

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

№ 12, 2013

Электронная версия
<http://www.rae.ru/snt>
12 выпусков в год
Импакт фактор РИНЦ = 0,083

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 Антонов Александр Владимирович Обнинск
д.т.н., профессор Беляев Владимир Львович Санкт-Петербург
д.ф.-м.н., профессор Бичурин Мирза Имамович Великий Новгород
д.т.н., профессор Гилёв Анатолий Владимирович Красноярск
д.т.н., профессор Грызлов Владимир Сергеевич Череповец
д.т.н., профессор Захарченко Владимир Дмитриевич Волгоград
д.т.н., профессор Корячкина Светлана Яковлевна Орел
д.т.н., профессор Крупенин Виталий Львович Москва
д.т.н., профессор Литвинова Елена Викторовна Орел
д.т.н., профессор Нестеров Валерий Леонидович Екатеринбург
д.т.н., профессор Пен Роберт Зусьевич Красноярск
д.т.н., профессор Петров Михаил Николаевич Красноярск
д.т.н., профессор Попов Федор Алексеевич Бийск
д.т.н., профессор Пындак Виктор Иванович Волгоград
д.т.н., профессор Салихов Мухаммет Габдулхаевич Йошкар-Ола
д.т.н., профессор Важенин Александр Николаевич Нижний Новгород
д.т.н., профессор Арютов Борис Александрович Нижний Новгород
д.т.н., профессор Гоц Александр Николаевич Владимир
к.ф.-м.н. Капитонова Тамара Афанасьевна Якутск

В журнале представлены материалы
V Международной студенческой электронной научной конференции
«Студенческий научный форум 2013»

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

Подписано в печать 18.11.2013

Формат 60x90 1/8
Типография
ИД «Академия Естествознания»
440000, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор
Нестерова С.Г.

Усл. печ. л. 22,5
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2013/12
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОРИЕНТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ <i>Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Кайранбеков Г.Д.</i>	7
СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ВИБРАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ <i>Большаков Р.С., Ермошенко Ю.В., Ковыришин С.В.</i>	11
ПРОТИВОЛОДОЧНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ <i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>	17
ДЕСАНТИРУЕМЫЙ СПАСАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ <i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>	23
ЛЕГКИЙ САМОЛЕТ ДЛЯ ВОЗДУШНОГО НАБЛЮДЕНИЯ <i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>	30
МЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ АКВАТОРИЙ <i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>	35
ОЦЕНКА ТРУДОЕМКОСТИ НИОКР: НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОГО ТРУДА <i>Дурнев Р.А., Жданенко И.В.</i>	40
СПОСОБЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБРАЗА ГИПЕРКУБИЧЕСКОЙ Р-ЯЧЕЙКИ 4D СТРУКТУРЫ И ДОПУСТИМЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБОЛОЧЕК ЕЕ НАИБОЛЕЕ СИММЕТРИЧНЫХ 3D ПРОЕКЦИЙ <i>Иванов В.В., Таланов В.М.</i>	49
ВЕРОЯТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ГИПЕРКУБИЧЕСКОЙ 4D Р-ЯЧЕЙКИ В ЯЧЕИСТОМ ПРОСТРАНСТВЕ МЕНЬШЕЙ МЕРНОСТИ <i>Иванов В.В., Таланов В.М.</i>	53
ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ПРОЯВЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ 3D Р-ЯЧЕЙКИ НА 2D КВАДРАТНОЙ СЕТКЕ <i>Иванов В.В., Таланов В.М.</i>	56
КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ ЛОКАЛЬНОЙ ТРАНЗИТИВНОЙ ОБЛАСТИ СТРУКТУРИРОВАННОГО 3D ПРОСТРАНСТВА <i>Иванов В.В., Таланов В.М.</i>	60
ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ, НАПЫЛЕННЫХ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ПЛАЗМЫ <i>Кравченко И.Н., Сельдяков В.В., Пузряков А.Ф., Бобряшов Е.М.</i>	64
ПРОБЛЕМА ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД <i>Шарапов Р.В.</i>	67
Физико-математические науки	
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОМЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР <i>Бескровный И.М.</i>	70
НОВАЦИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ <i>Коваленко В.В., Невский С.А.</i>	75
НЕЛОКАЛЬНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НАГРУЖЕННОГО УРАВНЕНИЯ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С КРАТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ <i>Нахуиева Ф.Б.</i>	83
Химические науки	
ИНФОРМАЦИЯ КАК ВНУТРЕННИЙ ПАРАМЕТР, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ СТРУКТУРНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ВЕЩЕСТВА <i>Таланов В.М.</i>	87
Медицинские науки	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ИСТИННОЙ ЭКЗЕМОЙ <i>Базаев В.Т., Тезиева З.Ю.</i>	90
Географические науки	
ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСАДКООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ <i>Диневич Л., Камалов Б.</i>	94
Геолого-минералогические науки	
ПЕТРОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ГРАНИТОИДОВ ЖЕРНОВСКОГО ИНТРУЗИВНОГО КОМПЛЕКСА САЛАИРА <i>Гусев А.И.</i>	101
К ГЕОХИМИИ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СОЛОНЕШЕНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ГОРНОГО АЛТАЯ <i>Гусев А.И.</i>	106
ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И РУДОНОСНОСТЬ КЫЗЫЛТАШСКОГО КОМПЛЕКСА ГОРНОГО АЛТАЯ <i>Гусев А.И.</i>	111
ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ГРАНИТОИДОВ СИНЮШИНСКОГО МАССИВА АЛТАЯ <i>Гусев А.И., Гусев Н.И.</i>	117
О КЛАССИФИКАЦИИ БОЛОТНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ <i>Макаренко Г.Л.</i>	123

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ДОЛИНЕ РЕКИ ВОЛГА НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Макаренко Г.Л.</i>	127
АГРО-ПРИРОДНО-РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ТОРФЯНЫХ И САПРОПЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОНАКОВСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Макаренко Г.Л.</i>	132
КОНЦЕПЦИЯ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОСТИ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ <i>Приходовский М.А.</i>	136
Экология и рациональное природопользование	
О НЕКОТОРЫХ ЮРИДИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ПРИСВОЕНИЯ СТАТУСА «ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ» ОБЪЕКТУ, ЯВЛЯЮЩЕГОСЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗОЙ <i>Шатов А.А., Сафаргалеева Е.А.</i>	139
МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ	
V Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2013»	
Педагогические науки	
ВЛИЯНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА ГЕРОЯ НА СТАНОВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТИ ПОДРОСТКА <i>Вараксин В.Н., Полякова Т.В.</i>	147
МАЛЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭНЕРГИИ ВОЛН <i>Синюкова М.А., Першина Е.Ю.</i>	148
Психологические науки	
ОСОБЕННОСТИ СТРАХОВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ <i>Полякова Т.В.</i>	148
Экономические науки	
ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В СФЕРЕ ТУРИЗМА <i>Якименко М.В., Виленская М.С.</i>	150
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Геолого-минералогические науки	
О НЕ РЕШЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ СРЕДНЕРИФЕЙСКОГО ВУЛКАНИЗМА НА ПРИМЕРЕ МАШАКСКОЙ СВИТЫ (ЮЖНЫЙ УРАЛ) <i>Ардисламов Ф.Р., Савельев Д.Е.</i>	151
Технические науки	
ВЫДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМУМОВ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ КАРТИН В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ <i>Носков М.Ф.</i>	151
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	153
ИНФОРМАЦИЯ ОБ АКАДЕМИИ	162

CONTENTS

Technical sciences	
DESIGN OF PROCESS OF ORIENTATION OF DETAILS AT THEIR AUTOMATED CONTOUR TREATMENT <i>Baubekov S.D., Taukebayeva K.S., Kairanbekov G.D.</i>	7
STRUCTURE MODELING IN EVALUATION OF DYNAMICAL RESPONSES IS TASKS OF VIBRATORY PROTECTION <i>Bolshakov R.S., Ermoshenko Y.V., Kovirshin S.V.</i>	11
ASW AIRCRAFT VERTICAL TAKEOFF AND LANDING <i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>	17
LANDING RESCUE UNIT <i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>	23
LIGHT AIRCRAFT TO AIR MONITORING <i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>	30
SMALL-SIZED AIRCRAFT FOR MONITORING OF WATERS <i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>	35
ASSESSMENT OF LABOUR INPUT OF RESEARCH WORKS: SOME RESULTS OF RATIONING OF SCIENTIFIC WORK <i>Durnev R.A., Zhdanenko I.V.</i>	40
IDENTIFICATION METHODS OF THE HYPERCUBE P-CELL IMAGE OF THE 4D STRUCTURE AND THE PERMISSIBLE TOPOLOGIC TRANSFORMATIONS OF ITS MOST SYMMETRIC 3D PROJECTIONS <i>Ivanov V.V., Talanov V.M.</i>	49
THE POSSIBLE MECHANISMS OF THE HYPERCUBIC 4D P-CELL MANIFESTATION INTO CELLULAR SPACE AT LEAST DIMENSION <i>Ivanov V.V., Talanov V.M.</i>	53
THE POSSIBLE VARIANTS OF THE STRUCTURAL PECULIARITY MANIFESTATION OF 3D P-CELL ONTO 2D SQUARE NET <i>Ivanov V.V., Talanov V.M.</i>	56
CLASSIFICATION OF THE STRUCTURAL STATES OF LOCAL TRANSITION DOMAIN OF STRUCTURED 2D SPACE <i>Ivanov V.V., Talanov V.M.</i>	60
INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF NICKEL COATINGS, SPRAYING AIR FLOW OF PLASMA <i>Kravchenko I.N., Seldyakov V.V., Puzryakov A.F., Bobryashov E.M.</i>	64
PROBLEM OF GROUNDWATER MONITORING DATA INTEGRATION <i>Sharapov R.V.</i>	67
Physical and mathematical sciences	
SYSTEM ANALYSIS OF ALGEBRAIC PROPERTIES MULTIDIMENSIONAL GEOMETRIC STRUCTURES <i>Beskrovnyy I.M.</i>	70
INNOVATIONS IN MODELLING OF THE PHYSICAL PHENOMENA OF QUANTUM OPTICS <i>Kovalenko V.V., Nevskii S.A.</i>	75
NONLOKAL PROBLEM FOR THE LOADED EQUATION OF THE THIRD ORDER WITH MULTIPLE CHARACTERISTICS <i>Nakhusheva F.B.</i>	83
Chemical sciences	
INFORMATION AS INTERNAL PARAMETER CHARACTERIZING SUBSTANCE STRUCTURAL ORGANIZATION <i>Talanov V.M.</i>	87
Medical sciences	
THE EVALUATION OF THE NEW COMPLEX METHOD EFFICIENCY OF REHABILITATION IN PATIENTS WITH EXEMA <i>Bazaev V.T., Tezieva Z.Y.</i>	90
Geographical sciences	
WAYS OF OPTIMIZATION METHODS TO INFLUENCE THE PROCESSES FORMATION OF PRECIPITATION <i>Dinevich L., Kamalov B.</i>	94
Geological and mineralogical sciences	
PETROLOGY AND ORE MINERALIZATION OF GRANITOIDS SCHERNOVSKOI INTRUSIVE COMPLEX OF SALAIR <i>Gusev A.I.</i>	101
TO GEOCHEMISTRY OF SULFIDE MINERALS OF DEPOSITS SOLONESHENSKII ORE DISTRICT MOUNTAIN ALTAI <i>Gusev A.I.</i>	106
PETROLOGY, GEOCHEMISTRY AND ORE MINERALIZATION OF KIZILTASHKII COMPLEX OF MOUNTAIN ALTAI <i>Gusev A.I.</i>	111
PETROLOGY, GEOCHEMISTRY AND ORE MINERALIZATION OF SINJUSHINSKII MASSIVE OF ALTAI <i>Gusev A.I., Gusev N.I.</i>	117
ABOUT CLASSIFICATION OF WADING OF BIOGEOCENOSIS <i>Makarenko G.L.</i>	123
GEOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL LODGING PEAT OF DEPOSITS IN THE VALLEY OF THE RIVER VOLGA ON THE TERRITORY OF TVER REGION <i>Makarenko G.L.</i>	127

AGRO-NATURAL-RESOURCE ASSESSMENT OF PEAT AND SAPROPEL IN KONAKOVSKY DISTRICT OF TVER REGION	
<i>Makarenko G.L.</i>	132
CONCEPT OF MULTI-MODEL OF THE EARTHQUAKE SOURCE	
<i>Prihodovsky M.A.</i>	136
<i>Economical sciences</i>	
ON SEVERAL LEGAL, SOCIAL, CULTURAL AND HISTORICAL PROBLEMS OF NATURE MONUMENTS	
<i>Shatov A.A., Safargaleeva E.A.</i>	139

УДК 687.053.42.(0888)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОРИЕНТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ**¹Баубеков С.Д., ¹Таукбаева К.С., ²Кайранбеков Г.Д.**¹*Таразский инновационно-гуманитарный университет, Тараз, e-mail: tigu_kz@mail.ru;*²*Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, e-mail: UKGU.kz@mail.ru*

Работа относится к машиностроению и посвящена для автоматизаций контурной обработки деталей изделия легкой промышленности. Автор предлагает новый способ контурной обработки деталей изделия легкой промышленности и устройства для его реализации, где без дополнительной переналадки конструкции машин можно выполнять контурные обработки различной кривизны, так как контур является программой для работы автоматизированной швейной машины (АШМ22). Отличительными особенностями этого устройства является простота конструкции, надежность работы и обеспечение высокой точности выполнения технологической операции, а также технологическая гибкость. Целью динамического анализа является разработка математической модели силовых характеристик рабочих инструментов АШМ22, возникающих в процессе ориентирования и перемещения детали с тем, чтобы обеспечивать эквидистантность строчки, равномерность длины шага стежка. В работе приведены результаты исследования технологической возможности АШМ22 и пути их расширения.

Ключевые слова: машиностроение, автоматизация контурных операций, контурная обработка деталей, легкая промышленность, эквидистантность строчки, динамика процесса ориентирования, устройство, способ обработки, машина

DESIGN OF PROCESS OF ORIENTATION OF DETAILS AT THEIR AUTOMATED CONTOUR TREATMENT**¹Baubekov S.D., ¹Taukebayeva K.S., ²Kairanbekov G.D.**¹*Tarazsky innovative humanities university, Taraz, e-mail: tigu_kz@mail.ru;*²*South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, e-mail: UKGU.kz@mail.ru*

Work behaves to the engineer and devoted for automations of contour treatment of details of good of light industry. An author offers the new method of contour treatment of details of good of light industry and device for his realization, where without the additional readjust of construction of machines it is possible to execute contour treatments of different curvature, because a contour is the program for work of самонастраивающейся of the automated sewing machine (АШМ22). The distinctive features of this device is simplicity of construction, reliability of work and providing of high exactness of implementation of technological operation, and also technological flexibility. The aim of dynamic analysis is development of mathematical model of power descriptions of working instruments of АШМ22, arising up in the process of orientation and moving of detail with that to provide identical distance from the edge of detail lines, evenness of length of step of stitch. Results over of research of technological possibility of АШМ22 and ways of their expansion are in-process brought.

Keywords: engineer, automation contour operations, contour treatment of details, light industry, identical distance from the edge of detail lines, dynamics of process of orientation, device, method of treatment, machine

Работа относится к машиностроению для легкой промышленности (ЛП), а именно к созданию средств для автоматизации процесса сборки заготовок изделия ЛП.

На рис. 1 приведена кинематическая схема устройства.

Новым [1, 4 с.] является то, что в механизме транспортирования рама рейки имеет возможность перемещения по горизонтали и вертикали, а также поворачиваться во время транспортирования материала относительно иглы 19, поворот рамы 11 относительно оси 15 обеспечивается клином 9, штырь-упором 24 и гибким звеном 16. Величина поворота рамы 11 зависит от параметров клина 9 и гибкого звена 16, а также от кривизны обрабатываемого контура. Устройство работает следующим образом. После выхода иглы 19 из материала детали с помощью вала горизонтального переме-

щения 5, рычага 14, оси 15, соединительного звена (оси) 13, на котором шарнирно соединена рама рейки 11, начинается горизонтальное перемещение вдоль направления строчки на один шаг стежка. При этом рейка 11 поворачивается направо на величину угла подъема клина 9. Так как, кинематический контакт штыря-упора 24 с клином 9 обеспечивается постоянно гибким звеном 21, посредством винта 22 и гайки 23, на каждом шагу рейки 11 поворот детали к ограничительному упору 20 повторяется, тем самым обеспечивается ориентирование края детали относительно иглы машины для автоматического выполнения эквидистантной строчки к контуру детали.

В зависимости от радиуса кривизны края детали можно выбрать клин различными углами подъема. Так же выбирается жесткость гибкого звена для обеспечения по-

стоянного контакта клина с штырь-упором и минимальной деформации края детали об ограничительный упор.

В работе [2, 17 с.] определена деформация торца детали и установлены припуски

для выполнения краевых строчек. Однако здесь ориентирование детали производится вручную и качество выполнения строчки зависит от квалификации и физического состояния рабочего.

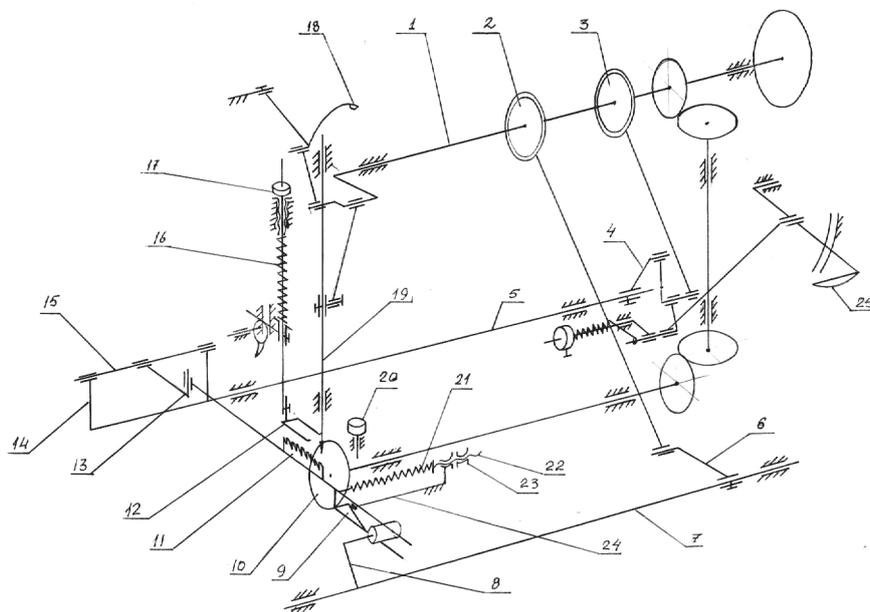


Рис. 1. Устройство для автоматизированной контурной обработки детали при шитье

В предлагаемом исследовании контурная обработка детали выполняется автоматически с применением АШМ22 [3, 90-99 с; 4, 114 с.].

Целью исследования является определение характера силового взаимодействия упора с деталью в процессе ее автоматической ориентации. Необходимость этого исследования обусловлена тем, что от величины торцевой деформации края детали зависит эквидистантность строчки, т.е. качество выполнения контурной обработки детали.

В процессе ориентирования и перемещения сшиваемых деталей скорости их перемещения и силы взаимодействия с рабочими инструментами зависят от многих факторов [2, 121 с.; 4, 151 с.]. Определить

их влияние на процесс весьма сложно, т.к. известными являются лишь направление скорости V_A точки контакта края детали с упором, величина силы трения F_A детали об упор и ее прижатия лапкой. Процесс представлен на рис. 3.

В работе [2, 127 с.] получены аналитические зависимости силового взаимодействия инструментов и ориентируемой деталью. Но влияние упора (пренебрегли деформацию края детали упором) на качества контурной обработки, моделирование процесса с учетом особенностей конструкции и расположения упоров для АШМ22 в известных работах не рассмотрены.

Используем результаты приведенных исследований, а именно выражения для определения реакции сил [3, 159 с.].

$$N_A = \sqrt{(k_0 \mu N_C \sin \alpha)^2 + (\mu N_C)^2} \cdot \frac{h_2}{h_1} \cos \alpha, \quad (1)$$

Имея в виду, что $F_A = R_A \sin \varphi$;

$$N_C = \frac{M_C}{\mu \cos \beta r_p}, \quad (2)$$

где $\beta = 90 - \alpha$; R_A – сила прижатия детали к упору.

Для определения деформации края (торца) детали упором при контурной обработке с использованием АШМ22, представим процесс в следующем виде (рис. 2).

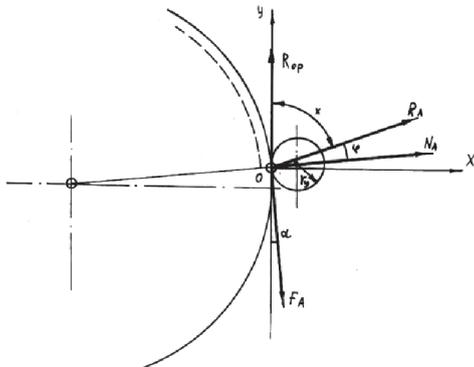


Рис. 2. Процесс взаимодействия упора с деталью

$$\varphi = \sin \frac{\varepsilon_k}{N_A} = \arcsin(n); \quad (3)$$

где $N_A = \sqrt{(k_0 \mu N_C \sin \alpha)^2 + (\mu N_C)^2} \cdot \frac{h_2}{h_1} \cos \alpha$ – нормальное давление детали на упор;
 $n = \frac{\varepsilon_k}{N_A}$; ε_k – допустимая величина деформации края детали.

Во время прокола детали перемещения продолжается по направлению оси Y (и деталь будет зажата между транспортером и боковой поверхностью упора. Тогда условия зажатия детали в сторону приспособления можно выразить так:

$$\mu R_A \cos(90 - \varphi) \cos(\beta + \varphi) \geq R_A \cos(90 - \beta - \varphi); \quad (4)$$

m – коэффициент трения между поверхностью упора и краем детали. Тогда из (4) определяем

$$\mu \geq \frac{\operatorname{tg}(\beta + \varphi)}{\sin \varphi (\cos \kappa - \sin \varphi \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi))},$$

или

$$\mu \geq \frac{1}{n} \cdot \frac{\operatorname{tg}(\beta + \varphi)}{\sqrt{1 - n^2} - n \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi)}. \quad (5)$$

Если n^2 – бесконечно малая величина, тогда при

$$(\beta + \varphi) = \operatorname{const}, \quad \frac{\operatorname{tg}(\beta + \varphi)}{1 - n \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi)} = \kappa.$$

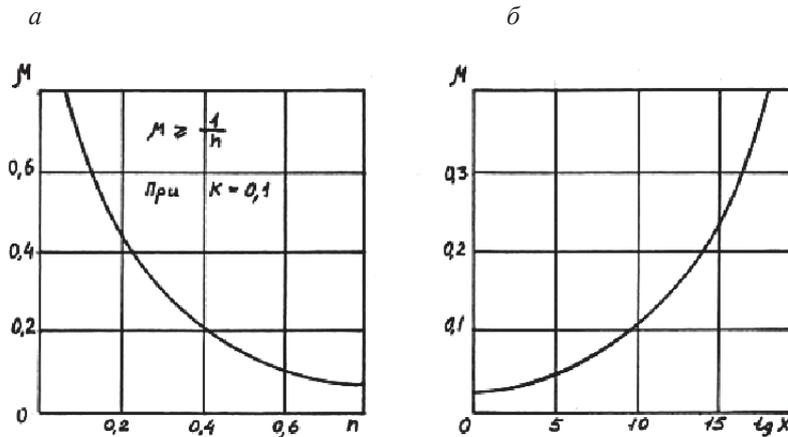


Рис. 3. График зависимостей:
 а – $\mu(n)$ б – $\mu(\operatorname{tg} x)$

В результате исследования (6) получены графики зависимостей: $\alpha - \mu(n)$ б – $\mu(\text{tg}x)$. см. рис. 3 а, б, где показано, что уменьшения n и увеличение $\text{tg}x$ приводит к увеличению μ . Соответственно увеличивается $F_A = \mu R_A \sin \kappa$ – сила препятствующий движению. Эта сила направлена под углом α – касательная в точке касания, где

$\alpha = 90 - \beta$ определяет место расположения упора [4, 129 с.].

Для скольжения края материала по рабочей поверхности упора необходимо, чтобы ориентирующая сила $R_{\text{оп}}$ была больше силы сопротивления

$$R_{\text{оп}} > F_A; \quad (6)$$

где $R_{\text{оп}}$ берем из [2, 163 с.]. Итак, с учетом (4), (6) запишем

$$\begin{aligned} & -k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v - r \omega \sin \psi}{(v^2 + r^2 \omega^2 - 2 r v \omega \sin \psi)^{1/2}} r dr d\omega + \\ & + \sqrt{(k_{\text{в}} \mu N_C \sin \alpha)^2 + (\mu N_C)^2} \cdot \frac{h_2}{h_1} \cos \alpha + ma > \\ & > \left[\frac{1}{2} k R_A \sin \varphi \sin(\beta + 2\varphi) + R_A \sin \varphi \sin(\beta + 2\varphi) \right]. \quad (7) \end{aligned}$$

Выражение (7) определяет условия за- висания детали к упору с учетом сухого трения при ориентировании детали, т.е. работоспособность АШМ22.

Исследуя (7), заметим, что процесс зави- сит от многих факторов, например от место расположения упора α и β , от угла трения торца детали об упор φ , а также κ , n , φ , N_C , μ , r , v , ω , k . Заметим, что используя извест- ные методы оптимизации [5, 330 с.], можно выбрать параметры, обеспечивающие допу- стимую величину деформаций.

Итак, установлено, что упор надо рас- полагать впереди иглы с поворотом на угол α , который уравнивает поворот детали, вызываемый парой сил при ориентировании с применением АШМ22, тогда μ будет ми- нимальным; получена математическая за- висимость реакции упора на торец детали, обеспечивающая минимальную деформа- цию края детали; возможность деформации края детали увеличивается с увеличением угла χ и величины линии контакта; увели- чения ориентирующей силы $R_{\text{оп}}$ ведет уве- личения деформации края.

Эти результаты использованы при мо- дернизации машин 22 кл. ПМЗ для автома-

тизации выполнения контурных строчек на деталях изделия легкой промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Казахбаев С.З. Устройство для контурной обработки детали при шитье. Патент РК № 2011/0327.1 от.01.04.2011. НПВ РК., опубл. от 04.05.2013, Алматы. Бюл. 10
2. Баубеков С.Д. Моделирование эффективных средств для автоматизированной контурной обработки деталей: Монография. – М.: Деп. в Всеросс. научно-исследовательский институт при Академии наук Российской Федерации, 2007. – 247 с.
3. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Джанахметов У.К. Машинный комплекс (МК) для сборки деталей изделия легкой промышленности. Каунасский технологический университет, сб. науч. трудов «Техническое регулирование-базовая составляющая управления качеством услуг и изделиями сервиса», ЮРГУЭС. – Каунас, 2004. – С. 90-99.
4. Баубеков С.Д. Отчет по теме: «Совершенствование автоматизированной швейной машины на базе фрикционно-транспортно-ориентирующего устройства (АШМ) в условиях минипроизводства малого и среднего бизнеса». Этап 2. Теоретические исследование технологической возможности работы АШМ, грант 2, контракт об инновационном гранте АО «Фонд науки» № 9 от 10.12.2010 г. – Астана, 2011. – 178 с.
5. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С. Основы проектирования машин и механизмов: учебник. – Алматы: Изд-во «Эверо», 2012. – 440 с.

УДК 621.534.833.886.6

**СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ
ДИНАМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ВИБРАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ****Большаков Р.С., Ермошенко Ю.В., Ковыршин С.В.***ФБГОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Иркутск,
e-mail: eliseev_s@inbox.ru*

Предлагается и обосновывается метод определения динамических реакций в механических колебательных системах. Метод основан на использовании математических моделей в виде структурных схем эквивалентных в динамическом отношении систем автоматического управления. Динамическая реакция рассматривается как обратная отрицательная связь в отношении звена с передаточной функцией интегрирующего элемента второго порядка, который отражает динамические свойства объекта защиты. Основой методологической позиции являются представления о том, что динамическая реакция или реакция связей является одним из членов уравнения кинестатики. Такое уравнение может быть составлено на основании принципа Даламбера и разрешено соответственным образом относительно реакции связи. Реакция связи в этом случае определяется параметрами виброзащитной системы, то есть значениями коэффициентов упругости и демпфирования, а также законами вынужденного движения. Предлагаемая математическая модель формируется на основе получаемых дифференциальных уравнений. Показано, что аналогичный результат может быть получен на основе структурных представлений, что делает предлагаемый метод перспективным для приложения к системам с несколькими степенями свободы.

Ключевые слова: динамические реакции механических колебательных систем, передаточные функции, структурные схемы, обобщенные пружины

**STRUCTURE MODELING IN EVALUATION OF DYNAMICAL RESPONSES
IS TASKS OF VIBRATORY PROTECTION****Bolshakov R.S., Ermoshenko Y.V., Kovirshin S.V.***FBSEI HPE «Irkutsk State Transport University», Irkutsk, e-mail: eliseev_s@inbox.ru*

Evaluation method of dynamical responses in mechanical oscillation systems is offered and is grounded. Method is based on using of mathematical models in the form of structural schemes which equivalent in dynamical attitude to automatical control systems. Dynamical response is considered as feed negative tie in attitude to link with transfer function of integrating element of second order that reflects dynamical properties of protection object. Methodological position base are presentations that dynamical response or ties response is one of the elements of the kinestatics equation. This equation may be done on basis of Dalamber principle and solve accordingly regarding tie response. Tie response in this case is defined of parameters of vibroprotection system that is coefficients values of elasticity and damping and law of forced movement. Offering mathematical model is shaped on basis of resulting differential equations. Is shown that similar result may be get on basis of structural presentations what makes the proposed method of promising for application to systems with some degrees of freedom.

