, наличию генитальной и соматической патологии. В основной группе ( $n = 30$ ) назначению стимуляторов овуляции предшествовала специфическая антибактериальная, противовоспалительная и иммуномодулирующая терапия обоих половых партнеров. В группе сравнения ( $n = 50$ ) накануне стимуляции овуляции проводилась санация влагалища и витаминотерапия. При стимуляции овуляции в обеих группах использовалась стандартная схема (Диферелин®).

В ходе проведения стимуляции овуляции в основной группе СГЯ легкой степени развился у 1 пациентки (3,3%). В группе сравнения СГЯ был диагностирован в 37 наблюдениях (74%), при этом СГЯ легкой степени составил 34% ( $n = 17$ ), средней степени – 24% ( $n = 12$ ), тяжелой степени – 16% ( $n = 8$ ). По результатам лабораторных данных и дополнительных методов исследования пациенток группы сравнения, поступивших в стационар для лечения СГЯ, были выявлены признаки активизации хронического воспалительного процесса.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о немаловажном значении инфекционного фактора в развитии СГЯ и диктуют необходимость более тщательного обследования и проведения специфической терапии обоих половых партнеров в программе использования ВРТ.



**Фармацевтические науки****ПРОТИВОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ  
ВОДНЫХ И ЭТАНОЛЬНЫХ ГРИБНЫХ  
ЭКСТРАКТОВ В ОТНОШЕНИИ  
ДНК-СОДЕРЖАЩИХ ВИРУСОВ**

<sup>1</sup>Ибрагимов Ж.Б., <sup>1</sup>Мазуркова Н.А.,  
<sup>1</sup>Макаревич Е.В., <sup>1</sup>Филиппова Е.И.,  
<sup>1</sup>Трошкова Г.П., <sup>1</sup>Костина Н.Е., <sup>1</sup>Проценко М.А.,  
<sup>1</sup>Скарнович М.А., <sup>1</sup>Шишкина Л.Н.,  
<sup>2</sup>Горбунова И.А., <sup>2</sup>Власенко В.А.

<sup>1</sup>ФБУН ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор»,  
Кольцово, e-mail: sun\_fenix@ngs.ru;  
<sup>2</sup>ФГБУН «Центральный Сибирский  
ботанический сад» СО РАН

В настоящее время, по разным оценкам, от 40 до 70% новых лекарственных средств создается из природных соединений, на основе которых могут быть разработаны препараты с качественно новыми фармакологическими эффектами. В этом отношении большой интерес вызывают представители микро- и макромицетов. Макромицеты, или базидиальные грибы, являются продуцентами высокоэффективных веществ с противоопухолевой, антибиотической и противовирусной активностями. Микромицеты, в частности нематофаговые грибы, также обладают рядом биологически активных веществ.

В работе исследованы токсические свойства и противовирусная активность водных и этанольных экстрактов базидиомицетов и нематофагового гриба *Duddingtonia flagrans* на клетках Vero в лечебной схеме. Все исследованные образцы грибных экстрактов в концентрациях до 10,0 мг/мл не оказывали токсического действия на клетки Vero.

Противовирусная активность экстрактов оценивалась в отношении ДНК – содержащих вирусов: осповакцины, оспы мышей и простого герпеса 2-го типа. Показано, что экстракты в концентрациях от 0,5 до 2,0 мг/мл обладают противовирусной активностью в отношении используемых вирусов. Индекс нейтрализации под влиянием макромицетов вируса осповакцины составил от 2,5 и до 3,0 lg; вируса оспы мышей – от 2,0 до 3,0 lg и вируса герпеса 2-го типа – от 2,5 до 5,5 lg. Индексы нейтрализации этих вирусов под влиянием микромицета составили от 1,0 до 1,5 lg и от 0,5 до 2,5 lg для ортопоксвируса и вируса герпеса, соответственно.

Таким образом, водные и этанольные экстракты микро- и макромицетов перспективны для проведения дальнейших исследований по разработке на их основе препаратов против ортопоксвирусов и вируса герпеса.

**«Технические науки и современное производство»,  
Шри-Ланка, 27 апреля - 3 мая 2013 г.**

**Технические науки****МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ  
И РАЗДАЧИ ГРУБЫХ КОРМОВ  
И ПОДСТИЛКИ**

Сайтов В.Е.

ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА», Киров,  
e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

Животноводство – одна из основных отраслей сельского хозяйства России. Для увеличения объемов животноводческой продукции необходима прочная кормовая база, основой которой являются силос, сенаж, сено, солома, корнеклубнеплоды, зернофураж и т.д. От качества подготовки их к скармливанию во многом зависит эффективность работы животноводческих ферм и комплексов.

Широкое применение технологии заготовки грубых кормов в прессованном виде в тюках и рулонах не нашло должного продолжения по их переработке на животноводческих фермах. Поэтому на фермах необходимо оборудование, позволяющее измельчать объемные корма, а если необходимо, и готовить кормовые смеси.

Основным препятствием для широкого использования существующих кормоприготовительных машин являются низкая надежность и качество работы, невозможность перерабатывать сено и солому повышенной влажности, высокая металлоемкость и энергоемкость и, как следствие, – высокая стоимость.

Технология скармливания крупному рогатому скоту соломы и других грубых кормов в составе рассыпных полнорационных смесей позволяет снизить потери корма при транспортировке, полностью механизировать раздачу кормов, и в результате повысить производительность труда в животноводстве и снизить себестоимость продукции.

Поэтому разработка надежных, полностью механизмирующих процессы в животноводстве мобильных измельчителей-раздатчиков грубых кормов и подстилки позволит решение этого вопроса [1, 2, 3, 4].