Keywords: dynamical responses of mechanical oscillation systems, transfer functions, structural schemes, generalized springs

Внимание к задачам виброзащиты и виброизоляции машин и оборудования стимулируется ростом требований к динамическому качеству и обеспечению надежности и безопасности эксплуатации технических систем. Идеи автоматического управления колебаниями [1, 2] связаны с развитием теории автоматического управления технологическими системами, в целом, а также с развитием представлений о наблюдаемой общности многих динамических процессов, возникающих в работе машин, активно взаимодействующих с внешним окружением [3]. Общность задач динамики механических колебательных систем [4], выступающих в качестве расчетных схем многих машин, предопределяет инициативы по использованию аналитического аппарата теории автоматического управления и теории цепей [4, 5].

Выделение объектов защиты от вибраций и ударов, в определенной степени, совпадает с технологиями формирования систем автоматического управления, то есть выбором объекта управления, его входных и выходных сигналов с последующей оценкой динамических свойств систем и определением близости параметров динамического состояния заданным [5, 6].

Обеспечение надежности работы машин, связано с детализацией представлений о динамических процессах, в которых формируются нагрузки на узлы и детали машин, что приводит к необходимости разработки подходов и методов определения динамических реакций и усилий, возникающих в динамических взаимодействиях механических колебательных систем [7]. В этом плане заслуживает внимания развитие некоторых методологических позиций

в теории виброзащиты, связанных с дополнением известных приемов [2] возможностями, предоставляемыми использованием структурных представлений. Последнее понимается в том смысле, что механическая колебательная система, являющаяся, к примеру, расчетной схемой виброзащитной системы, может быть интерпретирована структурной схемой эквивалентной в динамическом отношении системой автоматического управления [3].

I. Общие положения. Постановка задачи исследования

В простейшем случае объект защиты является твердым телом (материальная точка) с массой m , то есть связь с окружающей средой реализуется через некоторые элементы, или их блоки, которые можно представить как некоторое виброзащитное устройство (рис. 1а,б), располагающееся между источ-

ником внешнего возмущения и объектом защиты. При всем разнообразии форм внешнего вибрационного воздействия, чаще всего рассматриваются силовые (рис. 1а) и кинематические (рис. 1б) возмущения [2]. Вибрационное устройство (ВЗУ) может состоять из одного упругого элемента (пружины), приобретать вид некоторого блока из нескольких типовых элементов расширенного набора [3]. Важным условием в формировании ВЗУ является обязательное наличие упругого элемента, принимающего на себя статическую нагрузку. При этом предполагается, что ВЗУ может быть достаточно сложным по своей структуре, и в частности, представлять собой механическую цепь. Структура ВЗУ имеет существенное значение в формировании реакций R и R' , возникающих (рис. 1) в контакте между ВЗУ и объектом защиты, а также между ВЗУ и опорными поверхностями.

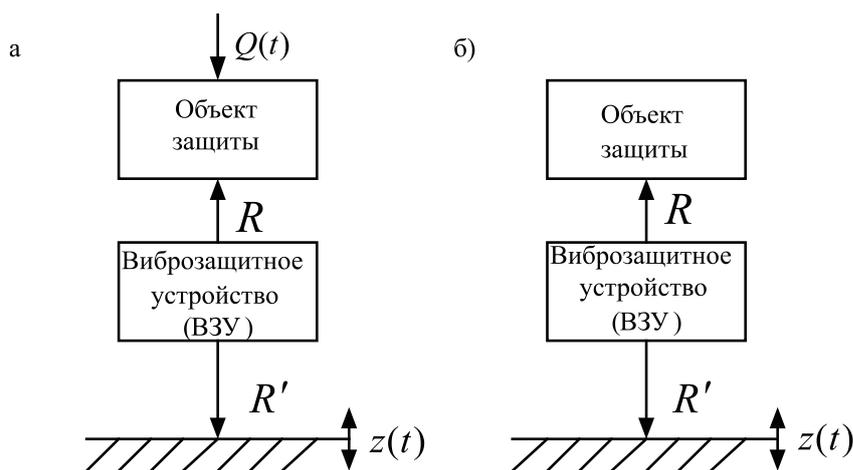


Рис. 1. Принципиальная схема виброзащитной системы:
а – при силовом возмущении; б – при кинематическом возмущении

Задача исследования заключается в оценке возможностей определения динамических реакций в виброзащитной системе, состоящей из объекта защиты, ВЗУ и опорных поверхностей, при учете различных факторов, таких как форма внешнего воздействия, сложности структуры виброзащитного устройства и особенности связей объекта защиты с опорными поверхностями.

II. Особенности формирования математических моделей для оценки динамических реакций

Определение динамических реакций, как следует из постановки задачи, зависит

от конкретных реализаций виброзащитной системы. Рассмотрим в качестве примера механическую систему с одной степенью свободы (рис. 2), на которую действуют сила Q , приложенная к массе m и кинематическое возмущение от основания (или опорной поверхности). Виброзащитное устройство состоит из упругого элемента жесткостью k и демпфера вязкого трения с коэффициентом вязкости b . Движение рассматривается в неподвижной системе координат (y). Полагаем, что под действием внешних сил (учитывается действие одного фактора $Q \neq 0, z(t) = 0$ или $Q = 0, z(t) \neq 0$) объект совершает малые колебания,

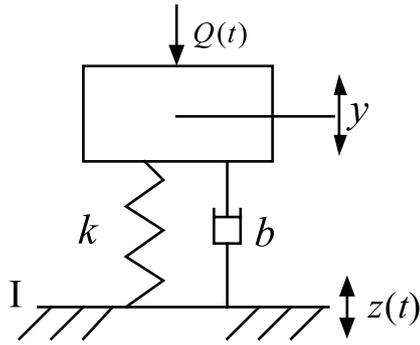


Рис. 2. Виброзащитная система с одной степенью свободы

Пусть $Q \neq 0, z(t) = 0$, тогда в соответствии с принципом Даламбера можно записать, что сумма всех сил, действующих на массу m , будет равна нулю. Такая система сил, по определению состоит из силы инерции $Q_{ин} = my''$, внешней силы Q (она известна) и силы реакции связей

$$R = ky + b\dot{y}. \quad (1)$$

Из (1) следует, что динамическая реакция зависит от величины коэффициента вязкого трения b , что определяет характер движения, которое имеет особенности при докритическом, критическом и закритическом его значении. Если принять, что

$$n = \frac{b}{2m}, \quad (2)$$

а частота собственных колебаний определяется

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}, \quad (3)$$

то вводя понятия об относительном демпфировании

$$\nu = \frac{n}{\omega_0} = \frac{b}{2\sqrt{km}}, \quad (4)$$

получим, что критический случай соответствует $\nu' = 1$. Принимая внешнюю силу

$$Q(t) = Q_0 \sin \omega t, \quad (5)$$

найдем, что динамическая реакция имеет вид

$$R = \frac{Q_0 \sqrt{\omega_0^4 + 4n^2 \omega^2}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}}. \quad (6)$$

Таким образом, при $Q \neq 0, z(t) = 0$ сила, передаваемая от объекта к опорной поверхности, будет определяться выражением (6). Динамическая реакция при этом бу-

дет передаваться и на объект, а $R = R'$, то есть в данном случае действие – равняется противодействию. Однако, такая ситуация сохраняется только для тех случаев, когда ВЗУ, взятое само по себе, не обладает своими степенями свободы движения. То есть наличие ВЗУ не должно увеличивать число степеней свободы объекта защиты. Динамическая реакция, в соответствии с (6) может принимать различные значения и при $\omega \rightarrow \infty$ стремится к нулю. При этом статическая компонента общей реакции остается неизменной. Приведенное выше можно рассматривать как прием определения динамической реакции на основе принципа Даламбера, постулируя динамическую реакцию как компоненту уравнения кинестатики, связанную с параметрами элементов ВЗУ (в данном случае k и b). Если периодическая сила является гармонической, то реакция на объекте защиты y может быть найдена подстановкой в (1) значения координаты вынужденных колебаний. Отметим, что отношение модуля динамической реакции к амплитуде внешней силы

$$\frac{R}{Q_0} = \frac{\sqrt{\omega_0^4 + 4n^2 \omega^2}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}} = K_R \quad (7)$$

имеет общепринятое название коэффициента виброизоляции [2].

III. Структурные подходы к определению динамических реакций

Виброзащитная система на рис. 2 при условии $Q \neq 0, z(t) = 0$, имеет математическую модель в виде дифференциального уравнения

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + ky = Q(t), \quad (8)$$

которое при использовании преобразований Лапласа приводится к алгебраической форме

$$mp^2 \bar{y} + bp\bar{y} + k\bar{y} = \bar{Q}, \quad (9)$$

где $p = j\omega, j = \sqrt{-1}$ – комплексная переменная; \bar{y}, \bar{Q} – изображение функций по Лапласу [4,5]. Передаточная функция системы (рис. 2) при входном сигнале \bar{Q} и выходном \bar{y} может быть записана в виде:

$$W_1(p) = \frac{\bar{y}}{\bar{Q}} = \frac{1}{mp^2 + bp + k}. \quad (10)$$

Полагая, что в операторной форме

$$\bar{R} = (k + bp)\bar{y}, \quad (11)$$

найдем, что

$$\bar{W}_R(p) = \frac{\bar{R}}{\bar{Q}} = \frac{k + bp}{mp^2 + bp + k}. \quad (12)$$

Используя (12) при $p = j\omega$, можно найти амплитудно-частотную характеристику, которая совпадает с выражением (7), если

принять что $b/m = 2n$, а $\omega_0^2 = k/m$. Уравнению (9) соответствует структурная схема, приведенная на рис. 3а (построение структурных схем подробно разобрано в [6, 7]). Прямая цепь в структурной схеме содержит звено с передаточной функцией

$$W_1'(p) = bp + k. \quad (13)$$

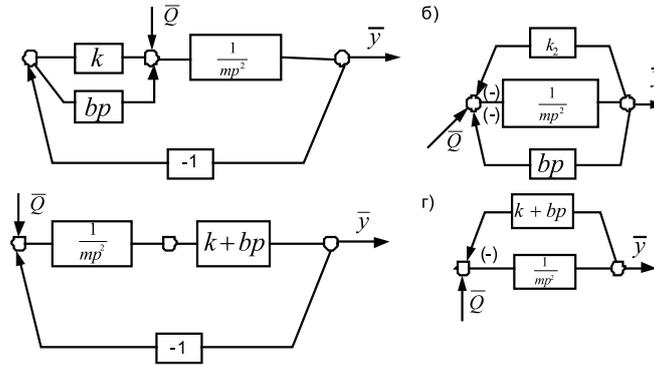


Рис. 3. Структурные схемы виброзащитной системы на рис. 2:

а – схема общего вида; б – схема с выделением звена, соответствующего объекту защиты; в – выделение блока ВЗУ с выходным сигналом \bar{R} ; г – структурная схема для определения приведенного коэффициента жесткости

Это звено по физическому смыслу является приведенной (или обобщенной) пружиной, коэффициент жесткости которой зависит от частоты [3]. В прямой цепи также имеется и «базовое» звено, в динамическом отношении отражающее свойства объекта защиты. На структурной схеме (рис. 3а) показан входной сигнал – сила \bar{Q} и выходной – смещение объекта по координате \bar{y} . Поскольку сила \bar{Q} прикладывается к массе m , то схема на рис. 3а может быть преобразована к виду, как показано на рис. 3в, откуда легко определяется

$$\bar{W}_R(p) = \frac{\bar{R}}{\bar{Q}} = \frac{bp + k}{mp^2 + bp + k}, \quad (14)$$

тогда

$$\bar{R} = W_R(p)\bar{Q}. \quad (15)$$

В свою очередь, структурная схема на Рис. 3а может быть преобразована к виду, приведенному на Рис. 3б и на рис. 3г. То есть объект защиты (звено с передаточной функцией $1/mp^2$), имеет обратную отрицательную связь (звено, соответствующее приведенной или обобщенной пружине) с передаточной функцией (13). Физический смысл (13) заключается в том, что обратная связь соответствует коэффициенту приведенной жесткости ВЗУ. Динамическая реакция в этом случае определится

откуда легко получаются выражения (12) и (14). Таким образом определение динамических реакций на основе использования структурных схем, сводится к определению параметров обратной связи, охватывающей звено – объект защиты и иеющее передаточную функцию

$$W_M(p) = \frac{1}{mp^2} \quad (16)$$

Отметим, что при использовании выражений для передаточных функций начальные условия принимаются равными нулю, что предполагает полное затухание всех переходных процессов. Что касается равенства $R = R'$, то оно также соблюдается, поскольку механическая цепь (ВЗУ) не имеет своих собственных степеней свободы.

IV. Учет особенностей кинематического возмущения и закрепления объектов защиты

При кинематическом возмущении принимается, что $Q = 0$, а $z(t) \neq 0$, тогда уравнение (9) примет вид

$$mp^2 \bar{y} + bp \bar{y} + k \bar{y} = (k + bp)k \bar{z}. \quad (17)$$

Уравнение (17) соответствует структурная схема, приведенная на рис. 4а.

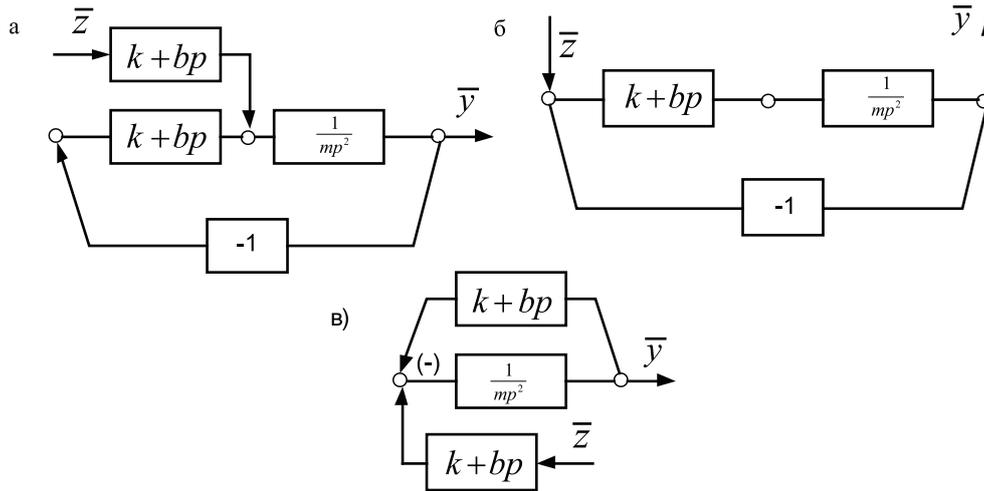


Рис. 4. Структурные схемы виброзащитной системы при кинематическом возмущении: а – схема в общем виде (при отдельном канале возмущения по z); б – приведенная схема кинематического воздействия; в – структурная схема с выделением обратной связи

Как это следует из рис. 4а, кинематическое воздействие формально приводится к силовому возмущению. Можно записать эквивалентные соотношения в виде

$$\bar{Q} = (k + bp)\bar{z}. \quad (18)$$

Передаточная функция системы на рис. 4а, имеет вид

$$\bar{W}_1(p) = \frac{\bar{y}}{(k + bp)\bar{z}} = \frac{1}{mp^2 + bp + k},$$

что совпадает с выражением (10). Если определить передаточную функцию для динамической реакции по возмущению \bar{z} (по схеме на рис. 4б), то

$$\bar{W}_2(p) = \frac{\bar{y}}{\bar{z}} = \frac{(k + bp)}{mp^2 + bp + k}, \quad (19)$$

что совпадает с (12). При этом (19) соответствует, в физическом смысле, коэффициенту виброзащиты [2]. Что касается передаточной функции от смещения \bar{z} на динамическую реакцию, то из структурной схемы на рис. 4в следует

$$\bar{W}_3(p) = \frac{\bar{R}'}{\bar{z}} = \frac{(k + bp)^2}{mp^2 + bp + k}. \quad (20)$$

Если принять во внимание, что кинематическое возмущение \bar{z} приводится к эквивалентному силовому воздействию $(k + bp)\bar{z}$, то (20) преобразуется к виду (12), (14)

$$\bar{W}_3(p) = \frac{\bar{R}'}{(k + bp)\bar{z}} = \frac{k + bp}{mp^2 + bp + k}. \quad (21)$$

Отметим, что передаточная функция при силовом входе и динамической реакции на выходе, то есть коэффициент виброизоляции (14) (динамический коэффициент) совпадает с коэффициентом виброзащиты (19), что отмечалось, в частности, в работе [2].

При постановке объекта на опорную поверхность I (рис. 1), возникающие реакции R и R' равны между собой, что связано с особенностями структуры ВЗУ. Однако в ряде случаев возможны и такие формы виброзащитных систем, когда объект защиты имеет и дополнительные опорные поверхности, как показано на рис. 5 а,б. В этом случае уравнение движения в операторной форме имеет вид

$$mp^2\bar{y} + (b_1 + b_2)p + (k_1 + k_2)\bar{y} = \bar{Q}. \quad (22)$$

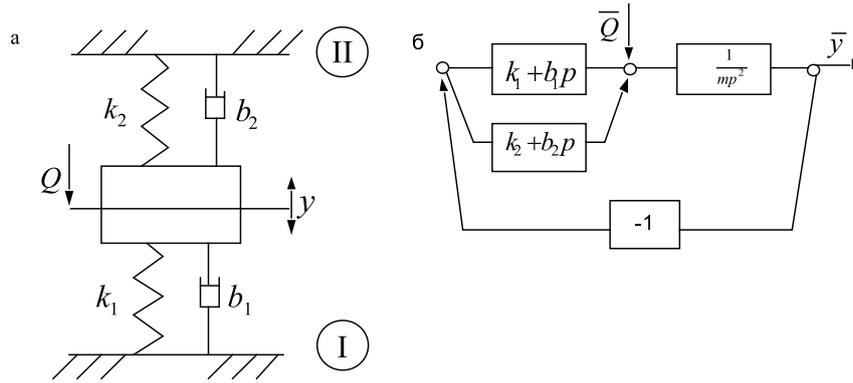


Рис. 5. Расчетная (а) и структурная схема виброзащитной системы с двумя опорными поверхностями (I и II)

Принимая приведенные выше приемы определения динамических реакций, найдем, что

$$\bar{R}_1 = (k_1 + b_1 p) \bar{y}_1, \quad (23)$$

$$\bar{R}_2 = (k_2 + b_2 p) \bar{y}_1, \quad (24)$$

где \bar{y}_1 определяется из передаточной функции, построенной из схемы на рис. 5б:

$$\bar{W}_4(p) = \frac{\bar{y}}{\bar{Q}} = \frac{1}{mp^2 + (b_1 + b_2)p + k_1 + k_2}. \quad (25)$$

Для определения динамической реакции на элементе m , преобразуем структурную схему на рис. 5 б и получим, что коэффициент жесткости обобщенной пружины составит

$$k_{np} = (k_1 + k_2) + (b_1 + b_2)p, \quad (26)$$

а динамическая реакция \bar{R}_r имеет вид

$$\bar{R}_r = k_{np} \bar{y} = \frac{(k_1 + k_2) + (b_1 + b_2)p}{mp^2 + (b_1 + b_2)p + k_1 + k_2}. \quad (27)$$

Аналогичным образом могут быть найдены динамические реакции при кинематических воздействиях, формируемых вибрациями оснований.

Заключение. На основе проведенных исследований можно утверждать, что динамические реакции в виброзащитных системах, рассматриваемых в виде механических колебательных систем, формируются в рамках структурного подхода на основе выделения обратной связи. Такая связь охватывает звено с передаточной функцией интегрирующего элемента второго порядка. При этом физический смысл передаточной функции обратной (отрицательной в рассматриваемом случае) связи, заключается в том, что она отражает приведенную жест-

кость обобщенной пружины. В свою очередь, обобщенные пружины могут иметь достаточно сложную структуру, однако, в целом, эта обратная связь не должна иметь своих собственных степеней подвижности. В противном случае нарушается симметрия динамических реакций.

Предлагаемый метод может быть распространен на системы с несколькими степенями свободы; при этом в ВЗУ условие $R = R'$ в общем случае уже не будет выполняться.

Исследования выполнены по гранту в рамках федеральной целевой программы «Научные и педагогические кадры инновационной России» на 2012 – 2013 гг. (мероприятие 1.3.2. – естественные науки) № 14.132.21.1362.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коловский М.З. Автоматическое управление виброзащитными системами / М.З. Коловский – М.: Наука, 1976. – 320 с.
2. Елисеев С.В., Резник Ю.Н., Хоменко А.П. Мехатронные подходы в динамике механических колебательных систем. – Новосибирск: Наука. 2011. – 394 с.
3. Елисеев С.В., Засядко А.А. Виброзащита и виброизоляция как управление колебаниями объектов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2004. № 1(1). с. 20-29
4. Димов А.В., Елисеев С.В., Хоменко А.П. Решение задач виброзащиты и виброизоляции на основе структурных методов математического моделирования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2006. № 2(10). С. 6-17
5. Елисеев С.В., Хоменко А.П., Засядко А.А. От динамики управляемых систем к мехатронике // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2008. № 2(18). С. 10-14.
6. Елисеев С.В., Белокобыльский С.В., Кашуба В.Б., Ситов И.С. Мехатронные подходы к математическому моделированию в механических колебательных системах // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 8. С. 9-14.
7. Вибрации в технике: справочник в 6 томах / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение. 1981. Т. 6. Защита от вибраций и ударов / Под ред. К.В. Фролова. 1981. – 456 с.

УДК 629.7

ПРОТИВОЛОДОЧНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ

Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.*ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

В конце 50-х годов США начали вооружать свой флот подводными лодками со стратегическими ракетами на борту. Их ядерные боеголовки были нацелены на территорию СССР. Возник вопрос предупреждения нападения потенциального противника. «Засечь» подлодку на значительном расстоянии, обеспечить противолодочные корабли информацией о её местонахождении означало предотвратить её внезапное нападение. С такой задачей мог справиться только вертолет, оснащенный специальной чувствительной электронной аппаратурой для прослушивания морских и океанских глубин, несущий специальное вооружение. Идея создания отечественных противолодочных корабельных вертолетов принадлежит Герою Социалистического Труда, лауреату Государственной премии, главному конструктору и новатору Николаю Ильичу Камову.

Ключевые слова: противолодочные летательные аппараты, аппараты вертикального взлета и посадки с кольцевым крылом

ASW AIRCRAFT VERTICAL TAKEOFF AND LANDING

Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.*ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

In the late 50's the United States began to arm its fleet of submarines with strategic missiles on board. Their nuclear warheads aimed at the USSR. The question arose prevent potential enemy attack. Determine the location of submarine at a distance, to provide anti-submarine ships of information about her whereabouts meant to prevent it from sudden attack. With such a task could handle only helicopter equipped with special electronic equipment sensitive to listen to the sea and ocean depths, carrying special weapons. The idea of creating national anti-ship helicopters belong to the Hero of Socialist Labor, laureate of the State Prize, the chief designer and innovator Nikolay Ilyich Kamov.

Keywords: anti-aircraft units of vertical takeoff and landing with an annular wing

Вертолет как объект авиационной техники является одним из наиболее сложных из летательных аппаратов, разработка, строительство и эксплуатация которого зависят от эффективного решения множества задач в различных областях науки и техники: аэродинамики, динамики полета, теории колебаний, аэроупругой устойчивости, статической и усталостной прочности, технологии, материаловедения и др.

Вертолет с несущим винтом является самым эффективным летательным аппаратом на режиме висения. Способность вертолета осуществлять висение, вертикальный взлет и посадку, осуществлять полет на режиме авторотации является основным преимуществом вертолета как летательного аппарата.

Однако несущий винт как движитель имеет известные ограничения по скорости горизонтального полета, что делает его не столь эффективным на режимах горизонтального полета, причем эффективность снижается с ростом скорости.

У вертолетов, используемых в противолодочной авиации, вследствие особенностей их аэродинамической схемы крейсерские скорости полета ограничены, что не позволяет иметь высокие среднепутевые

скорости на средних и дальних расстояниях полета в зонах морей и океанов.

Приняв средние скорости полета на маршруте (для вертолетов – 250 км/ч, для самолетов и СВВП – 500, 700, 1000 км/ч), задавшись непроизводительным временем (для самолета – 3 часа, для вертолета и СВВП – 1 час, учитывая, что они могут базироваться на посадочных площадках незначительных размеров), получим, что наибольшие среднепутевые скорости на дальностях до 100 км обеспечивает вертолет или СВВП. При дальностях свыше 200 – 300 км более выгодно, с точки зрения оперативности достижения заданного района, использование винтовых СВВП, имеющих крейсерскую скорость 500 – 700 км/ч и только на дальностях 2000 – 4000 км использование самолетов становится выгодным наряду со скоростными СВВП. Поэтому естественно стремление изобретателей и конструкторов создать новый тип летательного аппарата с вертикальным взлетом и посадкой (ЛАВВП), в котором сочетались бы возможности скоростных свойств самолета с вертикальным взлетом и посадкой как у вертолета.

Истоки аэродинамической схемы рассматриваемого аппарата. В процессе

определения облика летательного аппарата вертикального взлета и посадки, предназначенного для службы в Военно-морском флоте, авторами было рассмотрено множество достоинств и недостатков аэродинамических схем летательных аппаратов: глиссирующих гидросамолетов и самолетов-амфибий, начиная с гидросамолета Бе-6, Бе-8, Бе-12, самолета-амфибии А-40 «Альбатрос».

Были рассмотрены и тщательно проанализированы аэродинамическая компоновка уникальной вертикально взлетающей амфибии ВВА-14, построенной в СССР в 70-е годы, компоновка вертикально взлетающего беспилотного летательного аппарата, разработанного в ОКБ им. А.С. Яковлева «Альбатрос».

Рассмотрены компоновки зарубежных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов: СВВП с поворотными силовыми установками Boeing V-22 «Osprey» USA, БПЛА «Игл Ай», проект фирмы Нортроп Грумман UNSA STOVL, БПЛА «Сайфер-2».

В результате анализа выбрана следующая аэродинамическая компоновка.

Летательный аппарат вертикального взлета и посадки оснащен круглым в плане аэродинамическим крылом, в котором выполнено круглое отверстие. Концентрично отверстию в тяговом кольце установлены с возможностью их вращения соосные воздушные винты. Тяговое кольцо имеет возможность поворота из горизонтального в вертикальное положение относительно оси OZ, лежащей в плоскости хорд. К круглому аэродинамическому крылу прикреплены фюзеляж и стреловидные несущие поверхности, на которых размещены элевоны. Тяговое кольцо соединено с силовой установкой посредством пилонов, а с крылом посредством осей. Снизу круглого крыла эквидистантно его внутренней поверхности установлен круглый водоизмещающий поплавок, который может выпускаться при вертикальной посадке аппарата на водную поверхность и удерживать аппарат на плаву. В полете поплавок может прижиматься к нижней поверхности кольцевого крыла, образуя аэродинамический профиль. При стоянке на земле аппарат опирается на убираемые в полете опоры шасси.

Сопоставительный анализ выбранной аэродинамической компоновки с известными техническими решениями говорит о том, что наиболее близким решением является

летательный аппарат вертикального взлета и посадки с кольцевым крылом по Патенту РФ № 2002670 В64С 27/00 от 30.03.1990 автора Воронкова Ю.С.

Описание и некоторые особенности конструкции летательного аппарата. Конструкция летательного аппарата (ЛА) поясняется чертежами и схемами.

На рис. 1 изображен вид сбоку ЛА в режиме горизонтального полета;

на рис. 2 – то же (режим взлета/посадки с водной поверхности);

на рис. 3 – то же (режим взлета/посадки с земной поверхностью);

на рис. 4 – ЛА вид сверху;

на рис. 5 изображена схема управления поворотами тягового кольца;

на рис.6 изображен аэродинамический спектр распределения давлений между тяговым кольцом и кольцевым крылом при управлении аппаратом по тангажу и крену.

Летательный аппарат вертикального взлета и посадки содержит кольцевое крыло 1, фюзеляж 2, стреловидные несущие поверхности 3, установленные на кольцевом крыле 1, выполненные в виде отклоненных вверх от поперечной оси аппарата аэродинамических поверхностей с рулями (элевонами) 4, поворотную силовую установку 5 с соосными воздушными винтами 6 в тяговом кольце 7. Поворотная силовая установка 5 закреплена посредством пилонов 8 в тяговом кольце 7, размещенном в центральной отверстии 9 кольцевого крыла 1 концентрично. Поворотная силовая установка 5 имеет возможность поворота вокруг оси Z. Синхронизированные приводы 10 вращения силовой установки 5 обеспечивают поворот силовой установки вокруг оси OZ (рис. 5).

Поворот силовой установки 5 относительно оси OX (рис. 5) обеспечивают синхронизированные линейные приводы, состоящие из ползунов – роторов 11 – и направляющих, выполненных по радиусу вращения R – статоров 12. Ползуны – роторы 11, взаимодействуя с электромагнитными полями статоров 12 во взаимноперпендикулярных направлениях, создают пару сил, поворачивающую тяговое кольцо 7 относительно оси OX. Эти же приводы в горизонтальном полете обеспечивают повороты тягового кольца 7 относительно оси OY.

При стоянке на земле аппарат опирается на убираемые в полете опоры шасси 13. Для обеспечения взлета с водной поверхности

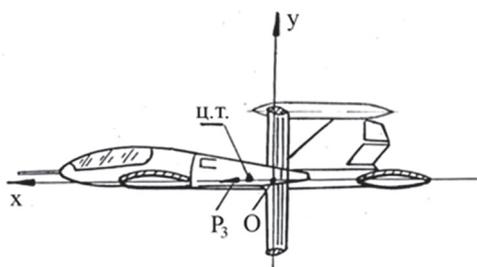


Рис. 1

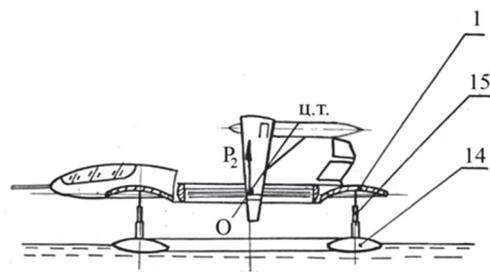


Рис. 2

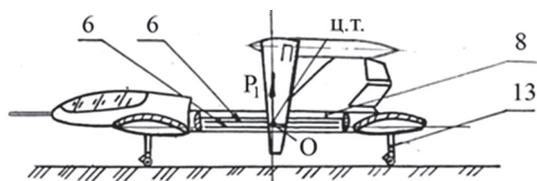


Рис. 3

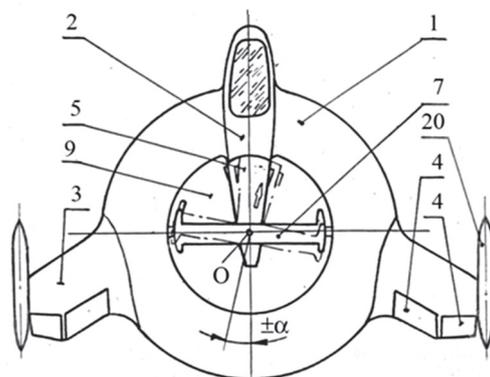


Рис. 4

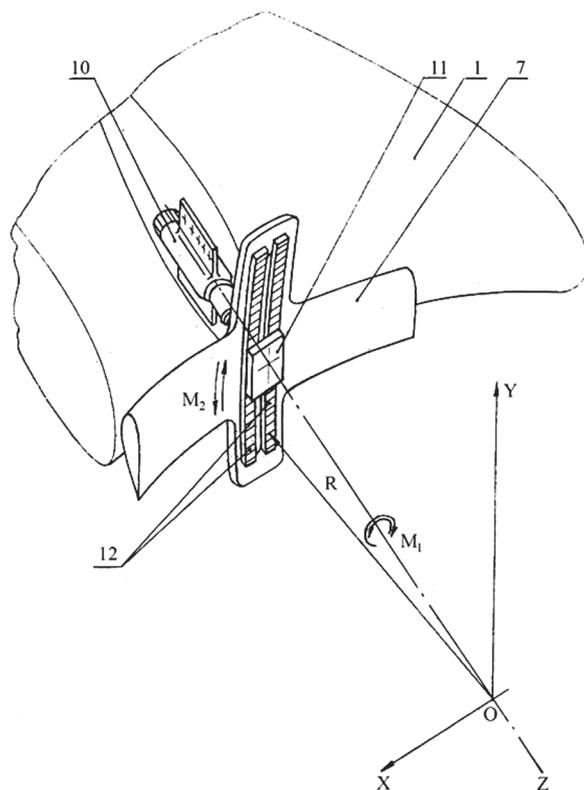


Рис. 5

лодок, расчет необходимых точек зависания, определение координат и выработку данных целеуказания для взаимодействия с другими летательными аппаратами и т.д. В состав поискового противолодочного оборудования входит также магнитометр и приемно-индикаторное устройство. Данное устройство обеспечивает автоматический обзор выставленных радиогидроакустических буев, прослушивание их передатчиков информации и привод аппарата на работающей буй.

Противолодочные средства. Вооружение летательного аппарата может применяться в поисковом и поисково-ударном вариантах. В поисковом варианте аппарат загружается радиогидроакустическими буйями. В качестве средств поражения применяются высокоэффективные противолодочные торпеды и противолодочные бомбы. Не исключается применение современных противокорабельных ракет и системы отстрела ложных тепловых целей.

Работа аппарата. При взлете с земной поверхности (рис. 3) летательный аппарат (ЛА) вертикального взлета и посадки управляется бортовой системой автоматического управления (БСАУ) и работает следующим образом.

Аппарат, опираясь на земную поверхность посредством шасси 13, имеет положение тягового кольца 7 совместно с закрепленной в нем силовой установкой 5 и соосными винтами 6, при котором плоскость вращения воздушных винтов 6 в кольце 7 параллельна земной поверхности. Центр тяжести аппарата при этом расположен на вертикальной оси аппарата ОУ.

При вращении соосных воздушных винтов 6 в кольце 7 силовой установки 5 создается тяга P_1 . При достижении силы тяги P_1 , равной массе аппарата, он взлетает. В зазор между кольцом 7 и кольцевым крылом 1 посредством струи воздуха от воздушных винтов 6 эжектируется из окружающего пространства поток воздуха, обтекающего верхнюю поверхность кольцевого крыла 1. Этот поток создает дополнительную подъемную силу Y_1 (рис. 6, а). Данный эффект снижает нагрузку на несущую поверхность аппарата в режиме взлета.

Парирование возмущающих моментов по тангажу (рис. 6, в) относительно оси ОZ, по сигналам датчиков производится отклонением тягового кольца 7 с силовой установкой 5 посредством включения синхро-

низированных электроприводов вращения 10, расположенных внутри кольцевого крыла 1 (рис. 5). Приводы вращения 10 связаны с БСАУ и ручкой управления ЛА.

Парирование моментов по крену (рис. 6,б) относительно оси ОХ по сигналам датчиков производится поворотом тягового кольца 7 линейными электроприводами взаимнопротивоположного действия с роторами 11 и статорами 12, расположенными внутри тягового кольца 7 (рис. 5). Они связаны с БСАУ и ручкой управления.

Парирование моментов по курсу (рис. 3) относительно оси ОУ производится путем дифференциального изменения общего шага винтов 6 (увеличивается общий шаг одного винта при одновременном уменьшении общего шага другого; таким образом, общая тяга системы остаётся постоянной, но возникает разность между реактивными моментами винтов).

При базировании на водоемах и взлете с водной поверхности (рис. 2) ЛА удерживается на плаву посредством убираемого в полете кольцевого поплавка 14. Тяговое кольцо 7 совместно с закрепленной в нем силовой установкой 5, содержащей соосные винты 6, установлено так, что плоскость вращения воздушных винтов 6 в кольце 7 параллельна водной поверхности. Центр тяжести аппарата при этом расположен на вертикальной оси аппарата ОУ.

Взлет с водной поверхности производится в автоматическом режиме. При вращении соосных воздушных винтов 6 в кольце 7 силовой установки 5 создается тяга P_2 . При достижении силы тяги P_2 , равной массе аппарата, он взлетает. Водоизмещающий поплавок 14 после взлета аппарата с воды телескопическими гидроцилиндрами 15 прижимается к нижней поверхности кольцевого крыла. В зазор между кольцом 7 и кольцевым крылом 1 посредством струи от воздушных винтов 6 эжектируется из окружающего пространства поток воздуха, обдувающий верхнюю поверхность кольцевого крыла 1. В результате возникает дополнительная подъемная сила Y_1 . Данный эффект снижает нагрузку на несущую поверхность аппарата в режиме взлета и зависания.

Переходной режим полета выполняется в автоматическом режиме полета по командам БСАУ. Данный режим заключается в вертикальном взлете и постепенном переходе к горизонтальному полету по не-

которой траектории. Далее, разгоне ЛА до скорости, способной удерживать его в горизонтальном полете за счет аэродинамических сил Y , возникающих на кольцевом крыле 1. Разгон аппарата осуществляется за счет составляющей силы тяги P_3 воздушных винтов 6, ось вращения которых отклоняется от вертикальной оси OY и постепенно приближается к горизонтальной оси OX .

Парирование возмущающих моментов при этом по тангажу относительно оси OZ производится отклонением тягового кольца 7 относительно оси OZ посредством приводов вращения 10 силовой установки 5, связанных с БСАУ.

Парирование возмущающих моментов по крену относительно оси OX осуществляется отклонением тягового кольца 7 относительно оси OX . Возмущающие моменты одновременно с вышеуказанными отклонениями тягового кольца 7 гасятся также путем дифференциального отклонения аэродинамических рулей 4 на стреловидных несущих поверхностях 3. С ростом скорости действие рулей 4 все более возрастает. При переходе летательного аппарата к горизонтальному полету поворот тягового кольца 7 относительно оси OZ постепенно приводит к тому, что плоскость вращения воздушных винтов 6 и соответственно тяговое кольцо 7 занимают вертикальное положение.

Центр тяжести аппарата (рис. 1) при этом занимает расчетное положение, характерное для диапазона центровок при горизонтальном полете.

В горизонтальном полете (рис. 1, 4) управление аппаратом по курсу заключается в повороте тягового кольца 7 на некоторые отличные от нуля углы вокруг оси OY . Поворот тягового кольца 7 осуществляется по сигналам датчиков линейными электроприводами взаимоположенного действия, в которые входят роторы 11 и статоры 12, расположенные внутри тягового кольца 7 (рис. 5). Они связаны с БСАУ и в автоматизированном режиме после перехода аппарата в горизонтальный полет обе-

спечивают управление по курсу ножными педалями управления.

Управление по крену и тангажу в горизонтальном полете осуществляются рулями 4 стреловидных несущих поверхностей 3 от командного органа – ручки управления, как и в обычном самолете.

Выводы

Таким образом, предлагаемая аэродинамическая компоновка летательного аппарата вертикального взлета и посадки – оснащенного круглым в плане аэродинамическим крылом, в котором выполнено круглое отверстие с установленной в нем с возможностью поворота силовой установкой с воздушными винтами, а также размещенным снизу круглого крыла эквидистантно его внутренней поверхности, выпускаемым при посадке круглым водоизмещающим поплавком – позволяет использовать данное техническое решение для нужд противолодочной авиации. Диапазон скоростей и дальность полета такого аппарата могут быть увеличены, а экипажу могут быть созданы условия для более длительной работы в комфортных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин Ф.П. Основы проектирования самолетов с вертикальным взлетом и посадкой. – М: Машиностроение, 1970.
2. Бадягин А.Л., Мухаммедов Ф.А. Проектирование легких самолетов. – М: Машиностроение, 1978.
3. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд-во МАИ, 1994.
4. Ханцев Ф. Основы общей методики конструирования (Систематизация конструирования). – Л.: Машиностроение, 1962.
5. Курочкин Ф.П. Аэродинамические исследования винтов для вертолета-самолета на режиме висения // Сб. трудов МАИ, вып. 142. – Оборонгиз, 1961.
6. Журналы: «Техническая информация» ЦАГИ; «Изобретатель и рационализатор»; «Техника-молодежи»; «Знание-сила»; «Science News» (США); «Изобретения стран мира» Кл. В64С
7. Материалы Благотворительного общества научнотехнического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога.
8. Воронков Ю.С., Патент РФ № 2002670. Летательный аппарат вертикального взлета и посадки. В64С 27/00 от 30.03.1990.

УДК 629.7

ДЕСАНТИРУЕМЫЙ СПАСАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ**Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.***ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

В настоящее время, несмотря на использование самых современных средств спасения пострадавших, произошедшие аварии и катастрофы в океанах и на морских просторах довольно часто заканчиваются многочисленными жертвами. Одной из причин этому является отсутствие достаточного количества спасательных средств или удаленность их от зоны бедствия. Доставляемые воздушным транспортом спасательные средства при их десантировании в неуправляемом режиме, несмотря на штурманскую подготовку места десантирования, имеют достаточно большой разброс и даже унос от заданного места на многие километры. Возникает необходимость разработки таких спасательных средств, управляемый спуск которых в зону произошедших аварий и катастроф был бы мало зависим от метеоусловий.

Ключевые слова: средства спасения, управляемый спуск в режиме авторотации, походное положение, рабочее положение, эластичные оболочки, надувной эластичный каркас

LANDING RESCUE UNIT**Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.***ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

Currently, despite the use of the most modern means of saving the victims of accidents and disasters in the oceans and sea space quite often end in numerous casualties. One reason for this is the lack of a sufficient number of life-saving appliances or remove them from the disaster zone. Delivered by air rescue facilities at their landing in native mode, in spite of the chart landing site preparation, have a large enough spread and even carry-over from a given location for miles. There is a need for the development of life-saving appliances which are controlled descent in the area of accidents and disasters would be a little dependent on weather conditions.

Keywords: rescue equipment, controlled descent in autorotation, stowed position, the working position, the elastic membrane, inflatable elastic frame

В предлагаемом техническом решении десантируемый спасательный аппарат представляет собой компактно складываемую вдоль вертикального силового элемента конструкцию из эластичных оболочек, подкрепляемых надувным эластичным каркасом. В развернутом состоянии спасательный аппарат преобразуется в герметичный куполообразный корпус, верхняя оболочка которого соответствует поверхности Коанда. Верхняя и нижняя оболочки корпуса по его вертикальной оси замкнуты вертикальным силовым элементом в виде трубы. К нему в его верхней части прикреплен центробежный ускоритель. Соосно с ускорителем установлен управляемый складной воздушный винт противоположного вращения. Внутри вертикального силового элемента в его нижней части размещен двигатель с трансмиссией, передающей крутящий момент на ускоритель и управляемый воздушный винт.

Новизна решений. Новым в данном техническом решении является:

Наличие комбинации центробежного воздушного ускорителя с управляемым по тангажу и крену воздушным винтом.

Наличие центробежного воздушного ускорителя в комбинации с оболочкой, вы-

полненной в виде поверхности Коанда, и управляемым воздушным винтом.

В походном положении управляемый воздушный винт выполнен складным вдоль вертикальной оси аппарата.

В рабочем состоянии двояковыпуклый эластичный корпус образован эластичным надувным каркасом, к которому крепятся эластичные оболочки и внутренние теплоизолирующие оболочки.

В походном положении оболочки эластичного корпуса могут складываться, занимая минимальный объем.

Оболочки двояковыпуклого эластичного корпуса соединены в центре с торцами вертикального силового элемента, внутри которого размещена силовая установка с трансмиссией.

Конструкция аппарата. Сущность технического решения поясняется чертежами, где на рис. 1 показан вид сбоку аппарата, на рис. 2 показан вид сверху, на рис. 3 аппарат в сложенном виде, уложенном в транспортировочный чехол, на рис. 4–7 показана последовательность десантирования аппарата, включая выброс из самолета (вертолета), снятие транспортировочного чехла, развертывание лопастей воздушного винта, управляемый спуск на режиме авторотации,

развертывание (формообразование) мягкого корпуса и приводнение в районе бедствия.

Десантируемый спасательный аппарат со складным управляемым воздушным винтом и центробежным воздушным ускорителем содержит: (рис. 1, 2) двояковыпуклый куполообразный эластичный корпус 1, образованный верхней выпуклой оболочкой, выполненной в виде поверхности Коанда, с прикрепленной в её экваториальной части нижней выпуклой оболочкой. Формообразование верхней оболочки соответствует поверхности Коанда, обеспечено эластичным надувным каркасом 2, к которому крепятся эластичная оболочка 19 и внутренняя теплоизолирующая оболочка 20. Нижняя поверхность эластичного корпуса 1, формообразование которой задано эластичным надувным каркасом 3, также состоит из наружной оболочки 19 и внутренней теплоизолирующей оболочки 20, которые прикреплены к эластичному надувному каркасу 3.

Оболочки двояковыпуклого куполообразного эластичного корпуса 1 на определенной дистанции по высоте аппарата соединяются в центральной части с торцами вертикального силового элемента из композитов 4 посредством герметичных стыков 5 и 6, образуя некоторый объем.

Внутренний канал вертикального силового элемента 4 является воздуховодом двигателя 12 и одновременно вертикальным силовым элементом всего аппарата. В верхней части корпуса 1 на торце вертикального силового элемента 4 установлен воздушный ускоритель 7 соосно со складным воздушным винтом 8 противоположного вращения. Вал трансмиссии 9 воздушного винта 8 размещен внутри полого вала 10 трансмиссии воздушного ускорителя 7. Оба вала 9 и 10 соединены кинематически с редуктором 11, приводимым в действие двигателем 12, размещенным внутри вертикального силового элемента 4 в его нижней части. В качестве двигателя 12 может применяться газотурбинный двигатель со свободной турбиной. Топливо для питания двигателя 12 размещено в топливном отсеке 13, концентрично охватывающим нижнюю часть вертикального силового элемента 4.

На внешней поверхности вертикального силового элемента 4 закреплены блоки и оборудование систем автоматизированного управления и наведения 14 десантируемого аппарата.

Управляемый воздушный винт 8 противоположного вращения снабжен механиз-

мом раскладки 22 лопастей, закрепленным на втулке 23 воздушного винта 8. Лопасты воздушного винта 8 прикреплены к втулке 23 посредством шарниров 24.

Втулка 23 воздушного винта 8 установлена шарнирно на валу 9 и имеет двухступенной шарнир 33, который обеспечивает наклоны вперед – назад, соответствуя изменению углов по тангажу, и наклоны вправо – влево, обеспечивая необходимый крен аппарата. Горизонтальный шарнир воздушного винта 8 – общий на две лопасти и располагается под углом 45 градусов к оси лопастей. Такое устройство втулки 23 обеспечивает автоматическое управление общим шагом винта 8 и не требует отдельного командно-контрольного рычага управления. В целом, работа системы управления аппаратом обеспечена соответствием принципу независимости каналов управления.

Применение центробежного воздушного ускорителя 7 в комбинации с оболочкой, выполненной в виде поверхности Коанда и управляемым воздушным винтом 8, позволяет сократить размеры воздушного винта 8 и придать ему новые свойства.

Кинематически к втулке воздушного винта 8 прикреплена складная телескопическая ручка управления аппаратом 15. К внешней поверхности вертикального силового элемента 4 крепится также складное кресло пилота 16. Внутри эластичного корпуса 1 размещена силовая диафрагма 17, которая разделяет эластичный корпус 1 на две герметичные полости. В нижней части эластичного корпуса 1 размещен надувной торообразный амортизатор – баллонет 18.

Трубки каркаса 2, 3 эластичного корпуса 1 наполняются газом от баллонов 21, размещенных в нижней части эластичного корпуса 1.

На периферии аппарата в его нижней части закреплены силовые спасательные поручни 25.

В походном положении (рис. 3) аппарат уложен в транспортировочный чехол 26, в верхней части которого расположен контейнер 27 с парашютной системой 28. Парашютная система 28 включает в себя стабилизирующий парашют 30, первый тормозной парашют 31, второй тормозной парашют 32. Она имеет связь посредством шарнира 29 с втулкой 23 воздушного винта 8 и воспринимает нагрузку от веса аппарата при его торможении и спуске на парашютах. Воздушный винт 8 противоположного

вращения, в свою очередь, благодаря своей шарнирной подвеске 33 имеет возможность наклоняться в двух плоскостях (по тангажу и крену), тем самым обеспечивая отклонение вектора тяги аппарата. Это и легло в основу управления аппаратом в пространстве. Аппарат снабжен плотно закрываемым люком 34, который после десантиро-

вания аппарата на воду может быть легко вскрыт снаружи одним из пострадавших. В дальнейшем люк 34 может быть надежно закрыт изнутри от попадания воды при выполнении необходимых маневров для сбора пострадавших. Разгерметизация люка 34 производится для подъема и приема пострадавших внутрь аппарата.

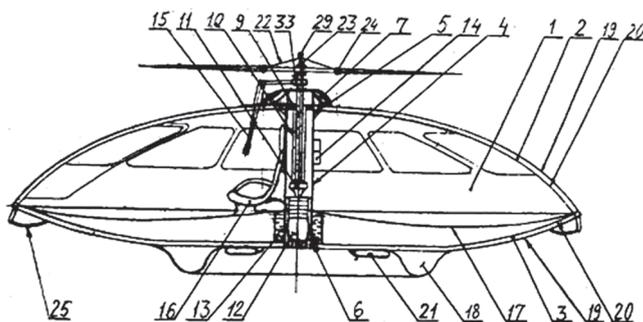


Рис. 1

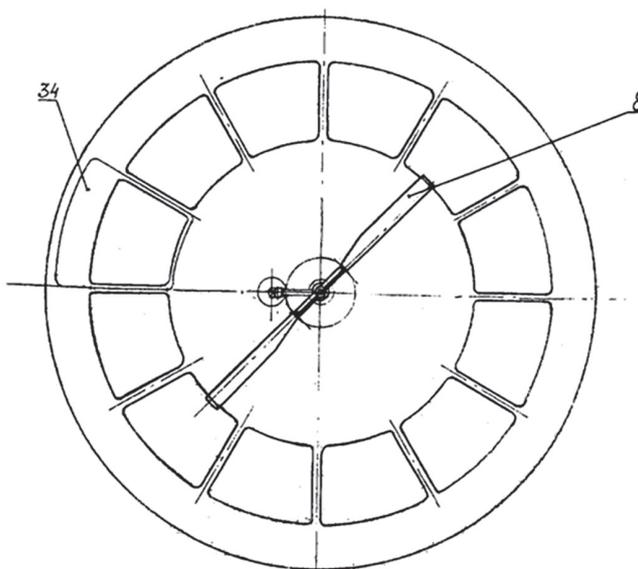


Рис. 2

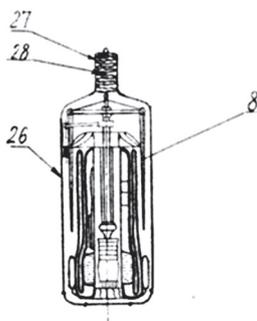
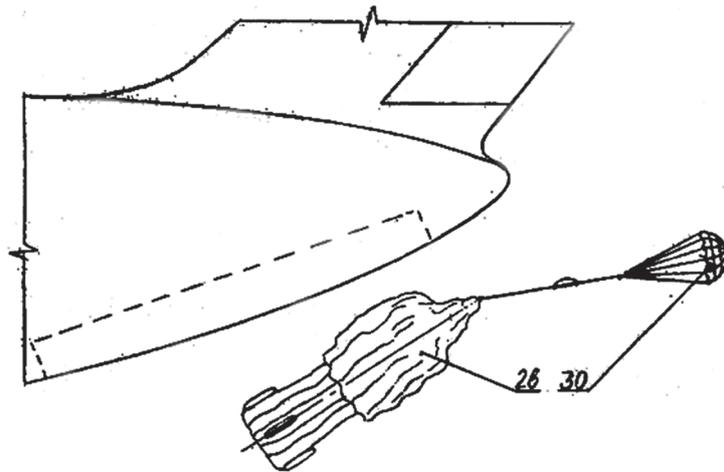
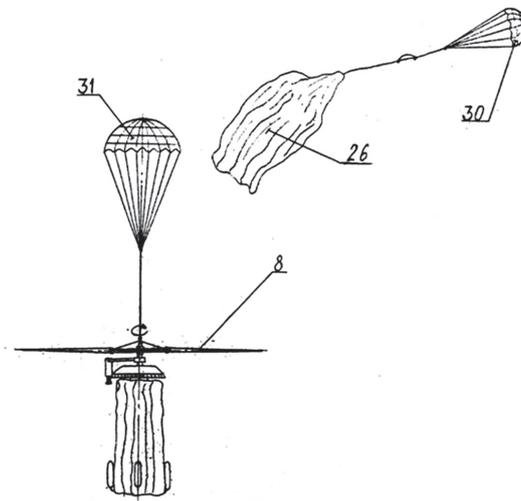


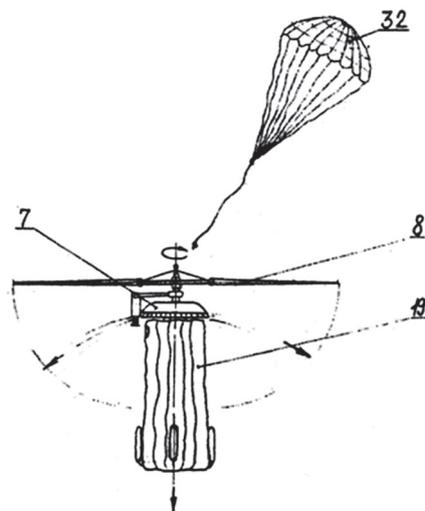
Рис. 3



Puc. 4



Puc. 5



Puc. 6

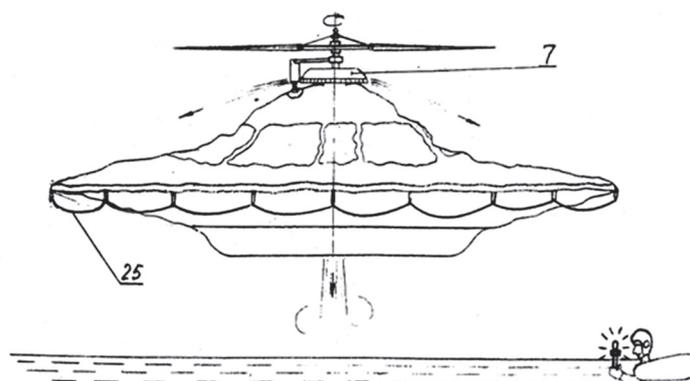


Рис. 7

Работа аппарата в зоне бедствия. Аппарат работает следующим образом.

При получении сигнала SOS в зону терпящих бедствие высылается самолет службы спасения или вертолет, имеющий на борту вышеназванный десантируемый спасательный аппарат (аппараты) в сложенном виде в чехле (рис. 3).

Над предполагаемым местом аварии, согласно штурманским данным и сигналам аварийного маяка, производится сброс аппарата. Отделившись от транспортного самолета (вертолета) или другого транспортного средства, аппарат принудительно при помощи вытяжного фала выпускает сначала стабилизирующий 30, затем первый тормозной парашют 31 парашютной системы 28, которые гасят скорость и стремятся перевести аппарат в вертикальное положение (рис. 4). На борту десантируемого спасательного аппарата после получения сигналов от датчиков вертикальной скорости и ориентации в пространстве включается система пеленга радиомаяка, принадлежащего терпящим бедствие (рис. 5). Посредством пироразрывов отстреливается транспортировочный чехол, и производится отцепка стабилизирующего 30 и первого тормозного 31 парашютов. Это приводит к освобождению механизма раскладки 22 и лопастей воздушного винта 8 с поворотным шарниром 29. К поворотному шарниру 29 прикреплен второй тормозной парашют 32, который гасит скорость до получения команды от датчиков вертикальной скорости на раскладку

лопастей воздушного винта 8 посредством механизма раскладки 22.

Механизм раскладки 22 производит раскладку лопастей воздушного винта 8 при отсутствии вращения втулки 23 относительно оси аппарата до фиксации лопастей воздушного винта 8 в заданном положении. После завершения раскладки лопастей воздушного винта 8 втулка 23 получает возможность вращения от действия набегающего потока на лопасти воздушного винта 8 в режиме авторотации.

Авторотирующий воздушный винт 8 передает вращающий момент на редуктор 11. С редуктора 11 через обгонную муфту и муфту переключения вращающего момента вращение передается на вал двигателя 12, далее раскручивает вал двигателя 12, и при числе оборотов, равном числу оборотов холостого хода двигателя, включается топливная автоматика и система зажигания двигателя. Двигатель 12 запускается. При росте оборотов двигателя 12 его момент передается через редуктор 11 на вал 9 трансмиссии воздушного винта 8 и на вал 10 трансмиссии воздушного ускорителя 7. Воздушный ускоритель 7, отбрасывая массы воздуха под определенным углом к вертикали совместно с отбрасываемыми массами, создаваемыми авторотирующим воздушным винтом 8, создает подъемную силу, замедляющую свободное падение аппарата вплоть до минимальных скоростей. По данным высотомера и датчика вертикальной скорости снижения включается система на-

полнения эластичного каркаса аппарата 2, 3, и производится подача теплого воздуха от двигателя 12 в пространство между эластичными оболочками. Аппарат, уменьшив вертикальную скорость снижения, производит отцепку (сброс) второго тормозного парашюта 32 парашютной системы 28 (рис. 6) и приобретает заданную теорией форму. Воздушный поток, вырываясь из воздушного ускорителя 7, обтекает верхнюю часть двояковыпуклого куполообразного эластичного корпуса 1 и в соответствии с эффектом Коанда создает подъемную силу.

Управление аппаратом при его спуске производится путем отклонения авторотирующего воздушного винта 8 по тангажу и крену аппарата; таким образом в целом аэродинамический спектр обтекания аппарата изменяется. Управление и ориентация аппарата по курсу обеспечивается рассогласованием числа оборотов воздушного ускорителя 7 и складного воздушного винта противоположного вращения 8.