**Список литературы**

1. Патент 47170 РФ, МПК<sup>7</sup> A01K 5/00. Измельчитель-раздатчик грубых кормов и подстилки / А.И. Еськов, Н.В.

Соколов, В.Е. Саитов, М.В. Пушкарёв, Ю.А. Ефремов (РФ). – № 2005108378/22; заявл. 24.03.05; опубл. 27.08.05 // Изобретения. Полезные модели. – 2005. – № 24 (III ч.). – С. 616.

2. Патент 48696 РФ, МПК<sup>7</sup> A01K 5/00. Транспортировщик-раздатчик грубых кормов и подстилки / А.И. Еськов, Н.В. Соколов, В.Е. Саитов, М.В. Пушкарёв, Ю.А. Ефремов (РФ). – № 2004138420/22; заявл. 27.12.04; опубл. 10.11.05 // Изобретения. Полезные модели. – 2005. – № 31 (IV ч.). – С. 699.

3. Патент 49423 РФ, МПК<sup>7</sup> A01K 5/00. Транспортировщик-измельчитель грубых кормов и подстилки /

А.И. Еськов, Н.В. Соколов, В.Е. Саитов, М.В. Пушкарёв, Ю.А. Ефремов (РФ). – № 2004138005/22; заявл. 24.12.04; опубл. 27.11.05 // Изобретения. Полезные модели. – 2005. – № 33 (III ч.). – С. 319.

4. Патент 2322049 РФ, МПК<sup>7</sup> A01K 5/00. Транспортировщик-измельчитель грубых кормов и подстилки / П.А. Савиных, А.В. Алешкин, Ю.В. Сычугов, В.Е. Саитов, Н.В. Соколов (РФ). – № 2006126275/12; заявл. 19.07.06; опубл. 20.04.08 // Изобретения. Полезные модели. – 2008. – № 11.

### «Современные наукоемкие технологии»,

Иордания, 9-16 июня 2013 г.

### Медицинские науки

#### О НОВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Захаренков В.В., Олещенко А.М.,  
Данилов И.П., Суржигов Д.В., Корсакова Т.Г.,  
Кислицына В.В., Мотуз И.Ю.

ФГБУ «Научно-исследовательский институт  
комплексных проблем гигиены и профессиональных  
заболеваний» СО РАМН, Новокузнецк,  
e-mail: ecologia\_nie@mail.ru

В гигиене труда существует необходимость в разработке системы мониторинга оценки профессионального риска для здоровья работников, занятых во вредных условиях труда при решении задач профилактики профессиональной заболеваемости и охраны труда.

Для этого сотрудниками НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН разработана новая медицинская технология (МТ) «Автоматизированная информационная система оценки профессионального риска для здоровья работников промышленных предприятий», на применение которой получено разрешение Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (серия АА № 0001833 от 19 мая 2009 г.). Нормативной базой при разработке МТ являлись «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» Р 2.2.1766-03 и «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006-05.

Цель МТ – мониторинг профессионального риска для здоровья работников промышленных предприятий, занятых во вредных и опасных условиях труда, основанный на автоматизированной информационной системе, для разработки медико-профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на снижение профессиональной заболеваемости.

Компьютерная программа МТ включает расчет рисков профессиональной заболеваемости, хронических интоксикаций и безопасного стажа работы в данной профессии, основанный на следующем алгоритме: идентификация опасности, оценка «доза-ответ», оценка воздействия,

характеристика риска; а так же управление риском и информация о рисках.

База данных для проведения расчетов профессионального риска включает показатели загрязнения токсичными веществами и аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (АПФД) воздуха рабочей зоны, уровни физических факторов (микроклимата, шума, вибрации) на рабочих местах, персонифицированные данные о работниках (стаж в профессии, возраст, место проживания). В программе заложены расчет среднесменных концентраций согласно руководству Р 2.2.2006-05; коэффициент снижения поступления в организм газообразных веществ и АПФД при использовании средств индивидуальной защиты; концентрации токсичных веществ за предыдущие годы.

Программа предназначена для расчета индивидуального профессионального риска на основе суммарной экспозиционной нагрузки по фтористым соединениям, смолистым веществам и АПФД, определения безопасного стажа работы для работников промышленных предприятий. Программа может быть адаптирована для любого производства с вредными и опасными условиями труда. Программа позволяет корректировать и вводить новые данные, такие как концентрации вредных веществ на текущих период, обновлять базу данных на вновь принятых работников. Исполнитель оставляет за собой право изменять интерфейс программы и программный код.

Эффективность МТ основана на верификации достоверности рисков на 364 обследованных рабочих основных профессий алюминиевого производства. У всех обследованных проведена оценка уровня болевого суставного синдрома, функционального состояния опорно-двигательного аппарата и минеральной плотности костной ткани. Результаты клинических исследований имеют высокую корреляционную связь с распределением работников по группам профессионального риска.

Медицинские и социальные эффекты МТ заключаются в своевременном выявлении работников, находящихся в группах риска по развитию профессионального заболевания,

и целенаправленном проведении медико-профилактических и инженерно-технических мероприятий.

Данная МТ может быть адаптирована к любому промышленному предприятию, имеющему вредные условия труда, независимо от ведомственной принадлежности.

Аналогов данной разработки в России и за рубежом нет. МТ предназначена для врачей-профпатологов, специалистов в области гигиены труда и медицины труда, служб охраны труда предприятий. МТ рекомендуется использовать на уровне лечебно-профилактических учреждений и промышленных предприятий.

*«Современные наукоемкие технологии»,  
Испания-Франция, 28 июля - 4 августа 2013 г.*

*Биологические науки*

**АНТИАГРЕГАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ  
СОСУДОВ У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ  
С ДЕФИЦИТОМ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧАВШИХ  
ФЕРРОГЛЮКИН И КРЕЗАЦИН**

Завалишина С.Ю., Глаголева Т.И.,  
Медведев И.Н.