При наведении аппарата в зону нахождения пострадавших авторотирующий воздушный винт 8 управляется сервоприводами по сигналам системы автоматизированного управления и наведения 14 на основе принципа комплексования инерциальных навигационных систем со спутниковыми навигационными и корреляционно-экстремальными системами навигации по геофизическим полям Земли. Одним из ориентиров при наведении спасательного аппарата на зону бедствия является аварийный маяк, находящийся в зоне пострадавших, который излучает световой сигнал и радиочастотные импульсы широкого спектра. Ориентируясь на конечном этапе полета на аварийный маяк, аппарат производит приводнение на надувной торообразный амортизатор – баллонет 18 в непосредственной близости от терпящих бедствие. Один из пострадавших, имеющий наибольший запас сил и энергии, держась за силовые спасательные поручни, взбирается на борт аппарата, вскрывает люк 34 и проникает внутрь аппарата. Далее пострадавший занимает рабочее место в раскладном кресле 16 и переводит в рабочее положение телескопическую ручку управления аппаратом 15. Двигатель 12 аппарата работает, а часть горячего воздуха от компрессора двигателя 12 идет непосредственно в обе герметичные полости двояковыпуклого куполообразного эластичного корпуса 1 для обогрева. При

этом поступает сигнал на отключение автоматической системы управления 14 и обеспечивается переход на ручное управление, т.е. посредством телескопической ручки управления 15. Одновременно автоматически аппарат устанавливает устойчивую двухстороннюю радиосвязь с ближайшими судами, самолетами и вертолетами, принявшими сигнал SOS и спешащими на помощь терпящим бедствие людям.

Манипулируя ручкой управления 15 (тангаж – крен) и ее поворотной частью (газ) вокруг оси ручки, используя рычаг корректировки курса, пострадавший перемещает аппарат с возможностью его отрыва от поверхности воды к другим пострадавшим, находящимся в воде и подбирает их. Такое перемещение обеспечивается наклоном воздушного винта 8 в нужную сторону и созданием в эту сторону пропульсивной силы. При этом воздушный винт 8 через муфту переключения вращающего момента подключен к редуктору 11, и он, используя вращающий момент от двигателя 12, создает эту пропульсивную силу.

В перечень спасательного оборудования аппарата входит специальное устройство – улавливатель, которое в походном положении уложено в экваториальной части аппарата и подвергается всем деформациям укладки аппарата в походное положение. Перевод в рабочее положение улавливателя производится за счет использования давления воздуха, получаемого в компрессоре силовой установки. При этом эластичный обод улавливателя, наполняясь воздухом, удаляется от аппарата, на определенной (2.5 м) глубине расправляя специальную сетку под пострадавшим, находящимся на водной поверхности, что позволяет выловить его, приблизить к борту аппарата и затем поднять его на борт аппарата без его каких-либо действий и усилий.

Пройдя по акватории и собрав пострадавших, которых на борт можно взять ограниченное количество, аппарат ложится в дрейф, экономя горючее для обогрева внутреннего объема корпуса 1 и ожидая прибытия спасательных судов. При этом воздушный ускоритель 7, расположенный соосно со складным воздушным винтом 8 противоположного вращения, посредством муфты от двигателя 12 отключаются. В таком варианте десантируемый спасательный аппарат превращается в отапливаемый спасательный плот.

В другом варианте аппарат с пострадавшими на борту перемещается по воде в заданном спасателями направлении для встречи с ними.

Третий вариант при незначительном удалении места происшествия от находящихся судов и суши с очень малой нагрузкой аппарата пострадавшими предусматривает отрыв аппарата от водной поверхности и перелет его на судно или сушу.

Выводы

Принципиальные технические решения, заложенные в данном проекте, могут быть использованы в легких летательных аппаратах вертикального взлета и посадки, беспилотных летательных аппаратах, несущих аппаратуру обзора и выдачи целеуказаний; при создании дешевых и компактных мини- и микро-БЛА, запускаемых с борта самолета

или вертолета, участвующих в разовых войсковых операциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент США № 3612448 кл. 244-138R.
2. Патент США № 3297278 кл. В64С от 04.12.1964 г.
3. Патент США № 2927746 кл. В64С от 08.03. 1960 г.
4. Патент США US5421757А кл. В63В 17/00 от 06.06.95.
5. Патент Франции FR2709727 А1 кл. В63В 39/06 17.03.95.
6. Бадягин А.А. Проектирование самолетов. – М.: Машиностроение, 1972.
7. Александров М.Н. Судовые устройства. – Л.: Судостроение, 1968.
8. Журналы: Техническая информация ЦАГИ, 1970–1991 гг.
9. «Изобретатель и рационализатор»; «Техника-молодежи»; «Знание-сила»; «Science News» (США); «Изобретения стран мира» Кл. В64С.

УДК 629.7

ЛЕГКИЙ САМОЛЕТ ДЛЯ ВОЗДУШНОГО НАБЛЮДЕНИЯ**Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.***ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

Современное состояние парка авиационной техники авиации общего назначения позволяет говорить о необходимости проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию специализированных легких самолетов для воздушного наблюдения. Потребность в подобной технике появляется в связи с полной выработкой ресурса самолетов подобного класса отечественного производства.

Ключевые слова: самолет для воздушного наблюдения, косое тяговое кольцо, малая скорость патрулирования

LIGHT AIRCRAFT TO AIR MONITORING**Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.***ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

The current state of the park aviation general aviation suggests the need for research and development work on the creation of specialized light aircraft for aerial surveillance. The need for such a technique appears in connection with the full useful life of aircraft of this class of domestic production.

Keywords: aircraft for aerial surveillance, a twisted ring traction, low speed patrols

По оценкам зарубежных специалистов, в мире несколько тысяч летательных аппаратов используется для различных операций по наблюдению с их высоты полета. Для этих целей используются самолеты (реактивные и винтовые), вертолеты, автожиры и БПЛА. Наибольшая доля операций по наблюдению приходится на самолеты с поршневыми двигателями из-за их малой стоимости и низких эксплуатационных затрат.

Ранее предполагалось, что для воздушного наблюдения выгоднее использовать вертолеты, однако их высокая стоимость эксплуатации заставила заказчиков искать другое решение. Более дешевым оказалось использование самолетов, но они не способны летать на режиме висения и не обеспечивают достаточный обзор. Поэтому некоторые фирмы разработали новые легкие самолеты, специально предназначенные для воздушного наблюдения. Характерными особенностями этих самолетов является кабина экипажа, имеющая обзор почти во все стороны, малая скорость патрулирования (до 100 км/час), большая продолжительность полета.

Область применения легкого самолета для воздушного наблюдения. Самолеты для воздушного наблюдения могут работать, выполняя следующие операции:

- исследование климатических явлений с целью прогнозирования и предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций;
- сбор информации о масштабах и последствиях экологических, техногенных ка-

тастроф, землетрясений, оползней и снежных лавин;

- обнаружение нуждающихся в помощи геологов, лесников, туристов, экипажей транспортных средств и т.д., терпящих бедствие в труднодоступных местах, доставка необходимых им для выживания и спасения грузов;

- контроль всхожести посевов;
- поиск и определение масштабов незасеянных полей;
- контроль состояния лесных массивов и степных зон;
- наблюдение за линиями электропередач, нефтепроводами;
- противопожарный надзор;
- рыбопромысловая разведка;
- контроль труднодоступных зон промышленных объектов;
- охрана объектов;
- мониторинг ресурсов;
- контроль перемещения береговой черты морей.

Легкий пилотируемый самолет для воздушного наблюдения в части выполнения вышеозначенных задач может работать совместно с беспилотными летательными аппаратами, в том числе с аппаратами, имеющими возможность зависания.

Описание самолета. Легкий самолет для воздушного наблюдения (рис. 1, 2) содержит свободносущее крыло 1 и застекленный фюзеляж широкого обзора 2 с расположенным в его хвостовой части косым тяговым кольцом 3, имеющим аэродинамические рулевые поверхности 4. Внутри тягового кольца расположен с возможностью

его вращения воздушный винт 5, предназначенный совместно с тяговым кольцом 3 создавать тягу. Тяговое кольцо 3 имеет максимальное сечение в его верхней части 6 по оси симметрии самолета и минимальное сечение в его нижней части 7. Силовая установка 8 посредством обтекаемых пилонов 9 через виброгасящие опоры 10 закреплена в тяговом кольце 3. Дугообразный элемент фюзеляжа 11 своей периферийной частью прикреплен к шпангоуту косоугольного тягового кольца 3 с помощью четырех титановых опор 12. Таким образом, вырез, ограниченный дугообразным элементом 11, обеспечивает косое тяговое кольцо 3 необходимым количеством воздуха для создания тяги. Воздушный винт 5, создающий тягу, закреплен с возможностью его вращения в подшипниках входного направляющего аппарата 13 косоугольного тягового кольца 3. Силовая установка 8, подвешенная на виброгасящих опорах 10, соединена с воздушным винтом 5 посредством специальной виброгасящей муфты 14.

Конструкция агрегатов самолета.

Крыло 1 самолета однолонжеронное, с задней стенкой, трапециевидной формы в плане, имеет трехслойную обшивку. Конструктивно-силовой набор крыла изготавливается преимущественно из органита 10Т и имеет достаточно большую жесткость при малой массе. Верхний и нижний слои обшивки из органита, внутренний слой между ними представляет собой мелкоячеистую сотовую конструкцию. Все перегородки продольного набора крыла (лонжероны) и поперечного набора (нервюры) выполнены по балочной схеме, имеют верхний и нижний пояс и стенку, их сечение представляет собой двутавр. Обшивка крыла в местах размещения оборудования и полезной нагрузки выполнена в виде отдельных съемных панелей (крышек люков), которые крепятся к поясам силового набора крыла посредством крепежа. Узлы навески крыла изготовлены из титана ВТ-22 и заформованы в элементы лонжеронов при изготовлении конструктивно-силового набора крыла. Для поперечного управления крыло оснащено элеронами с весовой компенсацией.

Аэродинамический профиль крыла NASA GA (W)-1 с относительной толщиной 14%.

Фюзеляж 2 пулевидной обтекаемой формы, большая часть которого закрыта остеклением из акрилового стекла типа

«Перспекс», обеспечивающим почти круговой обзор. Каркас фюзеляжа выполнен из алюминиевых сплавов. Непрозрачные панели фюзеляжа выклеены из органита с отформованными шпангоутами, лонжеронами, стрингерами и приформованы к металлическому каркасу в формообразующей матрице. Фюзеляж имеет съемные панели для доступа к оборудованию, которое они закрывают. Нижняя часть фюзеляжа рассчитана на удар с перегрузкой 10 и может использоваться в качестве посадочной лыжи. Соединение тягового кольца 3, содержащего силовую установку 8, с элементом фюзеляжа 2 в вертикальной плоскости осуществляется посредством металлических дугообразных элементов 11. Дугообразные элементы 11 образуют ребро схода воздушного потока, обтекающего фюзеляж 2, ограничивают фигурный вырез хвостовой части фюзеляжа 2 и имеют узлы для стыковки с каркасом вертикального оперения (ВО) самолета. Они также имеют узлы для стыковки с косым тяговым кольцом 12. В кабине экипажа из 2-х человек, в состав которого входят пилот и летчик-наблюдатель, за креслами членов экипажа находится багажный отсек. Члены экипажа в кабине самолета сидят рядом, что позволяет более эффективно вести обмен информацией.

Косое тяговое кольцо 3 состоит из поперечного набора – кольцевых шпангоутов из алюминиевого сплава – и продольного набора – лонжеронов и стрингеров, также из алюминиевого сплава. Каркас косоугольного тягового кольца покрыт алюминиевой обшивкой. Верхняя часть косоугольного тягового кольца 6 имеет хорду, значительно превышающую нижнюю хорду, а ее правая и левая части от плоскости симметрии выполнены в виде отклоняемых рулей высоты 4, служащих для продольного управления. В носовой части косоугольного тягового кольца 3, сверху и снизу в плоскости симметрии, установлены 4 узла крепления кольца 3 к узлам дугообразного элемента фюзеляжа 11.

Вертикальное оперение (ВО), состоящее из неподвижной и поворотной (руля направления) частей, выполнено по 2-х лонжеронной схеме с нервюрами балочного типа из органита 10Т. Лонжероны ВО выполнены по балочной схеме с заформованными при их изготовлении узлами стыковки с косым тяговым кольцом. Узлы изготовлены из титана ВТ-22. Левая обшивка ВО формируется совместно с силовым набором, правая

приклеивается после установки агрегатов в ВО. Так как между неподвижной и поворотной частями ВО находятся поворотные узлы, требующие обслуживания, то в пане-

лях выполнены лючки для доступа к узлам. Конструкция руля направления и его узлов навески – аналогичная. Руль направления служит для управления по курсу.

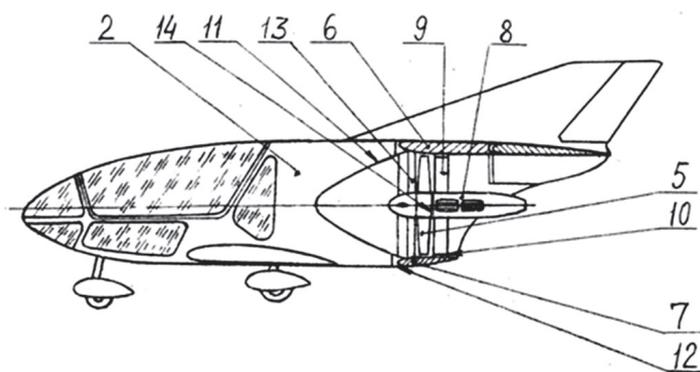


Рис. 1

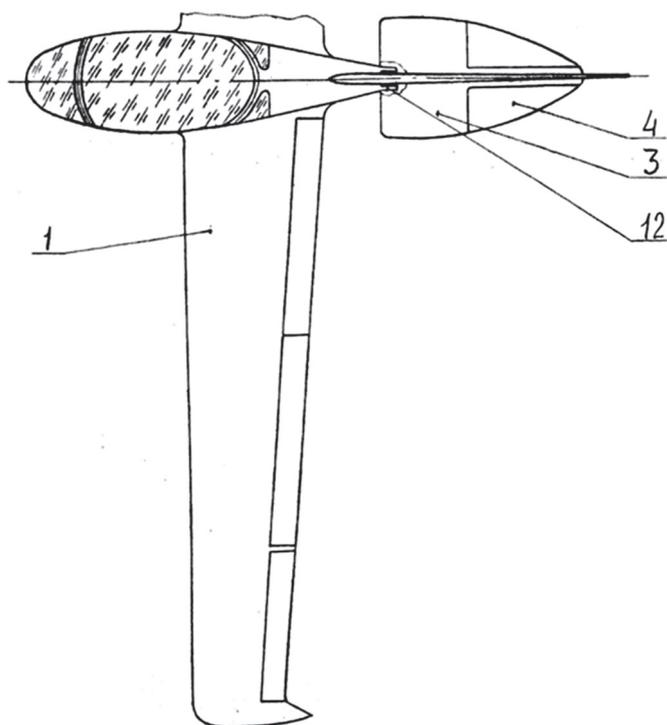


Рис. 2

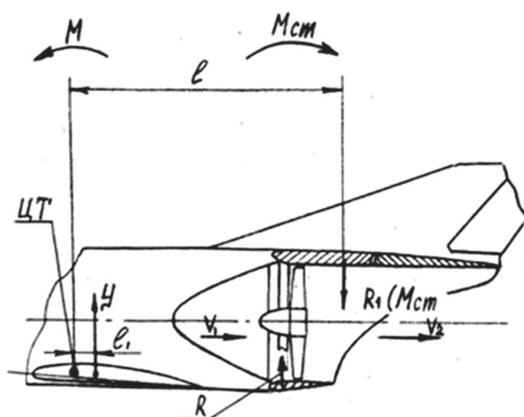


Рис. 3



Рис. 4

Все стыки агрегатов самолета закрыты обтекаемыми зализмами сложной формы из композитов, а крыло снабжено аэродинамически совершенными законцовками.

Шасси самолета трехопорное, необираемое, в обтекателях, с передней самоориентирующейся стойкой. Все колеса опор оснащены амортизаторами, а колеса основных опор дисковыми тормозами с гидравлическим приводом.

Самолет оснащен одним поршневым двигателем типа Лайкоминг 10-360 мощностью 200 л.с. Он установлен внутри косога тягового кольца 3, закреплен на пилонах 9, приводит во вращение шестилопастный воздушный винт – вентилятор посредством виброгасящей муфты 14.

Топливо на самолете размещается в баках – отсеках в передней части крыла перед лонжероном. Заправочные горловины находятся на верхней поверхности каждой консоли крыла.

Механизация крыла четырехсекционная, образована закрылками Фаулера, приводится в действие электрическими приводами. Внутренние закрылки двухрежимные, могут быть отклонены вниз на постоянный угол 10 градусов, создавая эффект «щелевого крыла» в полете на малых скоростях, и так же, как внешние закрылки, могут иметь максимальный угол отклонения до 50 градусов.

Проводка системы управления самолетом выполнена по смешанной схеме, без бустеров.

В состав системы энергоснабжения входят генератор переменного тока и аккумуляторная батарея для запуска двигателя.

Самолет оснащен малогабаритной спутниковой радионавигационной системой типа GPS, системами радиосвязи, системой съема и передачи информации целевого назначения.

В качестве специального оборудования на самолете установлены громкоговоритель, прожектор, фото- и телекамеры.

Некоторые особенности тягового органа самолета. Воздушный винт в осесимметричном (обычном) тяговом кольце (рис. 4) создает такое поле скоростей внутри кольца и такое распределение давлений по поверхности последнего, что возникает дополнительная к тяге винта осевая сила T_k – тяга кольца. Кроме того, возникают радиальные силы R , которые сжимают кольцо, а при строго осевом потоке их равнодействующая K равна нулю. Сечения тягового кольца имеют крыльевой профиль, обращенный «спинкой» внутрь кольца, что является причиной возникновения вышеуказанных сил (тяги T_k и сжимающих сил R).

Если рассечь осесимметричное тяговое кольцо плоскостью, наклонной к оси симметрии тягового кольца, или цилиндрической поверхностью, перпендикулярной оси тягового кольца, так, чтобы верхняя часть кольца осталась с той же хордой профиля кольца, а нижняя часть имела бы хорду, меньшую хорды верхней части кольца, то величина сжимающих сил нижней части тягового кольца уменьшится пропорционально площади нижней части кольца.

Так как точка приложения подъемной силы самолета Y находится на плече l от центра тяжести (рис. 3), то подъемная сила создает момент M , затягивающий самолет в пикирование. Благодаря тому что верхняя часть 6 косога тягового кольца 3 имеет площадь большую, чем площадь нижней части 7, в верхней части 6 кольца сила $R_1 > R$, и её точка приложения находится на большем плече l . В результате возникает момент $M_{ст}$, создаваемый силой R_1 на плече l , противоположный по знаку моменту M . Это приводит к равновесию моментов, т.е. к стабилизированному положению самолета в воздушном пространстве.

Момент $M_{ст}$ может менять величину благодаря отклонению аэродинамических руле-

вых поверхностей 4. При этом, если рули 4 отклонены вверх, воздушный поток внутри косоугольного кольца 3 также отклоняется вверх в соответствии с известным законом Коанда, создавая при этом аэродинамическую силу, направленную вниз, в дополнение к силе R_1 . При отклонении рулей 4 вниз поток воздушной среды также отклоняется вниз, создавая на верхней части 6 косоугольного кольца 3 силу, имеющую противоположный знак, т. е. направленную вверх.

Величина аэродинамической силы, возникающей при отклонении потока воздушной среды, зависит от угла отклонения рулевых поверхностей 4 и площади омываемых поверхностей верхней части 6 косоугольного кольца 3. Чем больше омываемая поверхность, тем большее значение аэродинамической силы она создает, и тем эффективнее работает косоугольное кольцо.

Выводы

Таким образом, предлагаемая аэродинамическая компоновка легкого самолета для воздушного наблюдения, т. е. неманевренного самолета, позволяет создать самолет без горизонтального оперения. Условия многочасовой работы экипажа потребовали выноса силовой установки в хвостовую часть фюзеляжа и подвеса двигателя в косоугольном кольце посредством упругих вибро-

поглощающих элементов. Данное техническое решение позволяет экипажу длительно работать в более комфортных условиях. Кабина с широким обзором позволяет выполнять задачи наблюдения как визуально, так и с применением специальных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин Ф.П. Основы проектирования самолетов с вертикальным взлетом и посадкой. – М.: Машиностроение, 1970.
2. Остославский И.В., Матвеев В.Н. О работе винта, помещенного в кольцо // Труды ЦАГИ. № 248. – М., 1935.
3. Шайдаков В.И., Аэродинамические исследования систем «Винт в кольце» на режиме висения // Труды МАИ, № 111. – М.: Оборонгиз, 1959.
4. Исследования в области теоретической и прикладной аэрогидродинамики / Под ред. заслуженного деятеля науки РСФСР проф. Н.С. Аржанникова // Труды Московского авиационного института. Вып. III – М.: Оборонгиз, 1959.
5. Шайдаков В.И. Аэродинамика винта в кольце: Учебное пособие. – М.: Изд-во Московского авиационного института, 1996.
6. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд-во МАИ, 1994.
7. Математическое моделирование при формировании облика летательного аппарата / Под ред. В.А. Подобедова. – М.: Машиностроение, 2005.
8. Воронков Ю.С., Воронкова Н.П. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1515586 «Самолет» В64С 39/00 от 10.11.86 г.
9. Воронков Ю.С., Воронкова Н.П. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1819811 «Самолет» В64С 39/00 от 28.03.91.

УДК 629.7

МЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ АКВАТОРИЙ**Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.***ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

Малоразмерные летательные аппараты (МЛА) с автоматизированным и автоматическим управлением стремительно завоевывают свое законное место как в военной сфере, так и в сфере гражданского применения. Они отличаются простотой конструкции, сравнимой с авиамоделями, небольшими размерами и минимальными расходами на эксплуатацию. По мере создания соответствующего электронного оборудования и оснащения, выполненного на основе использования современной элементной базы в высокоинтегрированном многофункциональном исполнении минимизированных габаритов и массы, все контрастнее проявляется возможность и целесообразность применения МЛА в рамках новых коммерческих перспектив.

Ключевые слова: малоразмерные летательные аппараты, нетрадиционные аэродинамические компоновки, управляемые платформы, мониторинг акваторий

SMALL-SIZED AIRCRAFT FOR MONITORING OF WATERS**Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.***ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

Small-sized aircraft with automated and computer-controlled rapidly gaining our rightful place in the military sphere and in the sphere of civil applications. They are easy to design, comparable to the model aircraft, small size and minimal maintenance costs. As you create the appropriate electronic equipment and devices, made through the use of modern electronic components in a highly integrated multi-function version of the minimized size and weight of all the contrast is shown the possibility and usefulness of LAM in new business opportunities.

Keywords: small-sized aircraft, unconventional aerodynamic configurations, managed platform, monitoring water bodies

Стремительно меняющаяся гидрометеобстановка в районах приводнения гидросамолетов и самолетов-амфибий требует наблюдения и оценки условий взлета-посадки в реальном масштабе времени. Решение этой проблемы может быть осуществлено с помощью переносных комплексов мониторинга водных акваторий (ПКМВА), которые способны вести телевизионное наблюдение за водной поверхностью гидродромов и обнаруживать объекты на них. ПКМВА являются сложными радиотехническими системами, объединяющими в себе современные достижения в области миниатюрной беспилотной авиации, радиоэлектроники, механики и информационных технологий. Такие комплексы содержат составные части, внешние системы и сенсоры, вынесенные в пространство на управляемых платформах, способных собирать информацию на значительном удалении от места старта.

Решения навигационных задач ПКМВА построены на основе принципа комплексирования данных инерциальных навигационных систем со спутниковыми навигационными системами.

Особенности создаваемого комплекса. Комплекс ПКМВА, предназначенный для применения совместно с гидросамолетами и самолетами-амфибиями, должен

обеспечивать подготовку акваторий для их приводнения и не должен исключать других областей применения, где требуется воздушное наблюдение за местностью и объектами на ней с условиями высокоточного определения их координат.

В комплексе ПКМВА в качестве управляемых платформ используются малоразмерные летательные аппараты (МЛА) с возможностью вертикального взлета, посадки и зависания. Их характерной особенностью является возможность размещения, хранения и запуска с борта гидросамолета или самолета-амфибии в полете. Для этого МЛА имеет специальную аэродинамическую компоновку и габариты, позволяющие аппарату отделяться от борта на минимальной скорости полета и затем, затормозившись, запускать свою силовую установку с переходом к полету в автономном режиме.

Благотворительным обществом научно-технического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога были проведены исследования, выполнены проекты и построены летающие модели аппаратов, имеющих компоновку, диктуемые вопросами хранения, запуска и применения МЛА.

Один из предлагаемых вариантов. Наиболее подходящими в этом случае являются летательные аппараты вертикального взлета и посадки оригинальной конструк-

ции со складными воздушными винтами, симметричные на виде сверху, способные трансформироваться в полете.

Рассматриваемый вариант управляемой платформы, входящей в комплекс ПКМВА, позволяет выполнить предъявляемые требования на основе идеи беспилотного летательного аппарата со сферическим фюзеляжем, который может двигаться в любую сторону, а также зависать над исследуемой зоной. Он представляет собой сферу, внутри которой импеллер создает ~ 90% тяги, а остальные 10% тяги создается складным воздушным винтом. Аппараты данной аэродинамической компоновки могут быть уложены в специальные кассеты на борту гидросамолета или самолета-амфибии с целью их запуска в полете.

Воздушный винт, кроме создания недостающей тяги, обеспечивает аппарату необходимую гиростабилизацию.

Конструктивно малоразмерный беспилотный летательный аппарат формируется из двух модулей: сферического модуля оборудования, управления и целевой нагрузки 1, концентрично которому в его полости по оси установлен подъемно-маршевый модуль 2, выполненный в виде комбинации импеллерной установки с отклоняемыми рулевыми поверхностями и автоматического воздушного винта с косым шарниром. Внутренняя полость сферического модуля оборудования, управления и целевой нагрузки 1 выполнена в герметичном исполнении и обладает необходимой плавучестью для спасения аппарата при его штатном или нештатном приводнении. При выборе типа силовой установки аппарата предпочтение отдано электрической силовой установке, питаемой от бортовых аккумуляторов.

Описание технического решения.

Сущность технического решения поясняется чертежами, где на рис. 1 показан вид сбоку аппарата, на рис. 2 показан вид сверху, на рис. 3 показано отделение аппарата от борта самолета, на рис. 4 показан аппарат, готовый к переходу в автономный полет.

Модуль оборудования, управления и целевой нагрузки 1 состоит из следующих элементов. Силовое кольцо 3 из стеклопластика закреплено концентрично оси аппарата в центре горизонтально расположенного силового шпангоута 4, выполненного в виде трехслойной композитной конструкции из стеклопластиковых пластин 5, 6, между которыми вклеен пенопласт 7. Горизонтально

расположенный силовой шпангоут 4 и силовое кольцо 3 соединены между собой, в том числе и специальными косынками 8 из композита, что в свою очередь позволяет ограничить прогиб горизонтально расположенного силового шпангоута 4. Благодаря трехслойной конструкции горизонтально расположенного шпангоута 4, технологии его соединения с силовым кольцом 3 обеспечиваются разные условия работы слоев 5, 6 и 7, шпангоута. Демпфирование колебаний верхнего слоя 5 относительно нижнего 6 в конечном счете приводит к ослаблению и затуханию колебаний на периферийной части шпангоута, где размещено оборудование аппарата.

Модуль оборудования, управления и целевой нагрузки 1 имеет сферическую оболочку 9, 10 (сферический фюзеляж), выполненную разъемной из стеклопластика в формообразующей матрице в виде полусфер. Верхняя 10 и нижняя 9 полусферы модуля соединены стыковым поясом 11, выполненным из тонколистового алюминиевого сплава, который, в свою очередь, закреплен по контуру периферийной части шпангоута 4 посредством клеевого состава. В местах крепления стыкового пояса 11 со шпангоутом 4 установлены металлопластиковые кронштейны 12, к которым с внешней стороны стыкового пояса крепятся винтами стойки опор шасси. Опоры шасси 13 (4 шт.) выполнены из алюминиевых труб, внутри которых вставлены амортизирующие лапки 14 из пружинной проволоки. Сверху лапки закрыты хлорвиниловой трубкой 15 для исключения контакта лапок 14 с влагой. Нижние части лапок 14 оснащены опорными шайбами 16.

На нижней поверхности трехслойного силового шпангоута посредством амортизирующих втулок установлены специальные кронштейны 17, которые несут блоки и элементы аппаратуры управления, навигации, связи, целевой нагрузки, источники питания бортового радиоэлектронного оборудования и видеокamеры.

Подъемно-маршевый модуль 2 состоит из следующих элементов.

Высокооборотного импеллера 18, в который входят: спрямляющие лопасти 19, корпус импеллера 20, электропривод 21, мотогондол 22 с рулевыми поверхностями управления 23, закрытая обтекателем 24. Под обтекателем 24 установлена видеокamera вертикального обзора 25.

Автоматического воздушного винта с косым шарниром 26, в который входят: воздушный винт 27, электропривод воздушного винта 28, пилоны 29, редуктор 30. Лопасти автоматического воздушного винта с косым шарниром 26 имеют специальные шарниры 31 для обеспечения возможности складываться. В походном положении каждая лопасть переламывается на угол 90 градусов и укладывается по бортам сферического фюзеляжа вдоль вертикальной оси аппарата.

Особенностью автоматического воздушного винта с косым шарниром 26 является то, что горизонтальный шарнир общий на две лопасти и располагается под углом 45 градусов к оси лопастей. Такое устройство втулки обеспечивает автоматическое управление общим шагом винта и не требует отдельного сервопривода.

Автоматическое управление общим шагом воздушного винта 27 состоит в следующем. При максимальной мощности электропривода центробежная сила лопастей наибольшая, поэтому они будут вращаться в плоскости диска винта. В этом случае угол установки лопастей максимальный (расчетный). С уменьшением мощности двигателя падает величина центробежной силы, и плоскость диска винта превращается в конус, конус винта увеличивается. При этом лопасти винта, поднимаясь относительно косоугольного шарнира, уменьшают свой установочный угол. В случае полета на режиме авторотации конусность несущего винта наибольшая, а установочный угол лопастей наименьший.

Работа МЛА в полете. Перед запуском с борта самолета аппарат находится в походном положении в специальном контейнере. После отделения МЛА от борта носителя принудительно выпускаются стабилизирующий парашют 32, затем тормозной парашют 33. Аппарат замедляет скорость, постепенно занимая вертикальное положение. В это же время происходит включение электроприводов 21, 28 подъемно-маршевого модуля 2. Раскручивается импеллер 18, раскладывается воздушный винт 27. Аппарат зависает над исследуемым объектом (гидродромом). Дальнейший полет аппарата осуществляется в автономном управляемом режиме.

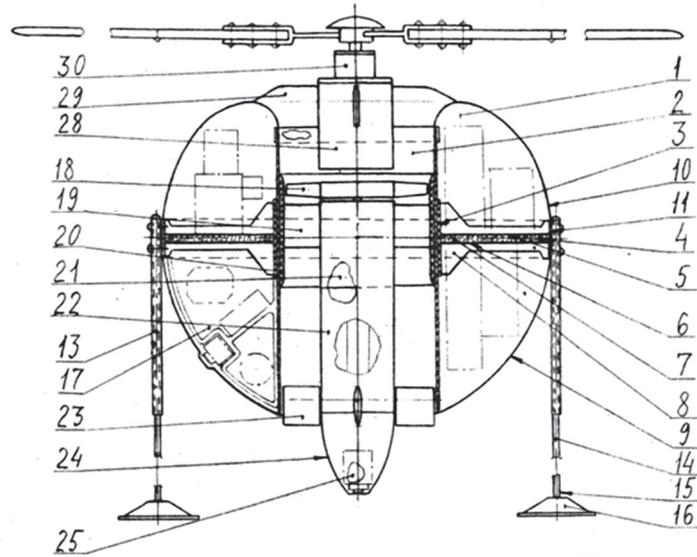
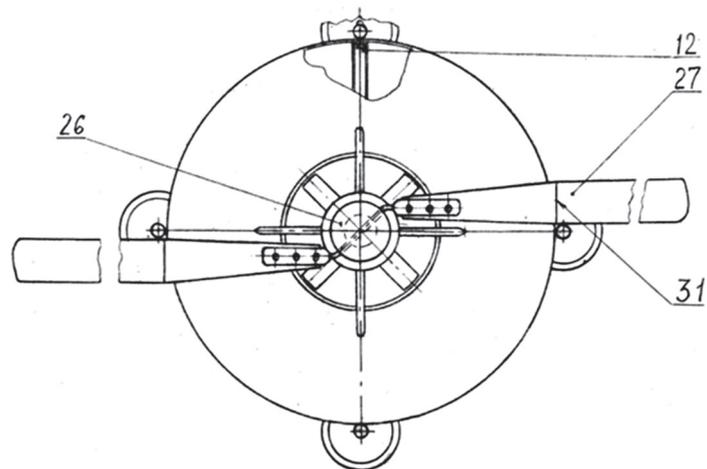
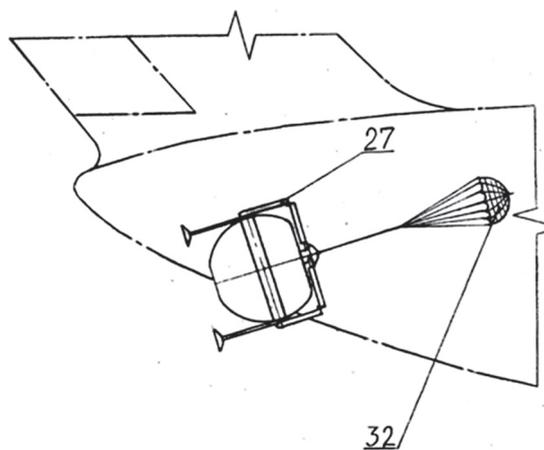
Мониторинг акваторий гидродромов производится с использованием видеосистем и метеосенсоров. Основным принципом наблюдения является движение МЛА

на малой скорости и его зависание над интересующим объектом взамен поворота видеокамеры по азимуту и углу места. Реализация такого принципа состоит в том, что используются две миниатюрные видеокамеры с разными полями зрения и углами установки. Видеокамеры расположены таким образом, что их поля зрения размещаются на местности последовательно: первая широкоугольная камера – вторая узкоугольная камера.

Алгоритм работы с целевой нагрузкой таков. На наземном, надводном или на борту самолета пункте управления оператор, управляя полетом МЛА, просматривает поверхность через первую широкоугольную видеокамеру (например, водоема, на который планируется произвести приводнение самолета-амфибии). При появлении на изображении подозрительного объекта (обломка потерпевшего аварию судна или полукатоленного бревна) оператор маркирует его щелчком мыши ПЭВМ. МЛА начинает наводиться в горизонтальной плоскости на подозрительный объект. Его изображение постепенно перемещается к вертикальной средней линии всего изображения и приближается (смещается к нижней границе изображения). Изображение объекта становится крупнее. Когда изображение объекта переходит в поле зрения второй видеокамеры вертикального обзора 25, то происходит автоматическое переключение на эту камеру. Оператор постоянно подтверждает свой интерес к подозрительному объекту маркированием его изображения щелчком мыши. Данный сигнал через бортовую САУ формирует команду на уменьшение высоты полета аппарата и его зависание над интересующим объектом. При определенном приближении к объекту оператор распознает его как цель (или как ложную цель). В данном случае на МЛА не исключено применение вариофокальной оптики.

В конечном счете МЛА, зависая над целью, обеспечивает ее полную идентификацию, возможную ее опасность или помеху для осуществления приводнения самолета-амфибии в данном районе.

В процессе полета и зависания МЛА над целью автоматически запоминаются последовательные изображения цели и окружающей ее местности. Одновременно запоминается сопутствующая метеорологическая, навигационная и пилотажная информация.

*Puc. 1**Puc. 2**Puc. 3*

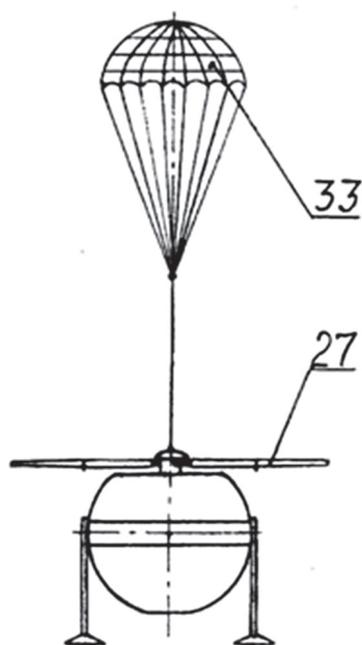


Рис. 4



Рис. 5

После выполнения задания МЛА снижается, затормаживается и производит вертикальную посадку в автоматизированном режиме на ближайшую сухопутную площадку, судно, сети улавливатели или непосредственно на водную поверхность на безопасном расстоянии от места приводнения самолета-амфибии.

Выводы

Переносные комплексы мониторинга водных акваторий (ПКМВА) имеют воз-

можность вести телевизионное наблюдение за водной поверхностью гидродромов и обнаруживать объекты на них. В состав ПКМВА входят беспилотные малоразмерные летательные аппараты (МЛА) со сферическим фюзеляжем, которые могут двигаться в любую сторону, а также зависать над исследуемой зоной. Они способны давать достоверную видеоинформацию, необходимую для обеспечения взлета-посадки на гидродромы гидросамолетов и самолетов-амфибий.

По этим изображениям и сопутствующей информации с борта МЛА можно вычислить координаты и характер цели (обломка потерпевшего аварию судна, ползатопленного бревна или иной помехи на воде), а также состояние водной поверхности в зоне планируемого приводнения, что является основой для принятия необходимого решения. Так как изображения получены при полете над целью, то влияние ошибок измерения ориентации МЛА с видеокамерами и его высоты полета исключительно мало. Ошибка измерения координат цели, по сути, совпадает с ошибкой измерения координат МЛА. При использовании спутниковой радионавигации величина ошибок составляет единицы метров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болонкин А. Теория полета летающих моделей. – М.: ДОСААФ, 1964.
2. Бадягин А.Л., Мухаммедов Ф.А. Проектирование легких самолетов. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд-во МАИ, 1994.
4. Ханцев Ф. Основы общей методики конструирования (Систематизация конструирования). – Л.: Машиностроение, 1962.
5. Шмитц Н.В. Аэродинамика малых скоростей / Пер. с немецкого. – М.: ДОСААФ, 1963. – 59 с.
6. Журналы: «Техническая информация» ЦАГИ; «Изобретатель и рационализатор»; «Техника-молодежи»; «Знание-сила»; «Science News» (США); «Изобретения стран мира» Кл. В64С
7. Материалы Благотворительного общества научно-технического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога.
8. Материалы сайта <http://novik-xxi.ru/Pdr.ht...> главного конструктора Н.В. Чистякова.

УДК 331.103

ОЦЕНКА ТРУДОЕМКОСТИ НИОКР: НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОГО ТРУДА

Дурнев Р.А., Жданенко И.В.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва, e-mail: izhdanenko@yandex.ru

В третьей статье этой серии приведены результаты экспертной оценки типовых норм продолжительности (трудоемкости) этапов НИОКР и коэффициентов увеличения трудоемкости работ.

Ключевые слова: научные результаты, экспертная оценка, этапы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, коэффициенты увеличения трудоёмкости работ, средние величины

ASSESSMENT OF LABOUR INPUT OF RESEARCH WORKS: SOME RESULTS OF RATIONING OF SCIENTIFIC WORK

Durnev R.A., Zhdanenko I.V.

FGBU Institute of Civil Defense (FC), Moscow, e-mail: izhdanenko@yandex.ru

Results of an expert assessment of standard norms of duration (labor input) of stages of research works are given in the third article of this series and coefficients of increase in labor input of works.

Keywords: Scientific results, expert assessment, stages of research works, coefficients of increase in labor input of works, average sizes

В предыдущей статье [1] был определен следующий порядок оценки трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности:

- установление требований к качеству выходных научных результатов (НР);
- оценка трудоемкости этапов НИОКР с учетом значений коэффициентов увеличения трудоемкости работ (КУТР), зависящих от указанных требований;
- оценка трудоемкости НИОКР в целом.

Исходными данными такой оценки являются типовые нормы продолжительности (трудоемкости) этапов НИОКР и значения КУТР.

При определении типовых норм научного труда учитывалось то, что в настоящее время существуют оценки трудоемкости (продолжительности) этапов НИОКР [2]. Однако их использование напрямую не целесообразно в связи со значительным разбросом, связанным с разными периодами получения оценок, отличием в опыте и квалификации специалистов, проводивших оценки, спецификой научных исследований для разных отраслей наук.

Значительные затруднения также вызывает оценивание путем прямого наблюдения за таким творческим процессом, как научные исследования.

Представляется некорректным и использование данных по трудоемкости выполнения НИОКР за прошлые годы, т.к. до недавнего времени осуществлялось сметное финансирование научно-исследо-

вательских учреждений (НИУ), а не решаемых научных задач. Поэтому трудоемкость работ не определялась, максимальное и минимальное количество НИОКР, выполняемых НИУ, ничем не ограничивалось.

Существенные сложности возникают и в процессе установления зависимостей затрат научного труда от характеристик создаваемой мелкосерийной аварийно-спасательной техники и технологий, для которых не характерно непрерывное развитие типоразмерных рядов.

Поэтому для оценки времени выполнения этапов НИОКР в области безопасности жизнедеятельности проводился экспертный опрос. Его целью было получение оптимистической (минимальной – t_{\min}) и пессимистической (максимальной – t_{\max}) оценок времени выполнения данных этапов.

При планировании экспертного опроса учитывалось, что в общем случае опоздание в сроках выполнения работ более вероятно, чем выполнение работ раньше намеченных сроков. Поэтому с учетом рекомендаций [3] принято, что распределение продолжительности работ может быть аппроксимировано β -распределением с положительной асимметрией. Формулы для определения ожидаемой продолжительности работ ($t_{\text{ож}}$) и дисперсии (σ) зависимости от вышеуказанных оценок приведены в [4].

Экспертный опрос проводился в трех научно-исследовательских и двух образовательных учреждениях МЧС России. Всего

участвовало тридцать экспертов, в качестве которых выступали сотрудники, имеющие опыт планирования, руководства или участия в научно-исследовательской деятельности. В водной части анкеты экспертного опроса говорилось, что «оценки специалистов должны основываться, прежде всего, на личном опыте участия в выполнении подобных этапов различных НИОКР. Если такое участие было неоднократным, то, наверное, можно оценить и минимальное время, которое на это понадобилось, и вспомнить о максимальном времени, за которое удалось провести какую-то, наверное, сложную работу. Если такого опыта нет – то можно дать оцен-

ки исходя из идеализированного представления о рассматриваемых этапах» [5].

Экспертов просили не привязываться к современной практике «мелкотемья» и ограничений по срокам выполнения большинства работ в один год. Очевидно, что для некоторых научных тем получение качественных результатов потребует большего времени. В то же время, рекомендовалось не принимать и противоположную точку зрения и пытаться «искусственно» завесить оценку времени выполнения этапов.

Фрагмент анкеты экспертного опроса № 1 представлен на рис. 1.

Этап НИОКР	Один год выполнения этапа								Два года ...
	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	...	12 мес.	...
...
Разработка нового научно-методического аппарата				X				X	
...
Сбор и обработка исходных данных		X		2 чел.		X			
...
Проведение натуральных экспериментов	X			5 чел.				X	

Рис. 1. Фрагмент заполненной анкеты экспертного опроса по оценке минимальной и максимальной продолжительности НИОКР

Рассматриваемые в анкете этапы относились к типовой (средней, наиболее вероятной, часто встречающейся) НИОКР прикладного (в основном, технического) характера. В то же время, в различных предметных областях науки и техники существуют специфичные виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, продолжительность и трудоемкость выполнения которых существенно различаются. В сфере ответственности МЧС России предлагались к рассмотрению виды НИОКР, указанные в [6].

В случае, если эксперт считал, что продолжительность (трудоемкость) рассматриваемых этапов для вышеуказанных видов НИОКР будет существенно отличаться от аналогичных этапов типовой работы, то ему предлагалось дать соответствующие оценки. Однако подавляющее большинство экспертов придерживались мнения о том, что трудоемкость рассматриваемых этапов не сильно различается для указанных типов НИОКР.

Кроме того, экспертам в дополнении к 20 типовым этапам НИОКР предлагалось, при необходимости, указать дополнительные этапы, являющиеся, по их мнению, существенными с точки зрения трудоемкости, или удалить избыточные этапы. Но и в этом случае эксперты были единодушны в том, что предложенные им этапы являются представительными и достаточными для оценки продолжительности и трудоемкости НИОКР.

Для установления групповых оценок по экспертам отдельных организаций и по всей экспертной группе в целом использовались следующие средние величины:

- среднее взвешенное;
- среднее арифметическое;
- среднее геометрическое;
- медиана;
- среднее гармоническое.

Необходимость применения различных типов средних величин обусловлена требованиями к минимизации разброса ответов экспертов, т.е. получению максимально согласованных групповых оценок.

Кроме того, использование, например, только одних средних арифметических оценок не вполне корректно, т.к. они являются наилучшими (состоятельными, несмещенными и эффективными) оценками математического ожидания в основном для нормального распределения [7]. При этом

достоверная информация о виде распределения ответов экспертов отсутствовала. В этой связи и было принято решение об использовании кортежа средних величин.

Смысл определения веса для средних взвешенных оценок заключался в следующем. Если расстояние между экспертными оценками минимального и максимального времени выполнения этапа было значительным, то предполагалось, что данный специалист не в полной мере компетентен в вопросах планирования и реализации научно-исследовательской деятельности, т.к. его оценки имеют большой разброс. В этой связи в соответствии с формулами, приведенными в [4], значение дисперсии имело высокое значение и вес такого эксперта не был существенным. В противном случае, при незначительном расстоянии между t_{\min} и t_{\max} – эксперт считался более компетентным и его мнению придавался больший вес.

Формулы для расчета среднего арифметического, среднего геометрического и среднего гармонического соответственно приведены ниже:

$$\begin{aligned} \overline{t_{\text{ож}}}^{\text{ср.ар.}} &= \frac{\sum_{j=1}^m t_{\text{ож}_j}}{m}; \\ \overline{t_{\text{ож}}}^{\text{ср.геом.}} &= \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m t_{\text{ож}_j}}; \\ \overline{t_{\text{ож}}}^{\text{ср.гарм.}} &= \frac{m}{\sum_{j=1}^m \frac{1}{t_{\text{ож}_j}}}. \end{aligned} \quad (1)$$

Групповые экспертные оценки продолжительности этапов НИОКР с применением указанных средних величин представлены в табл. 1.

Разброс значений средних величин для различных этапов рассчитывался, как

$$r = \frac{t_{\text{ож}_{\max}} - t_{\text{ож}_{\min}}}{t_{\text{ож}_{\max}}} 100, \quad (2)$$

и составил от 53 % до 89 % для этапов, а также 73 % и 75 % для НИОКР и потребного количества исполнителей соответственно.

Из табл. 1 видно, что существует значительный разброс значений средних величин продолжительности этапов и НИОКР в целом, и в особенности – количества исполнителей – от 3 до 12 человек.

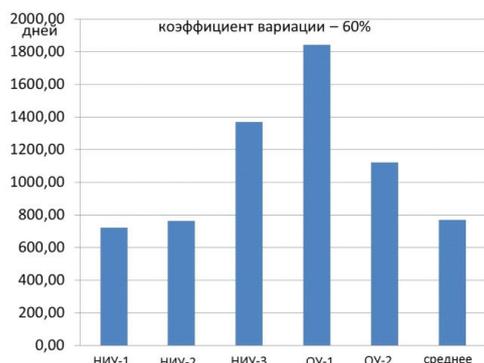
Таблица 1
Групповые экспертные оценки продолжительности этапов НИОКР с применением различных средних величин

Этапы НИОКР	Групповые оценки продолжительности этапов НИОКР (дней) с использованием					Разброс значений средних величин, %
	среднего взвешенного	среднего арифметического	среднего геометрического	медианы	среднего гармонического	
1. Уяснение цели и задач НИОКР, требований к научным и практическим результатам	12,68	61,71	31,45	29,00	19,35	79
2. Формулирование проблемы, научных задач, предмета, объекта, границ исследований	18,54	64,60	35,41	36,00	22,92	71
3. Обоснование схемы решения проблемы, задач, разработка замысла и рабочей программы	18,49	67,64	48,22	51,00	36,47	73
4. Анализ состояния задела, рынка научно-технической продукции, патентный поиск	32,00	100,19	65,89	61,00	46,50	68
5. Доработка, адаптация существующего научно-методического аппарата	49,74	140,04	85,14	76,00	63,99	64
6. Разработка нового научно-методического аппарата	114,36	363,00	206,68	168,00	146,73	68
7. Разработка методики сбора и обработки исходных данных для использования в аппарате	28,87	106,65	71,31	66,00	51,43	73
8. Сбор и обработка исходных данных	56,38	219,62	141,37	112,00	85,06	74
9. Разработка специального программного обеспечения на базе аппарата	117,97	289,67	219,96	223,00	165,14	59
10. Проведение расчетов с использованием прикладных программ, специального программного обеспечения	27,30	146,79	75,18	64,00	47,96	81
11. Разработка методики проведения наблюдений, машинных, лабораторных и натуральных экспериментов, испытаний	34,46	130,52	90,42	109,00	59,11	74
12. Проведение машинных экспериментов	61,50	118,81	77,63	67,00	56,08	53
13. Проведение наблюдений, лабораторных и натуральных экспериментов, испытаний	35,14	315,39	206,84	222,00	112,50	89
14. Разработка методики проведения экспертных опросов	21,95	92,79	57,05	56,50	37,00	76
15. Проведение экспертных опросов	15,15	141,80	75,62	78,00	44,66	89
16. Обработка результатов наблюдений, экспериментов, испытаний, экспертных опросов	42,67	119,31	71,60	63,00	51,69	64
17. Оценка технико- или социально-экономической эффективности научных и практических результатов	15,98	95,14	59,44	57,00	38,84	83
18. Подготовка отчетных материалов, оформление научно-технической продукции	36,89	121,65	79,43	80,00	57,77	70
19. Сдача научно-технической продукции заказчику	17,78	70,37	37,42	34,50	27,38	75
20. Оформление документации на внедрение научно-технической продукции	12,10	98,63	44,32	36,00	24,40	88
Для НИОКР в целом	770,0	2864,4	1780,4	1689,0	1195,0	73
Потребное количество исполнителей, чел.	3	12	7	7	5	75

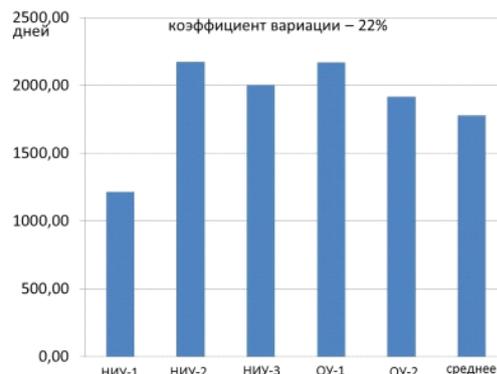
Примечание. Расчет потребного количества исполнителей НИОКР проводился для специалистов средней квалификации (опыт научно-исследовательской деятельности не менее 10 лет) и исходя из среднего количества рабочих дней в году (247).

Кроме того, значительный разброс характерен и для групповых оценок экспертов

различных учреждений, в особенности для средних взвешенных значений (рис. 2):



для среднего взвешенного



для среднего геометрического

НИУ – научно-исследовательское учреждение

ОУ – образовательное учреждение высшего профессионального образования

Рис. 2. Средние взвешенные и средние геометрические оценки времени выполнения НИОКР в целом

Для оценки разброса значений, полученных от экспертов различных НИУ, рассчитывался коэффициент вариации:

$$K_{\text{вар}} = \frac{CKO(t_{\text{ож}})}{MO(t_{\text{ож}})}, \quad (3)$$

где $K_{\text{вар}}$ – коэффициент вариации; $CKO(t_{\text{ож}})$ – среднее квадратическое отклонение оценок ожидаемого времени выполнения этапа, дней; $MO(t_{\text{ож}})$ – математическое ожидание продолжительности выполнения этапа, дней.

Результаты расчета коэффициента вариации представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов вариации средних величин для различных этапов НИОКР

Этапы НИОКР (в соотв. с табл. 1)	Коэффициенты вариации (%) для				
	среднего взвешенного	среднего арифметического	среднего геометрического	медианы	среднего гармонического
1	47	72	80	76	65
2	76	76	57	31	69
3	129	55	45	48	53
4	103	46	35	26	51
5	32	81	51	66	24
6	27	35	35	68	32
7	140	35	37	34	41
8	81	36	17	46	46
9	29	27	24	23	29
10	127	84	50	91	50
11	207	44	51	49	70
12	66	50	36	20	43
13	351	50	42	37	69
14	103	41	35	34	42
15	175	50	50	52	68
16	41	49	38	35	35
17	121	29	20	36	44
18	81	53	43	44	37
19	86	103	58	35	42
20	48	88	59	69	37
Для оценки времени выполнения НИОКР	60	19	22	24	25

Для принятия решений о выборе типа средней величины, обеспечивающей минимизацию разброса ответов экспертов, т.е. получение максимально согласованных групповых оценок, определялся суммарный

(по этапам) коэффициент вариации (рис. 3). Анализ данных на рис. 3 свидетельствует о том, минимальное значение коэффициента вариации соответствует средним геометрическим величинам.

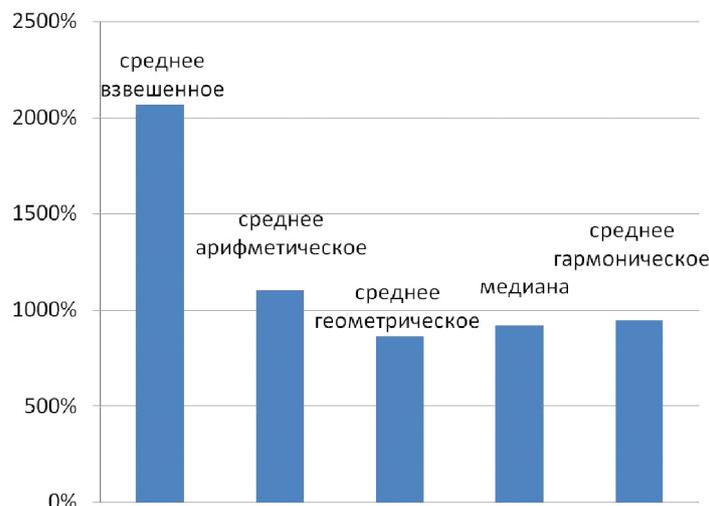


Рис. 3. Суммарный (по этапам) коэффициент вариации для различных типов средних величин

В этой связи типовые нормы продолжительности этапов НИОКР выбирались с учетом данной средней величины (табл. 1, столбец 4). Из данных, показанных в столбце 4 табл. 1, видно, что наибольшую продолжительность имеют такие этапы НИОКР, как «Разработка нового научно-методического аппарата», «Разработка специального программного обеспечения на базе аппарата» и «Проведение наблюдений, лабораторных и натурных экспериментов, испытаний», наименьшую – «Уяснение цели и задач НИОКР, требований к научным и практическим результатам», «Формулирование проблемы, научных задач, предмета, объекта, границ исследований», и «Сдача научно-технической продукции заказчику».

Во второй части экспертного опроса оценивалось влияние различных факторов на продолжительность (трудоемкость) НИОКР. Рассматривались такие группы факторов, влияющих на увеличение продолжительности выполнения НИОКР, как уровень научных результатов (или качество научно-технической продукции (НТП), и наличие научно-технического задела (НТЗ) по решаемой проблеме [8-10]. Каждая из этих групп содержала ряд факторов, в той или иной мере влияющих на трудоемкость и продолжительность НИОКР. Для оценки степени этого влияния первоначально планирова-

лось использование шкалы метода анализа иерархий, предложенной в работе [11]. Однако количественные значения этой шкалы принадлежат к порядковой (бальной) шкале, поэтому не позволяют судить о расстоянии от одного значения до другого. Например, если один фактор получил значение 1 балл, а другой – 9 баллов, это не значит, что трудоемкость во втором случае больше в 9 раз трудоемкости, связанной с учетом первого фактора.

В этой связи дополнительно проводился анализ влияния различных факторов на изменение исходной трудоемкости научных работ. Для этого использовались оценки, приведенные в [12,13] и обобщенные в [2].

В [12] увеличение трудоемкости оценивалось с точки зрения масштаба (уровня) научной проблемы и располагалось в границах от 2,0 до 7,5 раз со средним значением 3,6. В книге [13] те же величины в зависимости от сложности работ принадлежат диапазону [2,7 ; 7,5] со средним значением 3,5 раза. Очевидно, что указанные оценки достаточно близки друг к другу, несмотря на различные области прикладных научных исследований (военно-научные исследования и исследования в области радиоэлектроники). В этой связи предложена следующая шкала для оценки влияния факторов на трудоемкость различных научных работ:

Количественные значения шкалы влияния	Лингвистические значения шкалы влияния
1,0	Практически не влияет на продолжительность
2,0	Слабо влияет на продолжительность
3,5	В существенной мере влияет на продолжительность
5,0	Сильно влияет на продолжительность
7,5 и более	Очень сильно влияет на продолжительность

Рис. 4. Шкала оценки влияния факторов на продолжительность НИОКР

Интервалы между соседними значениями данной шкалы выбраны неравномерными и увеличиваются при повышении степени влияния на продолжительность работ (в лингвистических значениях). Это сделано в связи с тем, что по оценкам специалистов значительное увеличение трудоемкости

(продолжительности) прикладных научных исследований менее вероятно, чем несущественное увеличение.

Упрощенный порядок экспертной оценки влияния различных факторов на продолжительность (трудоемкость) НИОКР приведен на рис. 5.