*Курский институт социального образования  
(филиал) РГСУ, Курск, e-mail: ilmedv1@yandex.ru*

Цель работы – выяснить динамику антиагрегационных возможностей сосудистой стенки у новорожденных телят с дефицитом железа на фоне ферроглюкина и крезацина. Обследовано 38 новорожденных телят черно-пестрой породы с дефицитом железа и 31 здоровый теленок.

Антиагрегационные возможности стенки сосуда устанавливали по степени торможения агрегации тромбоцитов (АТ) с АДФ, коллагеном, тромбином, ристомидином, адреналином при временной венозной окклюзии с расчетом индекса антиагрегационной активности сосудистой стенки (ИААСС), получаемого в результате деления времени АТ после временной венозной окклюзии на время без нее. Коррекция дефицита железа проводилась ферроглюкином

по 150 мг (2 мл) внутримышечно, двоекратно с интервалом 4 суток и крезацином 5 мг/кг один раз в сутки в схеме выпаивания на четверо суток, начиная одновременно с первой инъекцией ферроглюкина. Все учитываемые показатели определялись перед началом коррекции и через 3 суток после нее. Статистическая обработка проведена t-критерием Стьюдента.

У телят с дефицитом железа отмечена депрессия ИААСС. Максимальное значение ИААСС принадлежало адреналину. Ему уступало значение ИААСС с ристомидином и АДФ. Еще ниже оказался ИААСС с тромбином –  $1,20 \pm 0,04$  (в контроле  $1,49 \pm 0,11$ ) и коллагеном –  $1,19 \pm 0,06$  (в контроле  $1,60 \pm 0,07$ ). Коррекция сопровождалась увеличением ИААСС: самым высоким был ИААСС с АДФ, ему уступали ИААСС с адреналином и коллагеном. Еще меньше оказались ИААСС с тромбином ( $1,45 \pm 0,07$ ) и с ристомидином ( $1,44 \pm 0,05$ ). Сочетанное использование ферроглюкина и крезацина у новорожденных телят с дефицитом железа через 3 суток после завершения воздействия приближают к уровню контроля антиагрегационные возможности сосудистой стенки.

Технические науки

**АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ  
ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МЫШИ**

Сафонов Р.М., Бахрушин В.Е.

*Классический приватный университет, Запорожье,*

*e-mail: Vladimir.Bakhrushin@zhu.edu.ua;*

*Vladimir.Bakhrushin@gmail.com*

В работе разработана программа, предназначенная для распознавания определенных элементов траектории движения компьютерной мыши и выполнения ассоциированных с ними действий. Актуальность этой задачи состоит в том, что при работе на компьютере периодически возникает необходимость быстро выполнять определенные повторяющиеся задачи, не отвлекаясь от текущей работы на запуск соответствующих программ. Для решения задачи можно использовать различные методы распознавания образов [1, 2].

Нами был разработан алгоритм, основанный на нейросетевых методах решения подобных задач. Его можно разделить на 5 этапов:

1. Упрощение кривой (траектории движения мыши), разбиением ее на отдельные векторы с использованием алгоритма Дугласа-Пеккера [3].

2. Вычисление длин векторов с использованием преобразования [4].

$$b = \frac{d(P_0, P(b))}{d(P_0, P_1)} = \frac{|w| \cos \theta}{|v_1|} = \frac{w \cdot v_1}{|v_1|^2} = \frac{w \cdot v_1}{v_1 \cdot v_1},$$

где  $P_0, P_1$  проекция вектора  $P_0, P$  на отрезок  $P_0P_1$ ,  $v_1 = (P_1 - P_0)$ ,  $w = (P - P_0)$ .

3. Преобразование векторов в косинусы углов наклона относительно осей  $x$  и  $y$   $v_L = (\cos \alpha, \cos \beta)$ . Эти преобразования позволяют получить набор данных в диапазоне  $[-1, 1]$ , что идеально подходит для подачи на входы многослойного персептрона. Заданная в таком виде прямая будет независима от масштаба [4].

4. Распознавание образа с помощью многослойного персептрона (МП) [1] по формуле:

$$f_n = \frac{\left| \frac{g_1}{a_{n1}} \right| + \left| \frac{g_2}{a_{n2}} \right| + \dots + \left| \frac{g_m}{a_{nm}} \right|}{m},$$

где  $m$  – число параметров образа;  $g$  – параметры распознаваемого образа;  $a$  – параметры обучающих образов.

При этом число входов в МП равно числу образов в программе. Среди полученных значений находится некоторое максимальное число и соответствующий ему номер выхода ИНС. Если это число превысило порог распознавания, то введенная траектория определяется как образ, соответствующий номеру выхода.

5. Выполнение действий, ассоциированных с распознанным образом.

На языке Delphi 7 написана программа, которая позволяет:

- эффективно распознавать образы независимо от их масштаба;
- выполнять ассоциированные с образами команды;
- выполнять перечисленные действия в фоновом режиме, не мешая работе с другими программами.

Результаты тестирования показали, что разработанная программа позволяет эффективно распознавать траектории движения мыши, независимо от их масштаба. Качество распознавания зависит от степени различия используемых образов. Чем меньше в программе однотипных образов те качественнее они будут распознаваться.

**Список литературы**

1. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
2. Бахрушин В.Е. Методы аналізу даних. – Запоріжжя: КПУ, 2011. – 268 с.
3. Dan Sunday [Электронный ресурс] // Polyline Simplification сайт. – URL: <http://softsurfer.com/Archive> (дата обращения 25.09.2012).
4. Тевяшев А.Д. Вища математика у прикладах та задачах Ч.1 / А.Д. Тевяшев, О.Г. Литвин. – Харків: ХТУРЕ, 2002. – 552 с.

Работа представлена на Международную научную конференцию «Компьютерное моделирование в науке и технике», Доминиканская республика, 19-26 декабря 2012 г., поступила в редакцию 10.12.2012.



*Социологические науки***ИНДЕКС ХИРША КАК КЛЮЧЕВОЕ  
СЛОВО В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Назаренко М.А.

*ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
технический университет радиотехники,  
электроники и автоматики», филиал МГТУ МИРЭА,  
Дубна, e-mail: maxim.nazarenko@jinr.ru*

Индекс Хирша – один из наукометрических показателей, применяемых в современных исследованиях науки, который по своей сути позволяет вычислить среднее значение по двумерному распределению при предположении, что создание ученым научной работы (одно измерение) и получение ссылки на эту работу (второе измерение) являются событиями одинаковой сложности. Индекс Хирша может быть вычислен как для конкретного ученого, так и для научной организации, научной группы или другим образом подобранного набора публикаций. Индекс Хирша, в частности, используется системой Российского индекса научного цитирования (РИНЦ на базе сайта eLibrary) для формирования рейтинга научных организаций в качестве одного из четырех критериев. В ряду научных организаций учитываются также и высшие учебные заведения, это позволяет говорить о том, что использование индекса Хирша может оказывать влияние на качество трудовой жизни преподавателей вузов [1], а также учитываться при формировании моделей кафедр в рамках систем менеджмента качества [2].

Математическим определением этой величины может служить следующее: индекс Хирша исследуемого набора публикаций равен числу  $k$ , если в рассматриваемом наборе имеется не менее, чем  $k$  публикаций, на каждую из которых сделано не менее, чем  $k$  ссылок, причем это число  $k$  является для рассматриваемого набора максимальным. В современной литературе есть немало публикаций, где активно обсуждаются достоинства и недостатки использования индекса Хирша.

Система eLibrary, в рамках которой РИНЦ учитывает и индекс Хирша, содержит значительно количество научных публикаций, при этом пользователю предоставляются возможности как поиска по текстовому запросу, так и поиска по ключевым словам. Следует обратить внимание, что заметное количество публикаций, имеющихся в системе, не содержит ключевых слов, что может быть связано как с отсутствием ключевых слов в научной работе (например, в кратких сообщениях, публикуемых в научных журналах), так и с позицией некоторых научных изданий, предоставляющих ограниченное количество сведений о собственных публикациях.

Отдельный интерес представляет следующий аспект, который, по всей видимости, следует относить к социологии науки, и который может быть оформлен в виде набора вопросов: на сколько часто использование в научной работе термина «индекс Хирша» влечет за собой использование ключевого слова «индекс Хирша», каков индекс Хирша ученых, которые используют понятие «индекс Хирша» в своей научной деятельности и так далее.

Обращение к системе eLibrary дает следующие результаты.

При формировании ответа на поисковый запрос «индекс Хирша» система сообщает, что при учете публикаций всех типов и использовании поиска по названиям, аннотациям и ключевым словам, имеется всего 28 публикаций (общее количество публикаций в системе – 16 574 520). При этом одна публикация имеет 4 ссылки (работа [3] – это максимальное количество ссылок в выборке, после выхода настоящей публикации количество ссылок на указанную работу должно стать не менее пяти), две публикации имеют 3 ссылки, три публикации имеют 2 ссылки, то есть индекс Хирша этой выборки равен трем: три статьи из набора имеют не менее чем три ссылки. Появление в системе статьи, которая будет ссылаться на одну или несколько работ из указанного набора, не увеличит индекс Хирша этой выборки, увеличение индекса Хирша на единицу возможно только при появлении двух работ, которые в общей сложности создадут не менее одной ссылки на каждую из публикаций, которые уже имеют по три ссылки, и обе будут ссылаться как минимум на одну из работ, имеющих две ссылки.

Система eLibrary позволяет получить полный список публикаций, использующих ключевое слово «индекс Хирша» (например, обращаясь к этому ключевому слову из работы [3]) – этот список состоит из 18 публикаций. Две публикации – [4, 5] – содержат в названии словосочетание «индекс Хирша», но не содержат никаких ключевых слов, и, соответственно, не учитываются в выборке по указанному ключевому слову. Обращает на себя внимание работа [6], которая содержит ключевые слова, но не содержит ключевого слова «индекс Хирша». При этом в указанной работе имеется ключевое слово «индекс Хирша (H-индекс)», которое, естественно, является другим ключевым словом; система eLibrary содержит всего две публикации, использующие ключевое слово «индекс Хирша (H-индекс)», причем в эти публикации сделаны одной научной группой (два соавтора из трех).

Наибольший личный индекс Хирша среди всех ученых, чьи публикации можно получить по запросу «индекс Хирша», принадлежит



О.В. Михайлову, на момент подготовки настоящей работы этот индекс равен 18. При этом работа [7] имеет 17 ссылок (после выхода настоящей публикации – не менее 18 ссылок, то есть станет одной из работ, формирующих индекс Хирша О.В. Михайлова), но соответствующий журнал не содержит ключевых слов, а полные тексты статей из этого журнала в системе eLibrary не представлены.

В пределах системы eLibrary имеются также и другие варианты написания ключевого слова, которое является отражением понятия «индекс Хирша», например, «h-индекс», что осложняет использование возможностей, предоставляемых РИНЦ.

#### Список литературы

1. Назаренко М.А. Качество трудовой жизни преподавателя в современных условиях // Интеграл. – 2012. – № 5. – С. 122–123.

2. Никонов Э.Г., Назаренко М.А. Модель кафедры в системе менеджмента качества // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2013. – № 1. – С. 146.