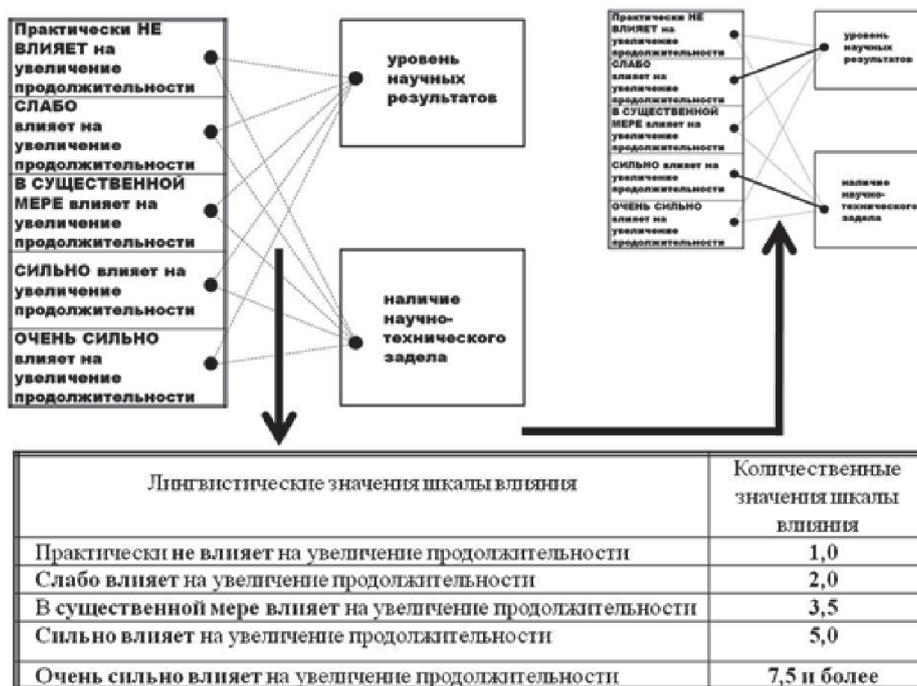


Рис. 5. Порядок экспертной оценки влияния различных факторов на продолжительность НИОКР [14]

Обработка результатов экспертного опроса выполнялась с использованием вышеуказанных типов средних величин. Для выбора наиболее приемлемой с точ-

ки зрения минимизации разброса оценок (максимизации согласованности мнений) определялся суммарный (по факторам) коэффициент вариации для данных типов:

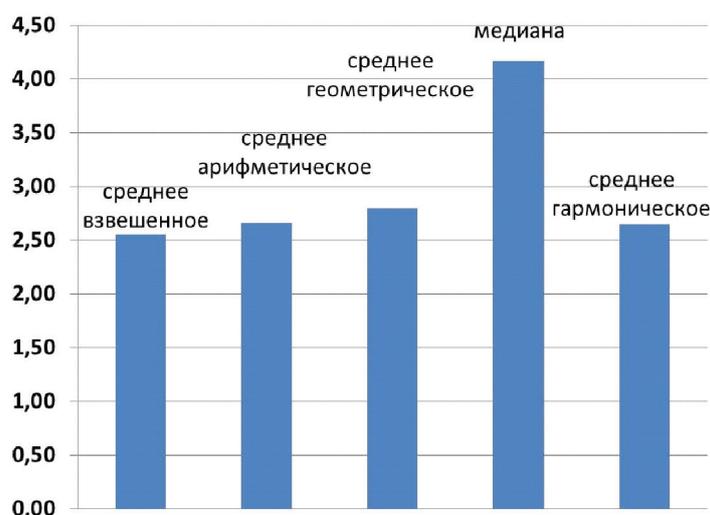


Рис. 6. Суммарный (по факторам) коэффициент вариации для различных типов средних величин

Из рис. 6 видно, что минимальное значение данного коэффициента соответствует средним взвешенным величинам, для которых наблюдается самое высокое единодушие экспертов различных

организаций. В этой связи оценки КУТР для различных факторов, влияющих на увеличение трудоемкости НИОКР, выбирались с учетом данной средней величины:

Таблица 3

Средневзвешенные оценки КУТР

Фактор	Уровни фактора	КУТР, раз
прототипы и аналоги реальных объектов и процессов	существуют близкие прототипы и аналоги реальных процессов и объектов	2,44
	не существуют близкие прототипы и аналоги реальных процессов и объектов	5,59
доработка, уточнение, адаптация существующего научно-методического аппарата (НМА)	адаптация существующих методов и методик к решаемым задачам	2,31
	уточнение, усовершенствование существующих методов и методик	3,87
разработка новых методов и методик	разработка новых методик на основе уточнения существующих методов	3,78
	разработка новых методов на основе уточнения существующей теории	5,74
полнота и качество исходных данных	объем (полнота) и качество исходных данных приемлемые с точки зрения требований к выходным результатам и возможностей НМА	2,64
	объем (полнота) и качество исходных данных неприемлемые с точки зрения требований к выходным результатам и возможностей НМА	6,08
разработка специального программного обеспечения (СПО)	существующее СПО соответствует особенностям НМА	2,40
	существующее СПО не соответствует особенностям НМА	5,31
наблюдения, машинные, лабораторные и натурные эксперименты, испытания	требуется краткосрочное проведение локальных наблюдений, экспериментов, испытаний	2,68
	требуется длительное проведение масштабных наблюдений, экспериментов, испытаний	6,21
экспертный опрос	экспертные опросы проводятся в один этап (тур)	2,17
	экспертные опросы проводятся в несколько этапов (туров)	4,39
инновационный уровень научно-технической продукции	низкий инновационный уровень	2,25
	высокий инновационный уровень	5,20
степень улучшения состояния дел в сфере ответственности МЧС России	несущественная степень улучшения состояния дел	1,81
	существенная степень улучшения состояния дел	4,70

Из данной таблицы видно, что в наибольшей степени трудоемкость (продолжительность) работ увеличивается в следующих случаях:

- необходимости длительного проведения масштабных наблюдений, экспериментов, испытаний;
- неприемлемых с точки зрения требований к выходным результатам и возможностей НМА объема (полноты) и качества исходных данных;
- необходимости разработки новых методов на основе уточнения существующей теории.

Таким образом, приведены результаты экспертного опроса по оценке типовых норм продолжительности (трудоемкости) этапов НИОКР и значений коэффициентов увеличения трудоемкости работ.

В заключительной статье этой серии будет приведен пример расчета трудоемкости условных научно-исследовательских работ в области безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР: зависимость трудоемкости от показателей качества // *Современные наукоемкие технологии*, № 11, 2013.
2. Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности: проблемы, идеи, подходы: Монография / Под ред. В.А. Акимова. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012.
3. Заборский П.Л., Нусенбаум Д.М. Практика сетевого планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. – М.: Экономика, 1967.
4. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности // *Компетентность*, № 6, 2012.
5. Анкета экспертного опроса № 1 по оценке продолжительности выполнения этапов НИОКР. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013.
6. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности // *Компетентность*, № 5, 2012.
7. Кремер Н.Ш. Теория вероятности и математическая статистика: учебник для ВУЗов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
8. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Об оценке трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности // *Компетентность*, № 7, 2011.
9. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Анализ основных факторов, влияющих на трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности // *Компетентность*, № 8, 2011.
10. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности // *Компетентность*, № 9, 2011.
11. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий / пер.с англ. – М.: Радио и связь, 1993.
12. Белов А.А. Возможно ли нормирование научного труда? // *Военная мысль*, № 7, 1991.
13. Беклешов В.К., Завлин П.Н. Нормирование в научно-технических организациях. – М.: Экономика, 1989.
14. Анкета экспертного опроса № 2 по оценке коэффициентов увеличения трудоемкости работ. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013.

УДК 548.1

СПОСОБЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБРАЗА ГИПЕРКУБИЧЕСКОЙ Р-ЯЧЕЙКИ 4D СТРУКТУРЫ И ДОПУСТИМЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБОЛОЧЕК ЕЕ НАИБОЛЕЕ СИММЕТРИЧНЫХ 3D ПРОЕКЦИЙ

Иванов В.В., Таланов В.М.*Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск,
e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru*

Обсуждаются возможные способы идентификации образа гиперкубической Р-ячейки 4D структуры и допустимые топологические преобразования оболочек ее наиболее симметричных 3D проекций

Ключевые слова: гиперкубическая Р-ячейка, клеточный комплекс, топологические преобразования, координационный полиэдр

IDENTIFICATION METHODS OF THE HYPERCUBE P-CELL IMAGE OF THE 4D STRUCTURE AND THE PERMISSIBLE TOPOLOGIC TRANSFORMATIONS OF ITS MOST SYMMETRIC 3D PROJECTIONS

Ivanov V.V., Talanov V.M.*South-Russian state Engineering University, Novocherkassk,
e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru*

The possible identification methods of the hypercube P-cell image of the 4D structure and the permissible topologic transformations of its most symmetric 3D projections were discussed.

Keywords: modular cell, cellular complex, topologic transformations, coordination polyhedron

Известные кристаллохимические явления, такие как изоморфизм, морфотропия, полиморфизм, политипия, структурная гомология и др., характеризуют те или иные родственные отношения между различными структурными типами веществ [1-5]. Некоторым из этих явлений, например, изоморфизму, морфотропии и полиморфизму, соответствуют реальные физико-химические процессы (в данном случае процессы внедрения-вычитания, фазовые превращения). Однако большинство кристаллохимических явлений, в т.ч. политипия, гомеотипия и структурная гомология, представляют собой результат установления определенной родственной связи между структурами на основе их сравнительного анализа и не соответствуют каким-то определенным физико-химическим процессам в химических системах.

Факты проявления аномалий кристаллохимической и геометрической топологии структур или их определенных структурных элементов не всегда удается объяснить каким-либо определенным физико-химическим процессом, связывающим данную аномальную структуру с ее вероятным структурным «родственником». В качестве примеров можно привести случаи проявления аномальной гиперкоординации атомов [6, 7], аномально высокой или низкой

атомной плотности в фрагментах 3D структур с мерностью меньше трех [8-19] и в локальных областях модулярных структур [4, 20-27], возможных квазифрактальных фрагментов в 3D структурах, аномальной аперриодичности и квазикристаллических состояний 3D структур [28-37].

Допущение возможности процесса локального проявления вполне определенных гиперструктурных особенностей в кристаллических 3D структурах не подразумевает под собой какого-либо реального физического или физико-химического процесса. Однако именно предположение о проявлении дополнительного гиперпространственного измерения позволяет по-новому интерпретировать большинство кристаллохимических явлений и некоторые кристаллохимические и структурные аномалии в строении кристаллов.

Проблема определения вероятной взаимосвязи геометрических свойств определенных 3D структур с аналогичными геометрическими свойствами 4D структур, а также возможного количественного и качественного влияния вида гиперпространственных структурных дополнений 3D структур на некоторые физико-химические свойства их представителей, может быть основана на решении следующих двух групп задач.

Прямые задачи:

– определение вероятных гиперячеек 4D структур, 3D сечения которых и развертки 3D «поверхности» соответствуют заданной 3D структуре,

– идентификация вероятных структурных «продолжений» заданной ячейки 3D структуры в дополнительном измерении гиперпространства.

Обратные задачи:

– определение вероятных ячеек 3D структур, соответствующих заданному симметричному сечению гиперячеек 4D структуры и заданной симметричной развертке 3D ее «поверхности»,

– определение остальных соответствующих симметричных сечений меньшей мерности и идентификация ячеек 3D структуры, «продолжение» которых в дополнительном пространственном измерении приводит к формированию гиперячеек 4D структуры.

Актуальность решения этих задач вызвана необходимостью

1) определения топологических характеристик nD и $(n-1)D$ -структур с целью выявления закономерностей их изменения (морфизмов) при переходах nD структура « $(n-1)D$ структура,

2) установления новой генетической связи как между 3D структурами, имеющими одинаковые «продолжения» в гиперпространственном измерении, так и между 4D структурами, производными от одной и той же 3D структуры,

3) определения роли возможного структурного синергизма в проявлении качественно одинаковых свойств 3D структурами с одинаковыми «продолжениями» в гиперпространственном измерении, и в проявлении качественно разных свойств 4D структурами, производными от одной и той же 3D структуры,

4) формирования синергической модели, описывающей изменение некоторых свойств 3D структур при учете гиперпространственного измерения и интерпретации роли возможного структурного синергизма,

5) разработки прогнозной модели условий формирования 3D структур неорганических веществ с необходимым уровнем проявления физико-химических свойств, а также кристаллических веществ с аномальными свойствами, не характерными для представителей анализируемого структурного типа.

Рассмотрим следующие способы определения образа 4D структуры в 4D пространстве и определения его основных топологических характеристик (количества и конфигураций структурных элементов с меньшими размерностями и их локальной топологии, симметричной формы представления структуры и ее возможных топологических производных):

1) восстановление образа гиперячейки 4D структуры по достаточной совокупности ее проективных изображений в пространстве меньшей мерности, или по симметричной развертке ее 3D «поверхности» в 3D пространстве,

2) получение интегрированного образа гиперячейки 4D структуры по конечным сериям ее симметричных сечений, или сечений ее развертки.

Для реализации этих способов будем придерживаться следующих предположений.

Предположение 1. Если существует изображение (образ) гиперячейки 4D структуры в 4D пространстве, то ему соответствуют, по крайней мере, одна ее высокосимметричная проекция на 3D пространстве и одна высокосимметричная развертка ее 3D «поверхности» в 3D пространстве.

В связи с этим предположением по высокосимметричному проективному изображению и симметричным производным от развертки гиперячейки 4D структуры в 3D пространстве может быть получена одна и только одна 4D структура с соответствующими топологическими характеристиками.

Предположение 2. Для любой гиперячейки 4D структуры существуют $(5-i)$ различных видов симметричных $(4-i)D$ сечений и $(4-i)$ различных видов симметричных $(3-i)D$ сечений развертки ее 3D «поверхности», где $i < 3$.

В этом случае по изображениям $(4-i)D$ сечений развертки «поверхности» 4D структуры может быть однозначно идентифицирован прообраз – симметричная развертка «поверхности» в 3D пространстве, а по изображениям $(5-i)$ различных видов симметричных сечений может быть восстановлен соответствующий прообраз – изображение 4D структуры.

Отметим определенный изоморфизм между симметричными сечениями симметричных разверток куба и гиперкуба (рис. 1, фрагменты серий 1 и 2). С учетом этого в качестве примера далее будем рассматри-

вать возможные соотношения между геометрико-топологическими свойствами кубических ячеек структурированных 3D и 4D пространств.

Гиперкуб является одним из семи известных автомодулярных политопов 4D пространства, т.к. состоит из восьми топологически одинаковых кубических ячеек: $HC-\langle 16, 32, 24, 8 \rangle \{C^8\}$ [5]. Все его геометрические образы, полученные с помощью определенных топологических преобра-

зований в 3D пространстве, обладают дополнительными по сравнению с кубом геометрическими элементами и могут быть использованы при интерпретации нестандартных конфигураций, описывающих ближний порядок в структурах некоторых координационных соединений, особенности стереохимии некоторых молекул органических и металлорганических соединений и другие структурные аномалии. [4, 6-10].

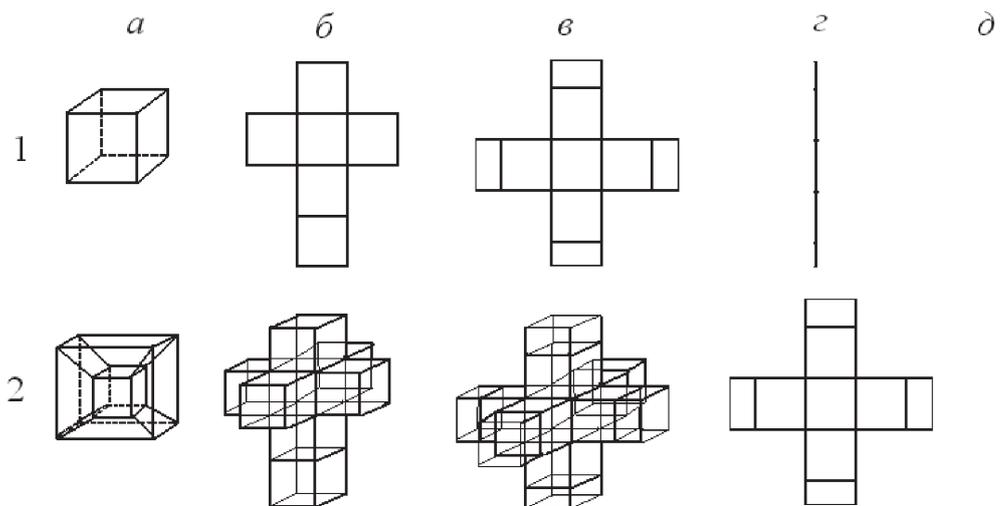


Рис.1. Изображения кубических ячеек (а), их асимметричных и симметричных разверток (б, в) и сечений (з, д) для куба (1) и гиперкуба (2)

Геометрический образ, соответствующий гиперкубу HC – куб внутри куба $C_{(C)}-\langle 8+8, 12+12, 6+6 \rangle$ (с симметрией O_h). Для получения других вероятных геометрических образов из симплекса в 3D пространстве можно воспользоваться результатами его топологических преобразований. При описании топологических преобразований гиперячеек использовали следующий вид символического представления симплекса и его возможных топологических производных: $HP_h - \langle N_v, N_e, N_f, N_{ph} \rangle \{N_{ph}, ph_i\}$. Данное представление гиперполиэдра содержат информацию о его наименовании (HP_h), количестве вершин (v), ребер (e), граней (f),

а также количестве и типе ячеек-полиэдров (ph) [11,14].

Рассмотрим топологические преобразования гиперкуба в предположении, что каждая его ячейка, прилегающая к оболочке, подчиняется правилам геометрико-топологических преобразований в 3D пространстве. Известные топологические преобразования куба [1]:

куб {444} → усеченный куб {388} → кубооктаэдр {3434} → усеченный октаэдр {466} → октаэдр {3333}

в используемых здесь обозначениях могут быть представлены в виде следующей цепочки:

$$C-\langle 8,12,6 \rangle \{ \{4\}^6 \} \rightarrow tC-\langle 24,36,14 \rangle \{ \{3\}^8 \{8\}^6 \} \rightarrow$$

$$CO-\langle 12,24,14 \rangle \{ \{3\}^8 \{4\}^6 \} \rightarrow tO-\langle 24,36,14 \rangle \{ \{6\}^8 \{4\}^6 \} \rightarrow O-\langle 6,12,8 \rangle \{ \{3\}^8 \}.$$

По аналогии, можно ввести следующие обозначения для изменяющихся оболочек гиперполиэдра: усеченный куб $tC_{(C)}-\langle 32,68,56,16 \rangle \{tC C T^8 tO_{\text{pyr}}^6\}$, кубооктаэдр $CO_{(C)}-\langle 20,60,64,16 \rangle \{CO C T^8 T_{\text{ap}}^6\}$, усеченный октаэдр

$tO_{(C)}-\langle 32,80,68,28 \rangle \{tO C N_{\text{pyr}}^8 T^{12} N_{\text{ap}}^6\}$, октаэдр $O_{(C)}-\langle 14,48,54,28 \rangle \{O C T_{\text{pyr}}^6 T^{20}\}$. Здесь и далее конфигурации всех ячеек гиперполиэдров и их вершинная топология представлены в фигурных { } и угловых

< > скобках, соответственно. Буквенные обозначения t , p , ap , pyg приведены по первым буквам соответствующих терминов (truncated, prism, anti-prism, pyramid).

Для каждой гиперячейки можно воспользоваться следующими топологическими преобразованиями оболочек их наиболее симметричных проекций в 3D пространстве [11].

1. Сплиттинг-преобразования вершин гиперячейки. Суть преобразования заключается в расщеплении по определенному закону вершин гиперячейки, принадлежащих ее оболочке. Преобразование сопровождается изменением конфигурации оболочки гиперячейки, изменениями числа ребер, количества и формы граней и ячеек.

2. Стелейшн-дизайн внешних граней гиперячейки. Преобразование внешних граней гиперячейки связано с их наращиванием до превращения в вершины новой ячейки.

3. Стретч-оупен-дизайн гиперячейки. Преобразование открытия гиперячейки, сопровождающееся вытягиванием внутренних вершин наружу через одну из граней оболочки.

4. Преобразование Вороного-Дирихле. Преобразование геометрического образа гиперячейки в дуальный ему образ за счет превращения геометрических центров ячеек в вершины, а граней – в ребра [1].

Геометрические образы фрагментов модулярных ячеек в 3D пространстве, полученные в результате описанных выше целенаправленных преобразований симметричных проекций гиперячеек [38-42], формально могут содержать те дополнительные конфигурационные элементы, которые определяют их нестандартность по отношению к общеизвестным координациям атомов в структурах веществ.

Результаты работы получены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания на проведение НИОКР, шифр заявки №6.8604.2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. – М.: МГУ, 1987. – 276 с.
2. Крипякевич П.И. Структурные типы интерметаллических соединений. – М.: Наука, 1977. 290с.
3. Пирсон У. Кристаллохимия и физика металлов и сплавов. – М.: Мир, 1977. – Ч.1. – 420с.; Ч.2. – 472 с.
4. Ferraris G., Makovicky E., Merlino S. Crystallography of modular structures. IUC Oxford Science Publications. 2008. 370 p.
5. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 264 с.

6. Ола Дж., Пракаш Г.К.С., Уильямс Р.Е., Филд Л.Д., Уэйд К. Химия гиперкоординированного углерода. – М.: Мир, 1990. – 336 с.

7. Минкин В.И., Миняев Р.М., Хоффманн Р. // Успехи химии, 2002. – Т.71. – № 11. – С. 989-1011.

8. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия: концепции и перспективы. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334с.

9. Илюшин Г.Д., Блатов В.А. // Журнал неорганической химии, 2010. Т.55, № 12. С. 2023-2032.

10. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. В 3-х томах. – М.: Мир, 1987/88. – Т.1. – 408 с.; Т.2. – 696 с.; Т.3. – 564 с.

11. Блатов В.А. // Журнал структурной химии, 2009. – Т.50. – С. 166-173.

12. Иванов В.В., Таланов В.М. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2010. Т.1. № 1. С.72-107.

13. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2011. Т.2. № 3. С.121-134.

14. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М., Попов В.П. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 2. – С.60-63.

15. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2010. № 10. С.176-179.

16. Иванов В.В., Ерейская Г.П., Люцедарский В.А. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы, 1990. – Т.26, № 4. – С.781-784.

17. Иванов В.В., Ерейская Г.П. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1991. – Т.27, № 12. – С. 2690-2691.

18. Иванов В.В., Таланов В.М. // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1995. – № 2. – С.38-43.

19. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1996. – № 1. – С. 67-73.

20. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204с.

21. Иванов В.В., Таланов В.М. // Физика и химия стекла, 2008. Т. 34. № 4. С. 528-567.

22. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2010. Т.55, № 3. С. 385-398.

23. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журнал неорганической химии, 2010. Т.55, № 6. С.980-990.

24. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 8. – С.75-77.

25. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 10. – С.78-80.

26. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 9. – С.74-77.

27. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии, 2013. Т.54. № 2. С. 354-376.

28. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 3. – С.56-57.

29. Иванов В.В., Демьян В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 4. – С.230-232.

30. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 11. – С. 61-62.

31. Иванов В.В., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2012. – № 11. – С. 24-25.

32. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 11. – С. 63-65.

33. Иванов В.В., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2012. – № 12. – С. 16-17.

34. Иванов В.В., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2012. – № 11. – С. 22-23.

35. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2013. – Т.58. № 3. С. 370-379.

36. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 5. – С.29-31.

37. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2012. Т.3. № 4. С. 82-100.

38. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 7 – С. 74-77.

39. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 6 – С. 61-63.

40. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 7 – С. 78-81.

41. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013 – № 6 – С. 64-67.

42. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 6 – С. 68-72.

УДК 548.1

ВЕРОЯТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ГИПЕРКУБИЧЕСКОЙ 4D P-ЯЧЕЙКИ В ЯЧЕЙСТОМ ПРОСТРАНСТВЕ МЕНЬШЕЙ МЕРНОСТИ

Иванов В.В., Таланов В.М.

Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск,

e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru

Обсуждаются вероятные механизмы проявления гиперкубической 4D P-ячейки в ячейстом пространстве меньшей мерности.

Ключевые слова: модулярная ячейка, клеточный комплекс, координационный полиэдр, гиперкубическая P-ячейка

THE POSSIBLE MECHANISMS OF THE HYPERCUBIC 4D P-CELL MANIFESTATION INTO CELLULAR SPACE AT LEAST DIMENSION

Ivanov V.V., Talanov V.M.

South-Russian state Engineering University, Novocherkassk,

e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru

The possible mechanisms of the hypercubic 4D P-cell manifestation into cellular space at least dimension were discussed.

Keywords: modular cell, cellular complex, coordination polyhedron, hypercubic P-cell

В основе одной из вероятных интерпретаций различных аномальных проявлений в геометрии и топологии кристаллических структур или их отдельных структурных фрагментов (координационных полиэдров, структурных модулей и т.д.) лежит предположение о влиянии возможного локального проявления гиперпространственного измерения в кристаллическом 3D пространстве [1-7]. В качестве примеров подобных структурных аномалий можно привести нестандартную гиперкоординацию для некоторых атомов [8,9], аномальную атомную плотность отдельных структурных фрагментов [10-16], аномальную апериодичность и возможный квазифрактальный или квазикристаллический характер фрагментов 3D структуры [17-29]. В связи с этим анализ возможных механизмов проявления, в частности, гипотетических 4D структур в одном из четырех типов своих 3D подструктур, представляется актуальным. Анализ проведем на примере предварительно структурированных в соответствии с [30-32] 3D и 4D пространств.

Принимая во внимание три основных варианта проявления 4D гиперячейки: структурные элементы ее 3D ячеек, 3D проекцию гиперячейки и ее развертку в 3D пространстве, а также степень взаимодействий между 3D подпространствами 4D пространства, формально можно рассмотреть три группы механизмов. Реализация всех этих механизмов сопровождается

образованием локальной транзитивной области – переходной области в 3D ячейстом пространстве с новыми геометрико-топологическими свойствами по сравнению со свойствами окружающего пространства.

Первая группа механизмов – механизмы проявления структурных элементов 4D ячейки с размерностями не выше трех (вершины, ребра, грани, 3D ячейки):

1) механизм внедрения (в случае отсутствия взаимодействия),

2) механизм замещения (точнее, взаимобмена, т.е. одномоментного вычитания и внедрения) в случае, если подпространства гиперпространства взаимодействуют.

Для этой группы механизмов можно считать, что объем транзитивной области не изменяется, т.е. не происходит «разбухания» пространственных ячеек.

Вторая группа – механизмы проявления 3D проекции 4D ячейки:

3) механизм внедрения (в случае отсутствия взаимодействия),

4) механизм замещения (в случае взаимодействия подпространств).

Для этой группы механизмов объем транзитивной области изменяется за счет «разбухания» пространственных ячеек.

Третья группа – механизмы проявления 3D развертки 4D ячейки:

5) механизм внедрения (в случае отсутствия взаимодействия),

6) механизм замещения (в случае взаимодействия подпространств).

В этих случаях объем транзитивной области также изменяется за счет существенного изменения количества ячеек.

В данной работе будем рассматривать только два возможных типа механизма проявления гиперячеек в ячеистом пространстве меньшей мерности из первой группы. В общем случае их можно сформулировать следующим образом:

1) механизм замещения $(n-i)D$ структурного элемента nD ячейки структурным nD элементом гиперячейки $(n+1)D$ пространства с образованием локальной транзитивной области сосуществования сокоординированных ячеек,

2) механизм внедрения nD структурного элемента гиперячейки $(n+1)D$ пространства в «объем» ячеек nD пространства с образованием локальной области пространственно сопряженных гиперячеек и координирующих их ячеек nD пространства.

Протяженные 2D дефекты кристаллических структур, образующиеся, в частности, в результате кристаллографического сдвига в 3D структуре [13-16], формально также могут привести к образованию локальной транзитивной области, которую можно представить как результат кооперативной деформации ячеек 3D пространства с образованием качественно новых ячеек с другой топологией. Однако при проявлении гиперпространственной координаты в пространстве меньшей мерности учитывается и взаимная ориентация гиперячеек относительно ячеек 3D пространства, и их сокоординация. Поэтому в области пространственно сопряженных ячеек (или в транзитивной области существования сокоординированных ячеек) имеются не только деформационные аналоги или их топологические трансформанты старых ячеек, но и принципиально новые, с другой окраской своих структурных элементов меньшей мерности (сторон квадрата, граней куба, кубов гиперкуба и т.д.).

Напомним, что системы вершин (точек) пространственных 3D и 4D Р-ячеек являются правильными системами точек в своих пространствах [2]. Поэтому замещение одной вершины 3D ячейки на одну из эквивалентных вершин какой-либо 3D ячейки политопа 4D пространства не приведут к изменениям геометрических свойств в локальной области и рассматриваться ниже не будут. Однако, замещения ребер, граней или ячеек 3D пространства на соответствующие структурные элементы 4D ячейки

с той же размерностью, но с другой пространственной ориентацией, рассматривать необходимо, т.к. они, несмотря на сохранение геометрии конфигурации вершин, могут привести к изменению топологических свойств транзитивной области. Очевидно, что не будут рассматриваться также и внедрения структурных элементов 4D ячейки в идентичные по размерности структурные элементы 3D ячейки, т.к. в этом случае при гиперпространственном проявлении нарушается условие невозможности совпадения вершин.

При реализации механизма замещения или внедрения введение окраски структурных элементов ячеек в структурированных пространствах (гиперпространстве и пространстве с меньшей мерностью) позволит идентифицировать в системе сокоординированных ячеек их взаимную ориентацию. Только в этом случае возможен дифференцированный сравнительный анализ 0D структур, образующихся в соответствующих областях с проявлением разных подпространств гиперпространства, а следовательно, и разных подструктур гиперструктуры.

Оба типа механизма проявления гиперячеек в ячеистом пространстве меньшей мерности (тип замещения и тип внедрения) по признаку наличия или отсутствия «взаимодействия» между ними существенно отличаются друг от друга. Под «взаимодействием» пространственных ячеек и ячеек из гиперпространства будем понимать невозможность пересечения их 3D элементов (объемов) в 3D пространстве.

Механизм типа замещения реализуется в предположении о наличии взаимодействия между ячейками пространства и гиперпространства. Поэтому в локальной области существования ячеек из гиперпространства могут проявляться характерные для них геометрико-топологические свойства, в общем случае отличные от аналогичных свойств пространственных ячеек.