3. Климов Ю.Н. Количественный анализ числа публикаций в потоках научно-технической информации по металлургии (количественная информатика) // Межотраслевая информационная служба. – 2009. – № 4. – С. 43–59.

4. Руссо Р. Новые разработки относительно индекса Хирша // Международный форум по информатике. – 2007. – Т. 32, № 2. – С. 7–9.

5. Руссо Р. Ситуационное изучение: развитие индекса Хирша для журнала Jasis // Международный форум по информатике. – 2007. – Т. 32, № 2. – С. 10–11.

6. Щепин В.О., Расторгуева В.И., Проклова Т.Н. К вопросу о подготовке медицинских кадров в Российской Федерации // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья – 2012. – № 1. – С. 153–159.

7. Михайлов О.В. Блеск и нищета «индекса цитирования» // Вестник Российской академии наук. – 2004. – Т. 74, № 11. – С. 1025.

### Технические науки

#### РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЛОПАТОЧНЫХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ

Каталажнова И.Н.

*Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре, e-mail: 777irnik@mail.ru*

Малоразмерные лопаточные нагнетатели (насосы, вентиляторы и компрессоры) широко используются в системах охлаждения ЭВМ и в устройствах авиакосмического назначения [1]. Указанные области применения накладывают жёсткие ограничения на массогабаритные характеристики нагнетателей. Между тем, энергоотдача от лопаточной машины, характеризующая величиной коэффициента напора и кпд, при её миниатюризации, снижается [2, 3].

В рамках совершенствования указанного класса нагнетателей целесообразно выделять 2 условно не связанных друг с другом направления исследований:

1) улучшение гидродинамических условий передачи энергии в рабочем колесе (РК) малоразмерного нагнетателя;

2) ликвидация последствий проявления масштабного эффекта при миниатюризации конструкции.

Первое направление должно быть направлено на разработку способов локализации зон отрыва потока в закрытых рабочих колёсах центробежных нагнетателей. Одним из перспективных является турбулизация потока и организация дополнительного подпора статического давления в выходной части межлопаточных каналов РК за счёт гидравлического сопротивления, например, в виде плоской перфорированной перегородки, закрепляемой на его периферии [4–7].

Второе направление должно быть связано с поиском технических решений по компенсации роста относительных зазоров, в частности, в щелевых уплотнениях нагнетателей, с целью повышения их гидравлического сопротивления.

Указанные резервы повышения энергетической эффективности малоразмерных лопаточных нагнетателей являются не единственными. Но по степени влияния на массогабаритные параметры конструкции лопаточных нагнетателей они должны рассматриваться в качестве приоритетных.

#### Список литературы

1. Вейнберг Д.М., Верещагин В.П., Мирошник О.М. и др. Уникальные электромеханические бортовые системы орбитальной космической станции «Мир». – М.: Наука, 2001. – 55 с.

2. Каталажнова И.Н., Бобков А.В. Факторная оптимизация энергетических параметров гидромашины / «Известия Самарского научного центра Российской академии наук». – 2011. – Т. 13. – № 1 (2). – С. 418–421.

3. Бобков А.В., Цветков Е.О. Особенности баланса потерь мощности в электронасосных агрегатах систем терморегулирования космических аппаратов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1–2. – С. 290–292.

4. Бобков А.В., Цветков Е.О. Повышение напорных качеств центробежного насоса системы терморегулирования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 110.

5. Бобков А.В. Оценка влияния фронтального турбулизатора на гидравлическое сопротивление диффузора // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/103-6337> (дата обращения: 29.05.2012).

6. Бобков А.В., Цветков Е.О. О проблеме энергетического баланса при использовании турбулизаторов потока в лопаточной машине // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 111.

7. Бобков А.В. Проблемы пространственной турбулизации потока в рабочих колёсах лопаточных машин // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2011. – Т. 2, № 3. – С. 36–37.

**В журнале Российской Академии Естествознания  
«Современные наукоемкие технологии» публикуются:**

Журнал публикует обзорные и теоретические статьи, материалы международных научных конференций (тезисы докладов) по:

- 1. Физико-математическим наукам.**
- 2. Химическим наукам.**
- 3. Геолого-минералогическим наукам.**
- 4. Техническим наукам.**

Редакция журнала просит авторов при направлении статей в печать руководствоваться изложенными ниже правилами. Работы, присланные без соблюдения перечисленных правил, возвращаются авторам без рассмотрения.

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

По техническим наукам принимаются статьи по следующим направлениям:

- |          |                                                                                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 05.02.00 | Машиностроение и машиноведение                                                                                                 |
| 05.03.00 | Обработка конструкционных материалов в машиностроении                                                                          |
| 05.04.00 | Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение                                                                   |
| 05.05.00 | Транспортное, горное и строительное машиностроение                                                                             |
| 05.09.00 | Электротехника                                                                                                                 |
| 05.11.00 | Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы                                                    |
| 05.12.00 | Радиотехника и связь                                                                                                           |
| 05.13.00 | Информатика, вычислительная техника и управление                                                                               |
| 05.16.00 | Металлургия                                                                                                                    |
| 05.17.00 | Химическая технология                                                                                                          |
| 05.18.00 | Технология продовольственных продуктов                                                                                         |
| 05.20.00 | Процессы и машины агроинженерных систем                                                                                        |
| 05.21.00 | Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева |
| 05.22.00 | Транспорт                                                                                                                      |
| 05.23.00 | Строительство                                                                                                                  |
| 05.26.00 | Безопасность деятельности человека                                                                                             |

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

1. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

2. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

3. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

4. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной статьи – не более 10 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

5. Объем статьи не должен превышать 8 страниц формата А4 (1 страница – 2000 знаков), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы.

6. При предъявлении рукописи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющейся в библиотеках.

7. К рукописи должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках.

*Реферат объемом до 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты.*

*Реферат подготавливается на русском и английском языках.*

*Используемый шрифт – курсив, размер шрифта – 10 пт.*

*Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.*

8. Обязательное указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

9. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

10. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

11. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

12. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

13. В редакцию по электронной почте [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru) необходимо предоставить публикуемые материалы, сопроводительное письмо и копию платежного документа. Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

14. Рукописи статей, оформленные не по правилам не рассматриваются. Присланные рукописи обратно не возвращаются. Не допускается направление в редакцию работ, которые посланы в другие издания или напечатаны в них.

**ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ**

УДК 615.035.4

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ**<sup>1</sup>Шварц Ю.Г., <sup>1</sup>Артанова Е.Л., <sup>1</sup>Салеева Е.В., <sup>1</sup>Соколов И.М.

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульты в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

**CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS**<sup>1</sup>Shvarts Y.G., <sup>1</sup>Artanova E.L., <sup>1</sup>Saleeva E.V., <sup>1</sup>Sokolov I.M.

<sup>1</sup>Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B.Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalised relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

**Введение**

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

**Список литературы**

1....

## Список литературы

Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы)

### Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T. P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.*

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369-385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

### Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412.

*Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.*

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 199 с.

*Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.*

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.У. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:*

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*



**Авторефераты**

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

**Диссертации**

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис..... канд. полит, наук. – М.. 2002. – С. 54-55.

**Аналитические обзоры:**

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

**Патенты:**

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

**Материалы конференций**

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125-128.

**Интернет-документы:**

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткие сообщения представляются объемом не более 1 стр. машинописного текста без иллюстраций. Электронный вариант краткого сообщения может быть направлен по электронной почте [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru).

### ФИНАНСОВЫЕ УСЛОВИЯ

Статьи, представленные членами Академии (профессорами РАЕ, членами-корреспондентами, действительными членами с указанием номера диплома) публикуются на льготных условиях. Члены РАЕ могут представить на льготных условиях не более одной статьи в номер.

Для членов РАЕ стоимость одной публикации – 350 рублей.

Для других специалистов (не членов РАЕ) стоимость одной публикации – 1250 рублей.

Публикация для аспирантов бесплатно (единственный автор).

Краткие сообщения публикуются без ограничений количества представленных материалов от автора (300 рублей для членов РАЕ и 400 рублей для других специалистов). Краткие сообщения, как правило, не рецензируются. Материалы кратких сообщений могут быть отклонены редакцией по этическим соображениям, а также в виду явного противоречия здравому смыслу. Краткие сообщения публикуются в течение двух месяцев.

Оплата вносится перечислением на расчетный счет.

|                                                                                           |          |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|
| Получатель ИНН 5837035110<br>КПП 583701001<br>ООО «Издательство «Академия Естествознания» | Сч.<br>№ | 40702810822000010498 |
| <b>Банк получателя</b><br>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва                              | БИК      | 044525976            |
|                                                                                           | Сч.<br>№ | 30101810500000000976 |

Назначение платежа: Издательские услуги. Без НДС. ФИО.

Публикуемые материалы, сопроводительное письмо, копия платежного документа направляются по адресу:

– г. Москва, 105037, а/я 47, АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ, редакция журнала «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (для статей)

или

– по электронной почте: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru). При получении материалов для опубликования по электронной почте в течение семи рабочих дней редакцией высылается подтверждение о получении работы.

☎ (499)-7041341, (8452)-477677,

(8452)-534116

Факс (8452)-477677

✉ [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru);

[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

<http://www.rae.ru>;

<http://www.congressinform.ru>

**Библиотеки, научные и информационные организации,  
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

| №<br>п/п | Наименование получателя                                                                               | Адрес получателя                                       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1.       | Российская книжная палата                                                                             | 121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9               |
| 2.       | Российская государственная библиотека                                                                 | 101000, г. Москва, ул. Воздвиженка, 3/5                |
| 3.       | Российская национальная библиотека                                                                    | 191069, г. Санкт-Петербург,<br>ул. Садовая, 18         |
| 4.       | Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук | 630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15                 |
| 5.       | Дальневосточная государственная научная библиотека                                                    | 680000, г. Хабаровск,<br>ул. Муравьева-Амурского, 1/72 |
| 6.       | Библиотека Российской академии наук                                                                   | 199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1          |
| 7.       | Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания                        | 103009, г. Москва, ул. Охотный ряд, 1                  |
| 8.       | Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека                                             | 103132, г. Москва, Старая пл., 8/5                     |
| 9.       | Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова                              | 119899, г. Москва, Воробьевы горы                      |
| 10.      | Государственная публичная научно-техническая библиотека России                                        | 103919, г. Москва, ул. Кузнецкий мост, 12              |
| 11.      | Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы                                       | 109189, г. Москва, ул. Николоямская, 1                 |
| 12.      | Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук                           | 117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21             |
| 13.      | Библиотека по естественным наукам Российской академии наук                                            | 119890, г. Москва, ул. Знаменка 11/11                  |
| 14.      | Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации                                | 101000, г. Москва, Центр,<br>Старосадский пер., 9      |
| 15.      | Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук                      | 125315, г. Москва, ул. Усиевича, 20                    |
| 16.      | Государственная общественно-политическая библиотека                                                   | 129256, г. Москва,<br>ул. Вильгельма Пика, 4, корп. 2  |
| 17.      | Центральная научная сельскохозяйственная библиотека                                                   | 107139, г. Москва, Орликов пер., 3,<br>корп. В         |
| 18.      | Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека                                         | 101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п. 10      |
| 19.      | Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека       | 117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49               |
| 20.      | ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)                                                                     | 125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20,<br>комн. 401.     |

### УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

ДЛЯ ВАШЕГО УДОБСТВА ПРЕДЛАГАЕМ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ  
ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

#### Стоимость подписки

| На 1 месяц (2012 г.)     | На 6 месяцев (2012 г.)       | На 12 месяцев (2012 г.)           |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 720 руб.<br>(один номер) | 4320 руб.<br>(шесть номеров) | 8640 руб.<br>(двенадцать номеров) |

Заполните приведенную ниже форму и оплатите в любом отделении сбербанка.