Механизм типа внедрения реализуется в предположении об отсутствии взаимодействия между ячейками пространства и гиперпространства. Вследствие этого допускается их взаимопроникновение друг в друга, т.е. возможность пересечения их 3D элементов (объемов) в 3D пространстве. В локальных областях этого пересечения возможно возникновение таких геометрико-топологических свойств, которые могут

быть результатом синергизма свойств ячеек из 3D пространства и гиперпространства.

В обоих случаях допущение о наличии локальных областей (взаимносопряженных или транзитивных) в ячеистом пространстве позволяет целенаправленно формировать в нем множества вероятных структур с принципиально новыми, аномальными геометрико-топологическими свойствами.

Результаты работы получены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания на проведение НИОКР, шифр заявки №6.8604.2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 264 с.
2. Галиулин Р.В. // Успехи физ. наук, 2002. – Т.172. – Вып.2. – С.229-233.
3. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 7 – С. 74-77.
4. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 6 – С. 61-63.
5. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 7 – С. 78-81.
6. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013 – № 6 – С. 64-67.
7. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 6 – С. 68-72.
8. Ола Дж., Пракаш Г.К.С., Уильямс Р.Е., Филд Л.Д., Уэйд К. Химия гиперкоординированного углерода. – М.: Мир, 1990. – 336 с.
9. Минкин В.И., Миняев Р.М., Хоффманн Р. // Успехи химии, 2002. – Т.71. – № 11. – С. 989-1011.
10. Крипякевич П.И. Структурные типы интерметаллических соединений. – М.: Наука, 1977. 290 с.
11. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. – М.: МГУ, 1987. – 276 с.
12. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
13. Иванов В.В., Ерейская Г.П., Люцедарский В.А. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы, 1990. – Т.26, № 4. – С. 781-784.
14. Иванов В.В., Ерейская Г.П. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1991. – Т.27, № 12. – С. 2690-2691.
15. Иванов В.В., Таланов В.М. // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1995. – № 2. – С.38-43.
16. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1996. – № 1. – С. 67-73.
17. Ferraris G., Makovicky E., Merlino S. Crystallography of modular structures. IUC Oxford Science Publications. 2008. 370 p.
18. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия: концепции и перспективы. – Новосибирск: Наука, 1998. 334с.
19. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2010. Т.55, № 3. С.385-398.
20. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журнал неорганической химии, 2010. Т.55, № 6. С.980-990.
21. Иванов В.В., Таланов В.М. // Физика и химия стекла, 2008. Т.34. № 4. С.528-567.
22. Иванов В.В., Таланов В.М. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2010. Т.1. № 1. С.72-107.
23. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2011. Т.2. № 3. С. 121-134.
24. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М., Попов В.П. // Успехи современного естествознания, 2012. – № 2. – С.60-63.
25. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2010. № 10. С. 176-179.
26. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 3. – С.56-57.
27. Иванов В.В., Демьян В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 4. – С. 230-232.
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. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 8. – С.75-77.
31. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 10. – С. 78-80.
32. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 9. – С. 74-77.

УДК 548.1

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ПРОЯВЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ 3D Р-ЯЧЕЙКИ НА 2D КВАДРАТНОЙ СЕТКЕ

Иванов В.В., Таланов В.М.

Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск,
e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru

Обсуждаются возможные варианты проявления структурных особенностей 3D Р-ячейки на 2D квадратной сетке.

Ключевые слова: модулярная Р-ячейка, квадратная сетка, переходная область, структурное состояние

THE POSSIBLE VARIANTS OF THE STRUCTURAL PECULIARITY MANIFESTATION OF 3D P-CELL ONTO 2D SQUARE NET

Ivanov V.V., Talanov V.M.

South-Russian State Engineering University, Novocherkassk,
e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru

The possible variants of the structural peculiarity manifestation of 3D P-cell onto 2D square net was discussed.

Keywords: modular P-cell, square net, transition domain, structural state

Известно, что поверхностные физико-механические и физико-химические свойства материалов существенно отличаются от «объемных» показателей аналогичных свойств этих же материалов. Для кристаллов эти отличия в определенной мере определяются некоторыми особенностями строения приповерхностных 4-6-ти атомных слоев из-за близости межфазной границы, обладающей повышенной концентрацией структурных дефектов [1, 2]. Необходимо отметить, что возможные структурные состояния на поверхности кристалла генетически связаны со структурными состояниями в их объеме и, вероятно, полностью определяются ими. В связи с этим анализ возможных структурных состояний на поверхности кристаллических фаз, а также анализ связанных с ними проявлений аномальных геометрико-топологических характеристик, влияющих на чувствительные к ним свойства, в частности свойства модулярных структур [3-21], аномальную атомную плотность отдельных фрагментов или их возможный квазифрактальный характер на поверхности кристаллов [22-28], является актуальным.

Анализ вероятных структурных состояний поверхности кристаллических фаз

основан на предположении о возможности проявления особенностей 3D структур на 2D сетке поверхностных атомов в некоторой локальной транзитивной области – переходной области, в которой реализуются особенности атомного строения на поверхности и в объеме кристалла. Таким образом, анализируемые структурные состояния в транзитивной области и их поверхностная концентрация в определенной мере могут служить аппроксимантами вероятных аномальных структурных состояний кристаллических материалов [20, 21, 24, 27, 28].

Сравнительный анализ структурных состояний проводили для R^3 и R^2 структур, вложенных в предварительно структурированные (ячеистые) 3D и 2D пространства. В данной работе предполагается, что возможна реализация по крайней мере двух механизмов проявления структурных элементов кубической ячейки (вершин, ребер, граней) (рис. 1) на квадратной сетке: механизм замещения структурных элементов 2D сетки и механизм внедрения в нее. Разная маркировка ребер и граней кубической ячейки означает возможные различия в ориентации реализуемых на них структурных состояний R^3 структур.



Рис. 1. Кубическая ячейка 3D пространства и изображения ее ориентационно различных структурных элементов: ребер и граней

Некоторые результаты реализации этих механизмов представлены на рис. 2–4. Очевидно, что геометрико-топологические характеристики транзитивных областей в каждом случае существенно отличаются друг от друга.

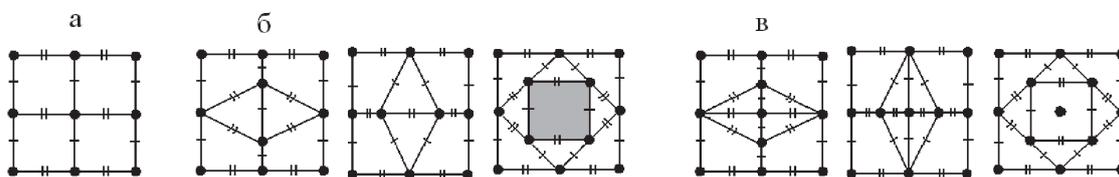


Рис. 2. Фрагмент квадратной сетки (а) и некоторые варианты проявления 3D ячейки с помощью ее ребер и граней по механизму замещения центральной вершины (б) и по механизму симметричного внедрения в центральную область фрагмента (в)

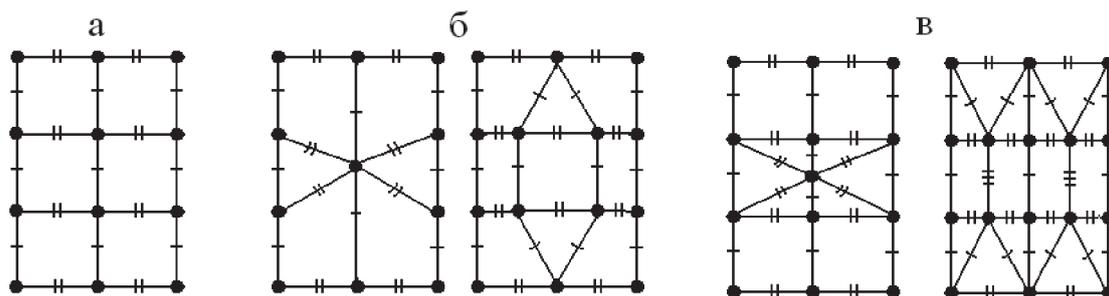


Рис. 3. Фрагмент квадратной сетки (а) и некоторые варианты проявления 3D ячейки с помощью ее вершин и граней по механизму замещения ребра (б) и по механизму симметричного внедрения в центральную область фрагмента (в)

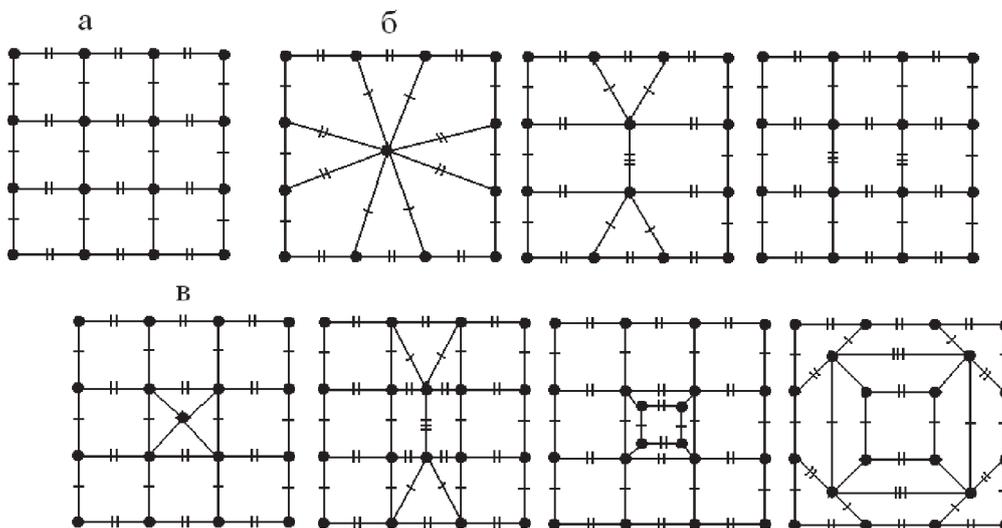


Рис. 4. Фрагмент квадратной сетки (а) и некоторые варианты проявления 3D ячейки с помощью ее вершин, ребер и граней по механизму замещения центрального квадрата (б) и по механизму симметричного внедрения в центральную область фрагмента (в)

Необходимо отметить, что одна из основных характеристик транзитивной области – ее площадь, существенно зависит от механизма и вида проявления структурных элементов кубической ячейки на сетке (табл. 1). В предположении о равенстве площади транзитив-

ной области суммарной площади ячеек, из которых она была образована, можно сделать заключение о том, что практически во всех случаях (за исключением некоторых вариантов на рис. 3,б и 4,б) наблюдается anomalous увеличение атомной плотности.

Таблица 1

Площадь транзитивной области в зависимости от механизма и вида проявления кубической ячейки

Структурные элементы		Площадь транзитивной области	
2D ячейки	4D ячейки	Механизм замещения	Механизм внедрения
вершина	Ребро	4	4
	Квадратная ячейка	4	4
ребро	Вершина	6	2
	Ребро	6	-
	Квадратная ячейка	6	6
Квадратная ячейка	Вершина	9	1
	Ребро	9	3
	Квадратная ячейка	9	-

Примечание. Площади транзитивных областей приведены в единицах ячеек квадратной сетки.

Проанализируем вероятные соотношения между R^3 -структурой и ее возможными подструктурами в 2D пространстве. Будем априори предполагать, что между геометрико-топологическими свойствами 3D ячеек и ее 2D подъячеек и такими же свойствами соответствующих модулярных R^3 и R^2 структур, вложенных в эти ячейки, существует морфизм соотношений. В этом случае любая 2D модулярная структура может быть подструктурой по крайней мере одной из модулярных 3D структур. Другими словами, любая 2D модулярная структура может иметь не одно структурное «продолжение» в дополнительном измерении и должна рассматриваться как результат

определенного 2D сечения по крайней мере нескольких модулярных 3D структур.

Будем рассматривать возможные структурные состояния R^2 структур как вероятные подструктуры определенной R^3 структуры. При этом наряду с кристаллической компонентой состояния будем учитывать и фрактальную компоненту, предполагая также и возможность существования гибридных R^3 структур [29]. В частности, кроме кристаллических структур вида R^3_{3r} будем рассматривать еще две разновидности: детерминистических гибридных структур вида $R^3_{2r,1f}$ и $R^3_{1r,2f}$ и детерминистические фрактальные структуры вида R^3_{3f} (табл. 2).

Таблица 2

Возможные структурные состояния R^2 подструктур соответствующей R^3 структуры

Возможные структурные состояния R^3 структуры	Возможные структурные состояния R^2 подструктур
Структура вида R^3_{3r}	
(r, r, r) (r ₁ , r ₁ , r ₂) (r ₁ , r ₂ , r ₃)	3 (r, r) (r, r) и 2 (r ₁ , r ₂) 2 (r ₁ , r ₁ , r ₂) и 2 (r ₁ , r ₂ , r ₂) (r ₁ , r ₂), (r ₁ , r ₃) и (r ₂ , r ₃)
Структура вида $R^3_{2r,1f}$	
(r, r, f) (r ₁ , r ₂ , f)	(r, r) и 2 (r, f) (r ₁ , r ₂), (r ₁ , f) и (r ₂ , f)
Структура вида $R^3_{1r,2f}$	
(r, f, f) (r, f ₁ , f ₂)	2 (r, f) и (f, f) (r, f ₁), (r, f ₂) и (f ₁ , f ₂)
Структура вида $R^3_{1r,3f}$	
(f, f, f) (f ₁ , f ₁ , f ₂) (f ₁ , f ₂ , f ₃)	3 (f, f) (f, f) и 2 (f ₁ , f ₂) (f ₁ , f ₂), (f ₁ , f ₃) и (f ₂ , f ₃)

Примечание. r – кристаллическая, а f – фрактальная компоненты структурного состояния.

Из представленных в таблице 2 данных следует, что существует определенное многообразие проявления R^3 структур в 2D пространстве. Например, структура вида $R^3_{2r,1f}$ формально имеет 3 разновидности R^2 подструктур: R^2_2 структуру и 2 вида $R^2_{1r,1f}$ структур. Аналогичный гетероморфизм существует и для R^3 структур, в которых может реализоваться заданная R^2 структура. Например, структура вида R^2_2 может быть подструктурой как структуры вида R^3_{3r} , так и структуры вида $R^3_{2r,1f}$. Формально из предположения о возможности существования такого многообразия проявлений структур вытекает, что определенные гибридные кристалло-фрактальные R^3 структуры в 2D пространстве могут выглядеть кристаллическими R^2 структурами, и наоборот, некоторые кристаллические поверхностные R^2 структуры в 3D измерении могут иметь фрактальное «продолжение» и быть подструктурами кристалло-фрактальной $R^3_{2r,1f}$ структуры.

Результаты работы получены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания на проведение НИОКР, шифр заявки №.8604.2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 264 с.
2. 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», 2006. – 112с.
3. Ferraris G., Makovicky E., Merlino S. Crystallography of modular structures. IUC Oxford Science Publications. 2008. 370 p.
4. Иванов В.В., Ерейская Г.П., Люцдарский В.А. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы, 1990. – Т.26, № 4. – С.781-784.
5. Иванов В.В., Ерейская Г.П. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1991. – Т.27, № 12. – С. 2690-2691.
6. Иванов В.В., Таланов В.М. //Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1995. – № 2. – С. 38-43.
7. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1996. – № 1. – С.67-73.
8. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204с.
9. Иванов В.В., Таланов В.М. // Phys. Stat. Sol. (a), 1990. – V.122, № 2. – P.K109-112.
10. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии. – 1992. – Т.33, № 3. – С.137-140.
11. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии. – 1992. – Т.33, № 5. – С.96-102.
12. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы, 1992. – Т.28, № 8. – С.1720-1725.
13. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы.- 1992. – Т.28, № 9. – С.2022-2024.
14. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы. – 1995. – Т.31, N2. – С. 258-261.
15. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 9. – С. 74-77.
16. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 8. – С. 75-77.
17. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 10. – С.7 8-80.
18. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2010. Т.55, № 3. С. 385-398.
19. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. неорганической химии, 2010. Т.55, № 6. С.9 80-990.
20. Иванов В.В., Таланов В.М. // Физика и химия стекла, 2008. Т.34. № 4. С.528-567.
21. Иванов В.В., Таланов В.М. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2010. Т.1. № 1. С.72-107.
22. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2011. Т.2. № 3. С. 121-134.
23. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2010. № 10. С.176-179.
24. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2012. Т.3. № 4. С. 82-100.
25. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 3. – С. 56-57.
26. Иванов В.В., Демьян В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 4. – С. 230-232.
27. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурной химии, 2013. Т.54. № 2. С. 354-376.
28. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2013. – Т.58. № 3. С. 370-379.
29. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № .5. – С. 29-31.

УДК 548.1

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ ЛОКАЛЬНОЙ ТРАНЗИТИВНОЙ ОБЛАСТИ СТРУКТУРИРОВАННОГО 3D ПРОСТРАНСТВА

Иванов В.В., Таланов В.М.

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

Обсуждается вариант представления основных классов структурных состояний локальной транзитивной области в структурированном 3D пространстве.

Ключевые слова: модулярная 3D Р-ячейка, структурное состояние, локальная транзитивная область

CLASSIFICATION OF THE STRUCTURAL STATES OF LOCAL TRANSITION DOMAIN OF STRUCTURED 2D SPACE

Ivanov V.V., Talanov V.M.

*South-Russian state Engineering University, Novocheerkassk,
e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru*

As a variant the general classes presentation of the structural states of local transition domain into structured 3D space was discussed.

Keywords: modular 3D P-cell, structural state, local transition domain

Для решения задачи о представлении основных классов возможных структурных состояний локальной транзитивной области в структурированном 3D пространстве будем исходить из следующего.

1. Транзитивная область 3D пространства – результат локального проявления вполне определенных структурных элементов 3D ячейки одного из подпространств гиперпространства [1-7].

2. Структурное состояние транзитивной области может быть обусловлено как кристаллическими компонентами $г$ подструктуры R^3 гиперструктуры R^4 , так и ее возможными фрактальными компонентами f [8-18].

3. Кристаллическая компонента $г$ модулярной структуры R^3 в структурированном (ячейстом) 3D пространстве может быть определена как с помощью дискретной

группы трансляций $\{t_i\}$, так и с помощью непрерывной группы трансляций $\{\tau_i\}$ ($i = 1, 2, 3$) [8-10, 19-26].

4. Фрактальная компонента f структуры R^3 в структурированном 3D пространстве может быть определена i -модулярная гибридная структура (в общем случае $i = 1, 2, 3$) с помощью соответствующих своих генераторов (точечных, линейчатых, поверхностных или их возможных комбинаций) [27-32].

Многообразии вариантов сочетания кристаллической и фрактальной компонент возможных структурных состояний определяется количеством разновидностей определенных подструктур R^3 структуры R^4 .

Число разновидностей 1D подструктур R^1_{1r} и R^1_{1f} в соответствующих R^4 структурах может быть определено по формулам:

$$\begin{aligned} R^4_{4r} &= (P^4_{i=2} C^i_{i-1}) R^1_{1r} = 24 R^1_{1r} \\ R^4_{3r1f} &= (\Pi^3_{i=2} C^{i+1}_{i-1}) R^1_{1r} + (\Pi^3_{i=2} C^i_{i-1}) R^1_{1f} = 18 R^1_{1r} + 6 R^1_{1f} \\ R^4_{2r2f} &= (\Pi^3_{i=2} C^{i+1}_i) R^1_{1r} + (\Pi^3_{i=2} C^{i+1}_i) R^1_{1f} = 12 R^1_{1r} + 12 R^1_{1f} \\ R^4_{1r3f} &= (\Pi^3_{i=2} C^i_{i-1}) R^1_{1r} + (\Pi^3_{i=2} C^{i+1}_{i-1}) R^1_{1f} = 6 R^1_{1r} + 18 R^1_{1f} \\ R^4_{4f} &= (P^4_{i=2} C^i_{i-1}) R^1_{1f} = 24 R^1_{1f} \end{aligned}$$

Аналогично, количество разновидностей 2D и 3D подструктур в соответствующих

R^4 структурах может быть определено по следующим формулам:

$$\begin{aligned}
 R^4_{4r} &= (\prod_{i=2}^3 C^i_{i-1}) R^2_{2r} = 6 R^2_{2r} \\
 R^4_{3r1f} &= (\prod_{i=2}^3 C^3_i) R^2_{2r} + (\prod_{i=2}^3 C^3_i) R^2_{1r1f} = 3 R^2_{2r} + 3 R^2_{1r1f} \\
 R^4_{2r2f} &= (\prod_{i=2}^3 C^i_i) R^2_{2r} + (\prod_{i=2}^3 C^{i+1}_3) R^2_{1r1f} + (\prod_{i=2}^3 C^i_i) R^2_{2f} = R^2_{2r} + 4 R^2_{1r1f} + R^2_{2f} \\
 R^4_{1r3f} &= (\prod_{i=2}^3 C^3_i) R^2_{1r1f} + (\prod_{i=2}^3 C^3_i) R^2_{2f} = 3 R^2_{1r1f} + 3 R^2_{2f} \\
 R^4_{4f} &= (\prod_{i=2}^3 C^i_{i-1}) R^2_{2f} = 6 R^2_{2f}
 \end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}
 R^4_{4r} &= (P^4_{i=3} C^4_i) R^3_{3r} = 4 R^3_{3r} \\
 R^4_{3r1f} &= (\prod_{i=2}^3 C^i_i) R^3_{3r} + (\prod_{i=2}^3 C^3_i) R^3_{2r1f} = R^3_{3r} + 3 R^3_{2r1f} \\
 R^4_{2r2f} &= (\prod_{i=2}^3 C^2_{i-1}) R^3_{2r1f} + (\prod_{i=2}^3 C^2_{i-1}) R^3_{1r2f} = 2 R^3_{2r1f} + 2 R^3_{1r2f} \\
 R^4_{1r3f} &= (\prod_{i=2}^3 C^3_i) R^3_{1r2f} + (\prod_{i=2}^3 C^i_i) R^3_{3f} = 3 R^3_{1r2f} + R^3_{3f} \\
 R^4_{4f} &= (P^4_{i=3} C^4_i) R^1_{1f} = 4 R^3_{3f}
 \end{aligned}$$

В соответствии с результатами последнего разложения гипотетической структуры на R^3 подструктуры проанализируем их вероятные структурные состояния с учетом кристаллической и фрактальной компонент или их возможных сочетаний (табл. 1).

Таблица 1
Возможные структурные состояния R^3 подструктур соответствующей R^4 структуры

Возможное структурное состояние R^4 структуры	Возможные структурные состояния четырех R^3 подструктур
$R^4_{4r}(r_1, r_2, r_3, r_4)$	$R^3_{3r}: (r_1, r_2, r_3), (r_1, r_2, r_4), (r_1, r_3, r_4)$ и (r_2, r_3, r_4)
$R^4_{3r1f}(r_1, r_2, r_3, f)$	$R^3_{3r}: (r_1, r_2, r_3),$ $R^3_{2r1f}: (r_1, r_2, f), (r_1, r_3, f)$ и (r_2, r_3, f)
$R^4_{2r2f}(r_1, r_2, f_1, f_2)$	$R^3_{2r1f}: (r_1, r_2, f_1)$ и $(r_1, r_2, f_2),$ $R^3_{1r2f}: (r_1, f_1, f_2)$ и (r_2, f_1, f_2)
$R^4_{1r3f}(r, f_1, f_2, f_3)$	$R^3_{3f}: (f_1, f_2, f_3),$ $R^3_{1r2f}: (r, f_1, f_2), (r, f_1, f_3)$ и (r, f_2, f_3)
$R^4_{4f}(f_1, f_2, f_3, f_4)$	$R^3_{3f}: (f_1, f_2, f_3), (f_1, f_2, f_4), (f_1, f_3, f_4)$ и (f_2, f_3, f_4)

Примечание. r – кристаллическая, а f – фрактальная компоненты структурного состояния.

С учетом характера элементов группы трансляций ячеистого 4D пространства, а также возможных топологических разрывностей модулей фрактальных структур получены основные классы вероятных структурных состояний локальной транзитивной области структурированного 3D пространства (табл. 2).

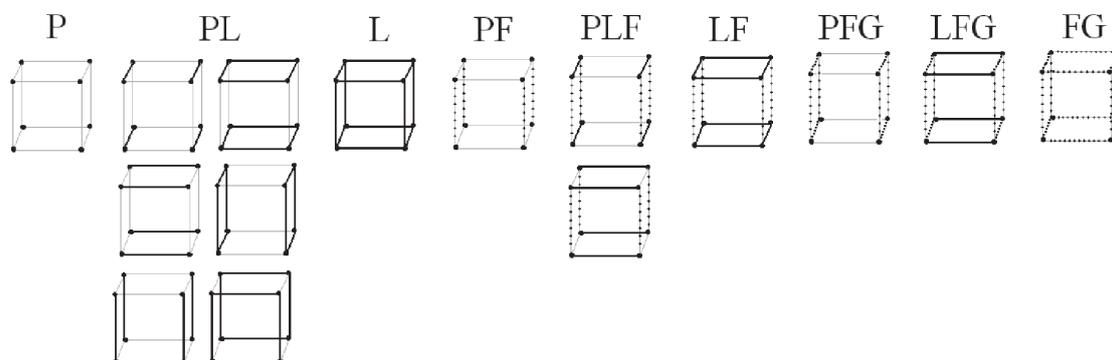
Таблица 2
Основные классы структурных состояний локальной транзитивной области структурированного 3D пространства

Структурное состояние	Классы структурных состояний		Условное обозначение класса
	Разновидности	Наименование	
$(r_1 r_2 r_3)$	$(t_1 t_2 t_3)$	Точечный	P
	$(t_1 t_2 \tau_3) (t_1 \tau_2 t_3) (\tau_1 t_2 t_3)$ $(t_1 \tau_2 \tau_3) (\tau_1 t_2 \tau_3) (\tau_1 \tau_2 t_3)$	Точечно-линейчатые	PL
	$(\tau_1 \tau_2 \tau_3)$	Линейчатый	L
$(r_1 r_2 f)$	$(t_1 t_2 f)$	Точечный фрактальный	PF
	$(t_1 \tau_2 f) (\tau_1 t_2 f)$	Точечно-линейчатые фрактальные	PLF
	$(\tau_1 \tau_2 f)$	Линейчатый фрактальный	LF
$(r_1 f_2 f_3)$	$(t_1 f_2 f_3)$	Точечный фрактальный гибридный	PFG
	$(\tau_1 f_2 f_3)$	Линейчатый фрактальный гибридный	LFG
$(f_1 f_2 f_3)$	$(f_1 f_2 f_3)$	Фрактальный гибридный	FG

Примечание. r и f – кристаллическая и фрактальная компоненты структурного состояния; t и τ – дискретная и непрерывная трансляции как виды реализации генератора кристаллической компоненты.

Условные изображения ячеек для девяти классов структурных состояний локальной транзитивной области структурированно-

го 3D пространства, названия которых использованы в табл.2, приведены на рисунке.



Условные изображения ячеек и обозначения разных классов структурных состояний локальной транзитивной области структурированного 3D пространства (символы: P – точечный, L – линейчатый, F – фрактальный, G – гибридный)

Необходимо отметить, что класс фрактальных гибридных структурных состояний FG в зависимости от вида генератора фрактала в свою очередь состоит из следующих подклассов: фрактальный точечный гибридный (FGp), фрактальный точечно-линейчатый гибридный (FGpl), фрактальный линейчатый гибридный (FGl) и фрактальный точечно-поверхностный гибридный (FGps) [].

По своим индивидуальным геометрико-топологическим характеристикам и размерности транзитивные области разных

классов существенно отличаются между собой. Очевидным образом это проявляется в локальных размерностях транзитивной области 3D пространства с разными классами структурными состояниями и разновидностями R^3 структур. Если принять во внимание следующее: $\text{Dim}_L R^3_{3r} = \sum_i \text{Dim}_L R^1_{ri}$, $\text{Dim}_L R^1_t = 0$, $\text{Dim}_L R^1_l = 1$, $\text{Dim}_L R^1_f = \text{Dim}_L \text{Gen } R^1_f$, то локальные размерности транзитивных областей 3D пространства со всеми возможными структурными состояниями могут быть определены (табл. 3).

Таблица 3
Локальные размерности транзитивных областей ячеистого 3D пространства

Структура	Класс и вид	Структурное состояние	Локальная размерность, Dim_L
R^3_{3r}	P – R^3_{3r}	(t_1, t_2, t_3)	0
	PL – R^3_{2r1r}	(t_1, t_2, t)	1
	PL – R^3_{1r2r}	(t, τ_1, τ_2)	2
	L – R^3_{3r}	(τ_1, τ_2, τ_3)	3
R^3_{2r1f}	PF – R^3_{2r1f}	(t_1, t_2, f)	DimGenf
	PLF – R^3_{1r1r1f}	(t, t, f)	$1 + \text{DimGenf}$
	LF – R^3_{2r1f}	(τ_1, τ_2, f)	$2 + \text{DimGenf}$
R^3_{1r2f}	PFG – R^3_{1r2f}	(t, f_1, f_2)	$\text{DimGenf}_1 + \text{DimGenf}_2$
	LFG – R^3_{1r2f}	(t, f_1, f_2)	$1 + \text{DimGenf}_1 + \text{DimGenf}_1$
R^3_{3f}	FG – R^3_{3f}	(f_1, f_2, f_3)	$\text{DimGenf}_1 + \text{DimGenf}_2 + \text{DimGenf}_3$

Следует отметить, что глобальная размерность структур только с кристаллической компонентой состояния $\text{Dim}_G R^3_{3r} = 3$. Однако, если присутствует хотя бы одна фрактальная компонента состояния структуры, то тогда глобальная размерность ее $\text{Dim}_G R^3_{3r} < 3$.