✕

|                                                                                                                                |                                                    |                                                    |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Извещение</b>                                                                                                               | СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>                |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | <b>ООО «Издательство «Академия Естествознания»</b> |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | (наименование получателя платежа)                  |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | ИНН 5837035110                                     | 40702810822000010498                               |                                  |
|                                                                                                                                | (ИНН получателя платежа)                           | (номер счёта получателя платежа)                   |                                  |
|                                                                                                                                | <b>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва</b>          |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | (наименование банка получателя платежа)            |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | БИК 044525976                                      | 30101810500000000976                               |                                  |
|                                                                                                                                | КПП 583701001                                      | (№ кор./сч. банка получателя платежа)              |                                  |
|                                                                                                                                | Ф.И.О. плательщика _____                           |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | Адрес плательщика _____                            |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | <b>Кассир</b>                                      | <b>Подписка на журнал «_____»</b>                  |                                  |
| (наименование платежа)                                                                                                         |                                                    |                                                    |                                  |
| Сумма платежа _____ руб. _____ коп.                                                                                            |                                                    | Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.       |                                  |
| Итого _____ руб. _____ коп.                                                                                                    |                                                    | «_____» _____ 201__ г.                             |                                  |
| С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен |                                                    |                                                    |                                  |
| <b>Подпись плательщика</b> _____                                                                                               |                                                    |                                                    |                                  |
| <b>Квитанция</b>                                                                                                               |                                                    | СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>                |                                  |
|                                                                                                                                |                                                    | <b>ООО «Издательство «Академия Естествознания»</b> |                                  |
|                                                                                                                                |                                                    | (наименование получателя платежа)                  |                                  |
|                                                                                                                                |                                                    | ИНН 5837035110                                     | 40702810822000010498             |
|                                                                                                                                |                                                    | (ИНН получателя платежа)                           | (номер счёта получателя платежа) |
|                                                                                                                                |                                                    | <b>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва</b>          |                                  |
|                                                                                                                                | (наименование банка получателя платежа)            |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | БИК 044525976                                      | 30101810500000000976                               |                                  |
|                                                                                                                                | КПП 583701001                                      | (№ кор./сч. банка получателя платежа)              |                                  |
|                                                                                                                                | Ф.И.О. плательщика _____                           |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | Адрес плательщика _____                            |                                                    |                                  |
|                                                                                                                                | <b>Кассир</b>                                      | <b>Подписка на журнал «_____»</b>                  |                                  |
| (наименование платежа)                                                                                                         |                                                    |                                                    |                                  |
| Сумма платежа _____ руб. _____ коп.                                                                                            |                                                    | Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.       |                                  |
| Итого _____ руб. _____ коп.                                                                                                    |                                                    | «_____» _____ 201__ г.                             |                                  |
| С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен |                                                    |                                                    |                                  |
| <b>Подпись плательщика</b> _____                                                                                               |                                                    |                                                    |                                  |

✕

Копию документа об оплате вместе с подписной карточкой необходимо выслать по факсу 845-2-47-76-77 или **E-mail: stukova@rae.ru**

**Подписная карточка**

|                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------|--|
| Ф.И.О. ПОЛУЧАТЕЛЯ (ПОЛНОСТЬЮ)                                      |  |
| АДРЕС ДЛЯ ВЫСЫЛКИ ЗАКАЗНОЙ<br>КОРРЕСПОНДЕНЦИИ (ИНДЕКС ОБЯЗАТЕЛЬНО) |  |
| НАЗВАНИЕ ЖУРНАЛА (укажите номер и год)                             |  |
| Телефон (указать код города)                                       |  |
| E-mail, ФАКС                                                       |  |

**ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по **E-mail: stukova@rae.ru**.

**Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):**

Для физических лиц – 615 рублей

Для юридических лиц – 1350 рублей

Для иностранных ученых – 1000 рублей

**ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА**

|                                                                                              |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Информация об оплате</b><br>способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма |  |
| <b>Сканкопия</b> платежного документа об оплате                                              |  |
| <b>ФИО получателя</b><br>полностью                                                           |  |
| <b>Адрес для высылки заказной корреспонденции</b><br>индекс обязательно                      |  |
| <b>ФИО полностью первого автора</b><br>запрашиваемой работы                                  |  |
| <b>Название публикации</b>                                                                   |  |
| <b>Название журнала, номер и год</b>                                                         |  |
| <b>Место работы</b>                                                                          |  |
| <b>Должность</b>                                                                             |  |
| <b>Ученая степень, звание</b>                                                                |  |
| <b>Телефон</b> (указать код города)                                                          |  |
| <b>E-mail</b>                                                                                |  |

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 845-2-47-76-77.

По запросу (факс 845-2-47-77-76, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.



**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (РАЕ)****РАЕ зарегистрирована 27 июля 1995 г.****в Главном Управлении Министерства Юстиции РФ в г. Москва**

Академия Естествознания рассматривает науку как национальное достояние, определяющее будущее нашей страны и считает поддержку науки приоритетной задачей. Важнейшими принципами научной политики Академии являются:

- опора на отечественный потенциал в развитии российского общества;
- свобода научного творчества, последовательная демократизация научной сферы, обеспечение открытости и гласности при формировании и реализации научной политики;
- стимулирование развития фундаментальных научных исследований;
- сохранение и развитие ведущих отечественных научных школ;
- создание условий для здоровой конкуренции и предпринимательства в сфере науки и техники, стимулирование и поддержка инновационной деятельности;
- интеграция науки и образования, развитие целостной системы подготовки квалифицированных научных кадров всех уровней;

– защита прав интеллектуальной собственности исследователей на результаты научной деятельности;

– обеспечение беспрепятственного доступа к открытой информации и прав свободного обмена ею;

– развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций различных форм собственности, поддержка малого инновационного предпринимательства;

– формирование экономических условий для широкого использования достижений науки, содействие распространению ключевых для российского технологического уклада научно-технических нововведений;

– повышение престижности научного труда, создание достойных условий жизни ученых и специалистов;

– пропаганда современных достижений науки, ее значимости для будущего России;

– защита прав и интересов российских ученых.

**ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АКАДЕМИИ**

1. Содействие развитию отечественной науки, образования и культуры, как важнейших условий экономического и духовного возрождения России.

2. Содействие фундаментальным и прикладным научным исследованиям.

3. Содействие сотрудничеству в области науки, образования и культуры.

**СТРУКТУРА АКАДЕМИИ**

Региональные отделения функционируют в 61 субъекте Российской Федерации. В составе РАЕ 24 секции: физико-математические науки, химические науки, биологические науки, геолого-минералогические науки, технические науки, сельскохозяйственные науки, географические науки, педагогические науки, медицинские науки, фармацевтические науки, ветеринарные науки, экономические науки, философские науки, проблемы развития ноосферы, экология животных, исторические науки, регионоведение, психологические науки, экология и здоровье населения, юридические науки, культурология и искусствоведение, экологические технологии, филологические науки.

Членами Академии являются более 5000 человек. В их числе 265 действитель-

ных членов академии, более 1000 членов-корреспондентов, 630 профессоров РАЕ, 9 советников. Почетными академиками РАЕ являются ряд выдающихся деятелей науки, культуры, известных политических деятелей, организаторов производства.

В Академии представлены ученые России, Украины, Белоруссии, Узбекистана, Туркменистана, Германии, Австрии, Югославии, Израиля, США.

В состав Академии Естествознания входят (в качестве коллективных членов, юридически самостоятельных подразделений, дочерних организаций, ассоциированных членов и др.) общественные, производственные и коммерческие организации. В Академии представлено около 350 вузов, НИИ и других научных учреждений и организаций России.

**ЧЛЕНСТВО В АКАДЕМИИ**

Уставом Академии установлены следующие формы членства в академии.

1) профессор Академии

2) коллективный член Академии

3) советник Академии

4) член-корреспондент Академии

5) действительный член Академии (академик)

6) почетный член Академии (почетный академик)

Ученое звание профессора РАЕ присваивается преподавателям высших и средних учебных заведений, лицеев, гимназий, колледжей, высококвалифицированным специалистам (в том числе и не имеющим ученой степени) с целью признания их достижений в профессиональной, научно-педагогической деятельности и стимулирования развития инновационных процессов.

Коллективным членом может быть региональное отделение (межрайонное объединение), включающее не менее 5 человек и выбирающее руководителя объединения. Региональные отделения могут быть как юридическими, так и не юридическими лицами.

Членом-корреспондентом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, внесшие значительный вклад в развитие отечественной науки.

Действительным членом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, ученое звание профессора и ранее избранные членами-корреспондентами РАЕ, внесшие выдающийся вклад в развитие отечественной науки.

Почетными членами Академии могут быть отечественные и зарубежные специалисты, имеющие значительные заслуги в развитии науки, а также особые заслуги перед Академией. Права почетных членов Академии устанавливаются Президиумом Академии.

С подробным перечнем документов можно ознакомиться на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru)

### ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Региональными отделениями под эгидой Академии издаются: монографии, материалы конференций, труды учреждений (более 100 наименований в год).

Издательство Академии Естествознания выпускает шесть общероссийских журналов:

1. «Успехи современного естествознания»
2. «Современные наукоемкие технологии»
3. «Фундаментальные исследования»

4. «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований»

5. «Международный журнал экспериментального образования»

6. «Современные проблемы науки и образования»

Издательский Дом «Академия Естествознания» принимает к публикации монографии, учебники, материалы трудов учреждений и конференций.

### ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ФОРУМОВ

Ежегодно Академией проводится в России (Москва, Кисловодск, Сочи) и за рубежом (Италия, Франция, Турция, Египет, Та-

иланд, Греция, Хорватия) научные форумы (конгрессы, конференции, симпозиумы). План конференций – на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru).

### ПРИСУЖДЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО

#### СЕРТИФИКАТА КАЧЕСТВА РАЕ

Сертификат присуждается по следующим номинациям:

- Лучшее производство – производители продукции и услуг, добившиеся лучших успехов на рынке России;
- Лучшее научное достижение – коллективы, отдельные ученые, авторы приоритетных научно-исследовательских, научно-технических работ;

- Лучший новый продукт – новый вид продукции, признанный на российском рынке;

- Лучшая новая технология – разработка и внедрение в производство нового технологического решения;

- Лучший информационный продукт – издания, справочная литература, информационные издания, монографии, учебники.

Условия конкурса на присуждение «Национального сертификата качества» на сайте РАЕ [www.rae.ru](http://www.rae.ru).

С подробной информацией о деятельности РАЕ (в том числе с полными текстами общероссийских изданий РАЕ) можно ознакомиться на сайте РАЕ – [www.rae.ru](http://www.rae.ru)

105037, г. Москва, а/я 47,  
Российская Академия Естествознания.  
E-mail: [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru)  
[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)