Таким образом, проанализированы основные классы структурных состояний локальной транзитивной области в структурированном 3D пространстве, представлено символическое описание состояний структур R^3 и определены их локальные и глобальные размерности. Полученные данные

о вероятных структурных состояниях без фрактальной составляющей использованы при интерпретации некоторых особенностей строения модулярных R^3_{3r} структур на основе структурного типа шпинели [33-42]. Данные о структурных состояниях с фрактальной составляющей в 3D пространстве рассматривались как возможные аппроксиманты конфигураций межфазных границ и распределения фаз в объеме антифрикционных композиционных материалов и покрытий в процессе их формирования и последующего трибовоздействия [43-47], химически активных материалов и анодных покрытий [48-50].

Результаты работы получены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания на проведение НИОКР, шифр заявки №6.8604.2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 264 с.
2. Стюарт Я. Концепции современной математики. / Пер. с англ. Н.И. Плужниковой и Г.М. Цукерман – Мн: Выш. школа, 1980. – 384 с.
3. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 7 – С.74-77.
4. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 6 – С.61-63.
5. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 7 – С.78-81.
6. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013 – № 6 – С.64-67.
7. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 6 – С.68-72.
8. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 8. – С.75-77.
9. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 10. – С.78-80.
10. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 9. – С.74-77.
11. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 3. – С.56-57.
12. Иванов В.В., Демьян В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 4. – С.230-232.
13. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 11. – С.61-62.
14. Иванов В.В., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2012. – № 11. – С.24-25.
15. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 11. – С.63-65.
16. Иванов В.В., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2012. – № 12. – С.16-17.
17. Иванов В.В., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2012. – № 11. – С.22-23.
18. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2013. – Т.58. – № 3. – С. 370–379.
19. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
20. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография, 2010. – Т.55. – № 3. – С.385-398.
21. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. неорганической химии, 2010. – Т.55. – № 6. – С.980-990.
22. Иванов В.В., Таланов В.М. // Физика и химия стекла, 2008. – Т.34. – № 4. – С.528-567.
23. Иванов В.В., Таланов В.М. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2010. – Т.1. – № 1. – С.72-107.
24. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2011. – Т.2. – № 3. – С.121-134.
25. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М., Попов В.П. // Успехи соврем. естествознания, 2012. – № 2. – С. 60-63.
26. Иванов В.В., Шабельская Н.П., Таланов В.М. // Соврем. наукоемкие технологии, 2010. – № 10. – С.176-179.
27. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 5. – С.29-31.
28. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 8. – С.136-137.
29. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 8. – С.134-135.
30. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 8. – С.129-130.
31. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: Физика, Химия, Математика, 2012. Т.3. № 4. С. 82-100.
32. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии, 2013. Т.54. № 2. С.354-376.
33. Иванов В.В., Ерейская Г.П., Люцедарский В.А. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы, 1990. – Т.26, № 4. – С.781-784.
34. Иванов В.В., Ерейская Г.П. // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1991. – Т.27, № 12. – С. 2690-2691.
35. Иванов В.В., Таланов В.М. // Phys. Stat. Sol. (a), 1990. – V.122, № 2. – P.K109-112.
36. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии. – 1992. – Т.33, № 3. – С.137-140.
37. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структурн. химии. – 1992. – Т.33, № 5. – С.96-102.
38. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы, 1992. – Т.28, № 8. – С.1720-1725.
39. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы. – 1992. – Т.28, № 9. – С.2022-2024.
40. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы. – 1995. – Т.31, N2. – С.258-261.
41. Иванов В.В., Таланов В.М. // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1995. – № 2. – С.38-43.
42. Иванов В.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 1996. – N1. – С.67-73.
43. 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. – 132с.
44. Ivanov V.V., Balakai V.I., Ivanov A.V., Arzumanova A.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2006. T.79. № 4. С.610-613.
45. Ivanov V.V., Balakai V.I., Kurnakova N.Yu., et al. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2008. T.81. № 12. С.2169-2171.
46. Balakai V.I., Ivanov V.V., Balakai I.V., Arzumanova A.V. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2009. T.82. № 5. С.851-856.
47. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 5. – С.21-24.
48. Bepalova Zh.I., Ivanov V.V., Smirnitckaya I.V., et al. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. T.83. № 2. С. 242-246.
49. Ivanov V.V., Bepalova Zh.I., Smirnitckaya I.V., et al. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. T.83. № 5. С. 831-834.
50. Ivanov V.V., Talanov V.M., Shabel'skaya N.P. // Inorganic Materials. 2001. T.37. № 8. С.839-845.

УДК 621.791.927.55

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ, НАПЫЛЕННЫХ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ПЛАЗМЫ

¹Кравченко И.Н., ¹Сельдяков В.В., ²Пузряков А.Ф., ³Бобряшов Е.М.

¹ФГБВОУ ВПО «Военно-технический университет», Балашиха;

²Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва;

³НИИ «Геодезия» Министерства промышленности и торговли, Красноармейск,
e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru

В работе предложен метод определения толщины частиц и пористости по радиусу пятна напыления. Приведены результаты металлографических исследований структуры никелевых покрытий, напыленных на воздухе с использованием специального конического насадка и без него.

Ключевые слова: газотермическое напыление, никелевые покрытия, металлографические исследования, газотермический поток, сегрегация частиц

INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF NICKEL COATINGS, SPRAYING AIR FLOW OF PLASMA

¹Kravchenko I.N., ¹Seldyakov V.V., ²Puzryakov A.F., ³Bobryashov E.M.

¹Federal State Educational Institution of Higher Military education «Military-Technical University»,
Balashikha;

²Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow;

³Scientific-Research Institute «Geodesy» of the Ministry of Industry and Trade, Krasnoarmeysk,
e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru

This paper presents a method for determining the thickness and porosity of the particles along the radius spot spraying. The results of metallographic studies of the structure of nickel coatings deposited on the air using a special conical nozzle and without.

Keywords: thermal spraying, nickel coatings, metallurgical studies, thermal gas flow, particle segregation

Газотермическое напыление все шире используется при создании конструкционных композиционных материалов, в том числе со специальными физико-химическими свойствами [3, 4]. При формировании таких покрытий необходимо обеспечить регулярность их макро- и микроструктуры. Для реализации этих задач необходимо уменьшить градиенты значений скорости и температуры частиц в конусе напыления, которые определяют деформацию частиц на подложке, а следовательно скорость охлаждения частиц и их микроструктуру.

Материалы и методы исследования

Порошок фракции 50...70 мкм напыляли на стандартной установке УПУ-3Д. Для формирования газотермического потока использовали аргон и аргон-гелиевую смесь. Анализировали шлифы покрытий, напыленных в точку (без перемещения подложки относительно газотермического потока). Плоскость шлифов была перпендикулярна поверхности подложки и проходила через ось симметрии покрытия, что позволило исследовать изменение структуры покрытия от центральной части к периферии. Планиметрическим методом измеряли пористость покрытий вдоль радиуса пятна напыления. Толщину частиц, формирующих покрытия, определяли методом секущих в направлении, перпендикулярном подложке.

Результаты исследования и их обсуждение

Большая часть частиц, формирующих покрытия, имеют форму дисков неправильной формы. Толщина частиц этого типа увеличивается от центральной зоны пятна напыления к периферии (рис. 1). Такой характер изменения толщины частиц объясняется уменьшением их деформируемости вследствие понижения температуры и скорости газотермического потока и, следовательно, понижением температуры и скорости напыляемых частиц от центра к периферии пятна напыления [1, 2]. Следует отметить некоторое уменьшение роста толщины частиц в области относительно радиуса пятна напыления равного, примерно, $r_i / r_0 = 0,6$ (см. рис. 1, кривые 2, 3, 5). Это явление, видимо, можно объяснить сегрегацией частиц в газотермическом потоке, когда мелкие частицы располагаются преимущественно в периферийной зоне.

При равной мощности газотермического потока толщина частиц вдоль всего радиуса пятна напыления меньше при использовании насадка, вследствие более высоких

значений скорости (1,5 раза) и удельной энтальпии частиц (в 2 раза).

Некоторые частицы частично или полностью затвердевают до соударения с подложкой. При этом частицы этого типа имеют форму тел вращения с объемом, равным объему исходных частиц (рис. 2). Заметим, что содержание частиц такого типа увеличивается от центра к периферии пятна напыления [3].

Оценка температуры напыляемых частиц, сделанная с использованием их удельной энтальпии (полученной экспериментально калориметрированием), позволяет утверждать, что для ряда режимов по периферии пятна напыления движутся переохлажденные частицы. При этом деформируемость таких частиц на подложке

резко уменьшается вследствие повышения их вязкости на несколько порядков. Уменьшение деформируемости частиц приводит к повышению пористости покрытия в периферийной зоне. Таким образом, видимо, существует еще один способ формирования пористых покрытий из слабдеформированных частиц за счет их интенсивного переохлаждения до соударения с подложкой.

Пористость покрытия в пятне напыления увеличивается от центра к его периферии с 4,5% до 17% при напылении без насадка (мощность распыляющего потока 8,3 кВт) и с 4% до 8% при напылении с коническим насадком (см. рис. 2, кривые 1 и 2). Мощность распыляющего потока при этом составляет порядка 7,4 кВт.

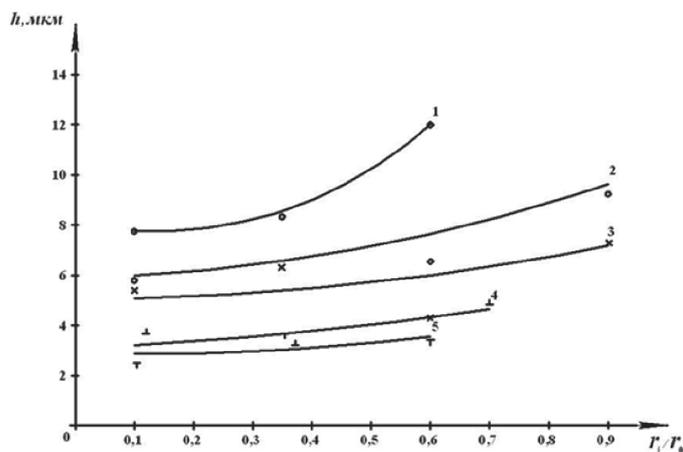


Рис. 1. Зависимость толщины частиц в покрытии пятна напыления от относительного радиуса при напылении без насадка с мощностью: 1 – 5,8 кВт; 2 – 7,9 кВт; 3 – 7,1 кВт; при напылении с насадком с мощностью 4 – 7,4 кВт; 5 – 10 кВт

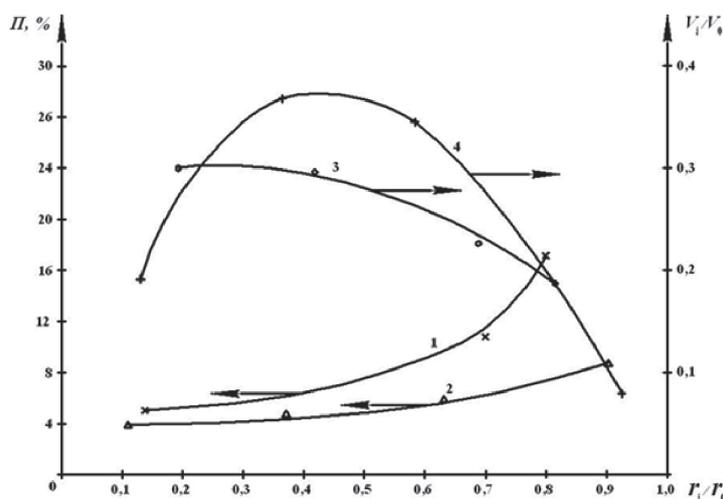


Рис. 2. Распределение пористости (1 и 2) и относительного объема (3 и 4) исследуемых зон пятна напыления по относительному радиусу: 1, 3 – напыление без насадка (мощность газотермического потока 8,3 кВт); 2, 4 – напыление с насадком (мощность газотермического потока 7,4 кВт)

Некоторые служебные свойства покрытий определяются средним значением его пористости. Подсчитать среднее значение пористости покрытия \bar{P}_Σ (пятна напыления) можно, используя экспериментальные значения пористости по зонам пятна напыления P_n и относительного объема зоны в общем объеме пятна напыления V_i/V_o :

$$\bar{P}_\Sigma = P_1 \cdot V_1/V_o + \dots + P_n \cdot V_n/V_o. \quad (1)$$

Вклад в среднюю пористость покрытия отдельных зон определяет произведение пористости зоны на ее относительный объем ($P_n \cdot V_n/V_o$). Для опытов (см. рис. 2) провели расчет по уравнению (1), условно разбив пятно напыления на четыре зоны.

Для опытов без насадка (мощность распыляющего потока 8,3 кВт)

$$\bar{P}_\Sigma = 1,3\% + 2,6\% + 2,6\% + 2,9\% = 9,4\%.$$

Для опытов с насадком (мощность распыляющего потока 7,4 кВт)

$$\bar{P}_\Sigma = 0,7\% + 1,8\% + 1,5\% + 0,7\% = 4,7\%.$$

В данных экспериментах вклад каждой зоны в среднюю пористость при напылении с насадком гораздо меньше по всем зонам.

Заключение

Для анализа влияния на структуру покрытия отдельных зон конуса напыляемых частиц рассмотрен дифференцированный анализ толщины частиц и пористости по радиусу пятна напыления. Предложенный метод чувствителен к режимам напыления. Использование конического насадка позволило в два раза уменьшить толщину напыленных частиц и пористость покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров Г.В. Повышение качества плазменных покрытий изменением характера воздействия потока частиц на поверхность напыления // Исследование и разработка теоретических проблем в области порошковой металлургии и защитных покрытий. – Минск, 1984. – Часть 3. – С. 255–261.
2. Кудинов В.В. Металлографические исследования пятна напыления / В.В. Кудинов, В.И. Калита, О.Г. Коптева, Д.И. Комлев // Теория и практика газотермического нанесения покрытий. – Дмитров, 1992. – Том 1. – С. 158–161.
3. Кудинов В.В. Нанесение покрытий плазмой / В.В. Кудинов, П.Ю. Пекшев, В.Е. Белашенко и др. – М.: Наука, 1990. – 408 с.
4. Кудинов В.В. Плазменные покрытия / В.В. Кудинов. – М.: Наука, 1977. – 183 с.

УДК 004.6

ПРОБЛЕМА ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Шарапов Р.В.

Муромский институт ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru

В работе рассматривается проблема интеграции данных мониторинга подземных вод. Рассматриваются проблемы сбора и обработки данных о состоянии подземных вод, получаемых из различных источников. Приводятся особенности интеграции данных на логическом и физическом уровнях. Интеграция на физическом уровне предполагает сбор всех данных в единое хранилище и перевод их в единую форму. Приводятся особенности интеграции на основе единой базы данных и XML хранилища. Разбираются варианты хранения данных на основе XML разметки. Интеграция на логическом уровне предполагает создание некоторой надстройки над уже существующими данными без их физического преобразования.

Ключевые слова: вода, подземные воды, мониторинг, интеграция

PROBLEM OF GROUNDWATER MONITORING DATA INTEGRATION

Sharapov R.V.

¹Murom Institute of Vladimir State University, Murom, e-mail: mivlgu@mail.ru

In this paper we consider the problem of data integration groundwater monitoring. We consider the problem of collecting and processing data on the state of groundwater from different sources. We are given especially data integration at the logical and physical levels. The integration of the physical layer involves the collection of data in a single repository and translates them into a single form. We give particular integration based on a single database and XML repository. We understand data storage options for XML-based markup. Integration at the logical level, involves the creation of a superstructure over existing data without requiring a physical transformation.

Keywords: water, ground water, monitoring, integration

Подземные воды – важный компонент нашей планеты. Несмотря на то, что они располагаются в толщах литосферы и не видны человеку, они оказывают существенное влияние на многие процессы, протекающие на Земле [2, 4]. В связи со значительной ролью подземных вод важное значение приобретает необходимость проведения их мониторинга. В настоящее время непосредственный мониторинг за состоянием подземных вод проводится Центром государственного мониторинга состояния недр ФГУГП «Гидроспецгеология». Центр использует наблюдательную сеть, развернутую на территории России. Кроме того, наблюдение за подземными водами осуществляется различными службами и потребителями, осуществляющими недропользование. Информация мониторинга подземных вод используется различными потребителями (как государственными службами, так и коммерческими организациями).

Разнородность данных. В ходе исследований, проводимых на базе Муромского института (филиала) Владимирского государственного университета, автор столкнулся с проблемой сбора и обработки данных о состоянии подземных вод, получаемых из различных источников [6]:

Каждая служба, так или иначе проводящая наблюдения за подземными водами, использует свои формы представления данных: консолидированные данные в таблицах MS Excel или базах данных, отдельных отчетах в MS Word, журналах, заполненных от руки и т.д.;

Различные службы могут проводить контроль различного набора параметров;

Сбор данных производится различными службами с разной периодичностью;

Точность измерения данных различными службами может существенно различаться (например, число знаков после запятой при вычислении концентрации (мг/дм^3), показатель цветности, изменяемый с шагом 1 или 5 в разных исследованиях);

Полученные при наблюдении данные могут иметь разные единицы измерения.

Все это сильно затрудняет возможность совместного использования полученных таким образом данных [8, 10]. Возникает задача интеграции данных мониторинга подземных вод с целью их совместного использования [9].

Интеграция данных. Существует несколько направлений интеграции данных мониторинга подземных вод. Интеграция на физическом уровне предполагает сбор всех данных в единое хранилище и перевод

их в единую форму. При этом вся информация о наблюдениях того или иного процесса преобразуется к единому типу и размерности (например, г/м³ для концентрации) [7].

В качестве среды хранения в данном случае можно предложить несколько решений:

Единая база данных

XML-хранилище.

Единая база данных может представлять собой набор таблиц, позволяющих хранить в себе данные, полученные при проведении различных исследований и наблюдений [3]. В качестве СУБД может использоваться MS SQL Server, Oracle, Firebird, MySQL и т.д. Преимуществом такого решения является полная унификация хранения данных в едином месте. Недостатком является жесткость структуры и сложность ее модификации. Кроме того, обмен информацией между различными службами будет требовать поддержки конкретной СУБД или экспорта данных в какой-то промежуточный формат.

XML-хранилище представляет собой набор из одного или нескольких структурированных файлов в формате XML (eXtensible Markup Language) представляет собой текстовый формат, который предназначен для хранения структурированных данных и обмена информацией между программами. Также XML использу-

ется для создания на его основе более сложных специализированных языков разметки.

XML-разметка за последнее десятилетие получила широчайшее распространение [5]. Причин для этого множество. XML позволяет описывать различные структуры, в том числе записи, списки и деревья. Он является самодокументируемым, то есть способен сам описывать структуры данных, имена полей и их значения. В отличие от бинарных форматов, XML содержит метаданные об именах, типах и классах описываемых объектов, по которым программы могут обрабатывать документы неизвестной структуры. XML не зависит от платформы и позволяет работать с различными кодировками, в том числе с Юникодом. Кроме того, стандарт XML основан на международных стандартах, что позволяет использовать его во всем мире без каких-либо проблем [1]. Ну и последним его преимуществом является то, что XML представляет данные в текстовом виде, что позволяет их так или иначе просмотреть без использования специальных средств. Таким образом, XML стал мощным средством представления информации.

Представление данных мониторинга при использовании XML-разметки будет иметь следующий вид:

```
<?xmlversion=»1.0»encoding=»UTF-8»?>
<research name=»1» date=»2013-06-01»>
<field name=»chromaticity» type=»int» length=»2» precision=»1»>11</field>
<field name=»hardness» type=»float» length=»16» precision=»0.1»>5.7</field>
...
</ research>
```

Рис. 1. Пример представления данных с использованием XML

Особенностью такой организации является возможность добавлять в файл дополнительную информацию. Например, при необходимости добавить какие-то коммен-

тарии к изображению или сведения о диагнозе, в файл достаточно добавить строку следующего вида:

```
<field name=»Comment» researchid=»1» type=»text»>Следует провести повторный сбор проб.</field>
```

Рис. 2. Добавление комментариев к данным мониторинга

Конечно, XML позволяет заменить эту конструкцию и более простой конструкцией:

```
<comment> Следует провести повторный сбор проб.</comment>
```

Рис.3. Добавление комментариев с использованием конструкции comment

Тем не менее, использование конструкций подобного вида требует их предварительного описания. Это необходимо, в пер-

вую очередь, для того, чтобы правильно интерпретировать передаваемую информацию. Использование же конструкции field

(рис. 2) такого предварительного описания не требует.

Применение XML хранилища позволяет обеспечить хранение данных различной структуры, гибкость в модификации данных, возможность добавлять новые структурные элементы без изменения других данных и т.д. Кроме того, XML хранилище предоставляет наиболее широкие возможности по организации обмена информацией между различными системами.

Интеграция на логическом уровне предполагает создание некоторой надстройки над уже существующими данными без их физического преобразования. Эта надстройка представляет собой набор шаблонов и правил преобразования данных в структуры и форматы, используемые той или иной службой. Преимуществом интеграции на логическом уровне является то, что каждая служба работает со своими данными в привычном для них формате, а данные из других служб с помощью набора шаблонов преобразуются в форму, удобное каждой службе. В случае необходимости изменения формы представления данных в конкретной службе, меняется только нужный шаблон.

С другой стороны, интеграция на логическом уровне требует наличия правил для каждого потребителя информации. В случае изменения структуры данных одного из источников, необходимо изменение шаблонов для каждого потребителя данных мониторинга подземных вод.

Заключение

Интеграция данных мониторинга подземных вод имеет важное значение для большого количества служб. Интеграция возможна как на физическом, так и на ло-

гическом уровнях. Наиболее удобной для обработки является интеграция на физическом уровне в виде единой базы данных или XML хранилища, содержащих данные наблюдений из различных источников в единой форме.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-07-97510.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спенсер П. XML. Проектирование и реализация. Программирование с помощью XML, ASP и IE5. – М.: Лори, 2001. – 510 с.
2. Шарапов Р.В., Димакова Н.А. Проблема загрязнения подземных вод // Современные наукоемкие технологии, 2013. № 2, С. 79-82.
3. Шарапов Р.В. Аппаратные средства хранения больших объёмов данных // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4 часть 2, С.20-23.
4. Шарапов Р.В. Глобальные экологические катастрофы: миф или реальность? // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, № 1, 2011. – С. 14-16.
5. Шарапов Р.В. Организация обмена графическими данными между медицинскими системами // Биотехносфера, 2012, № 5-6, С.88-92.
6. Шарапов Р.В. Принципы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 3, С. 27-30.
7. Шарапов Р.В. Структура системы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 4, С. 20-23.
8. Шарапов Р.В., Шарапова Е.В. Некоторые вопросы применения новых информационных технологий при моделировании чрезвычайных ситуаций // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 5. С. 62-66.
9. Шарапов Р.В., Шарапова Е.В. Проблема интеграции электронных коллекций состояний экосистем // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 75-78.
10. Шарапов Р.В. Применение информационных технологий в задачах моделирования чрезвычайных ситуаций // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. 2011. № 2. С. 162-167.

УДК 303.732.4; 514.7

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОМЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Бескровный И.М.

ОАО «Ангстрем-М», Москва, e-mail: beskrovny2000@mail.ru

Целью работы является продолжение исследований, проведенных в [1, 2]. В этих работах исследовалась проблема разделения многомерных структур класса l^n на слагаемые того же класса. В итоге, были получены расчётные соотношения для $n=2$. И начаты исследования для $n=3$. В настоящей работе исследования продолжены для показателя $n=3$ и получены результаты для показателей степени $n=4,5,6$. Доказано, что при разделении многомерных структур класса l^n на слагаемые, с тем же показателем степени минимальное количество слагаемых определяется показателем степени, то есть, соотношением $Q_{\min}(l^n) = n$. Сформулирована теорема, утверждающая, что сумма из n многомерных структур класса l^n может быть отображена единственной структурой, имеющей тот же показатель степени. То есть, для соотношения вида $\sum_{i=1}^n l_i^n = l_{\Sigma}^n$ существуют целочисленные решения. В качестве примера приведены числовые значения решений для значений $n=2,3,4,5$.

Ключевые слова: многомерные геометрические структуры, разделение куба, системный анализ, математическая модель, графическая модель, теорема Ферма

SYSTEM ANALYSIS OF ALGEBRAIC PROPERTIES MULTIDIMENSIONAL GEOMETRIC STRUCTURES

Beskrovnyy I.M.

Angstrom-M OJS Russia, Moscow, e-mail: beskrovny2000@mail.ru

The purpose of work is to continue studies initiated in [1, 2]. In these works was studied problem of the partitioning of the multidimensional structures classis l^n in components of the same class. Have been received solutions for $n=2$. And the studies were initiated for $n=3$. In the present work studies continued for the $n=3$ and solutions have been received for $n=4,5,6$. It is proved that there are integer solutions for problem of the partitioning of the multidimensional structures l^n by the components with the same indicator of the degree n . The minimal number of components by partitioning is determined by the value n , that is, $Q_{\min}(l^n) = n$. Have been received a proof of the theorem, asserting that the sum of multidimensional structures classis l^n can be displayed by the only number l_{Σ}^n . That is to the equation $\sum_{i=1}^n l_i^n = l_{\Sigma}^n$, there are integer solutions. As an example there are of numerical values for values $n=2,3,4,5$.

Keywords: multidimensional geometric structures, partitioning of the Cube, system analysis, mathematical model, graphical model, Fermat's Theorem

Известно, что Ферма, исследуя свойства пифагоровых троек вида $l_1^2 + l_2^2 = l_{\Sigma}^2$ задался вопросом, а не существует ли решение для подобных по структуре уравнений при других показателях степеней [3, 4]. То есть, может ли сумма двух слагаемых с показателями степени n , быть равна одному числу, возведенному в ту же степень. Иными словами – существует ли решение для уравнений вида

$$l_1^n + l_2^n = l_{\Sigma}^n. \quad (1)$$

В итоге он сформулировал свою Великую Теорему, утверждающую решения для уравнения (1) при $n > 2$ решения не существует.

Однако остался открытым вопрос, а не существует ли для $n > 2$ решения для уравнений, имеющих в левой части уравнения количество слагаемых больше двух? Ответ на этот вопрос был получен в работе [2], где было показано, что такие решения существуют для куба, который успешно делит-

ся на три части. Успешное решение задачи при $n=3$ дало основания выдвинуть гипотезу, что проблема разделения любого числа вида l^n на несколько слагаемых при произвольном значении n имеет целочисленное решение. При этом количество слагаемых не может быть меньшим, чем значение показателя степени n . То есть, имеет место закономерность вида

$$Q_{\min} \geq n. \quad (2)$$

В работе [2] на основе системного анализа и экспериментальной проверки было показано, что для кубов это минимальное число, обозначенное Q_{\min} , равно трём. То есть, при делении куба на целочисленные блоки выполняется равенство

$$l_1^3 + l_2^3 + l_3^3 = l_{\Sigma}^3 \quad (3)$$

и образуются четвёрки чисел $l_1, l_2, l_3, l_{\Sigma}$, где первые три числа – длины рёбер слагаемых кубов и четвёртое число – длина ребра их суммы. В работе [2] такие четвёр-

Введенные определения позволяют увидеть проблему разделения многомерных геометрических структур в более наглядном виде. Например, при вычитании из площади квадрата l^2 площади меньшего квадрата $(l-1)^2$ в остатке остаются две полосы нулевой толщины, состоящие из элементарных квадратов в количестве l и $l-1$ (см. рис. 1). Чтобы из этого остатка мог быть сформирован

второй квадрат емкостью $(l-x)^2$ надо определить такое значение величины x , при котором становится справедливым равенство

$$(l-x)^2 = 2l-1, \quad (7)$$

из которого следует уравнение

$$x^2 - 2lx + (l-1)^2 = 0. \quad (8)$$

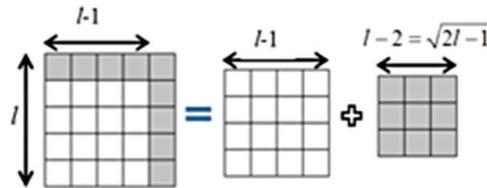


Рис. 1. Графическая модель разложения квадрата

Решение уравнения (8) существует для любого значения l , но целочисленным оно является только при условии, что величина $\sqrt{(2l-1)}$ является натуральным числом.

Бесконечная последовательность чисел, удовлетворяющих требованию целочисленности решения для уравнения (8) имеет вид

$$5, 13, 25, 41, 61, 85, \dots \quad (9)$$

Легко заметить, что в этой последовательности каждое из чисел отстоит от предыдущего на величину, кратную 4. Пронумеруем их последовательно, начиная с минимального. Тогда приведенный выше ряд чисел, можно представить соотношением

$$l_i = 1 + \sum_{j=0}^i (1+j), \quad (10)$$

из которого следует:

$$l_1 = 5, \dots, l_3 = 1 + 4(1+2+3) = 25, \dots, l_5 = 1 + 4(1+2+3+4+5) = 61, \quad (11)$$

Как видно из соотношений (9), (10) интервалы между соседними значениями l_i нарастают весьма быстро. Так, например, после допустимого значения $l_i = 4109$, следующее допустимое значение $l_{i+1} = 5011$, а после $l_i = 499\,001$, следующее допустимое значение $l_{i+1} = 50\,601\,001$, то есть, допустимое значение отстоит от предыдущего более чем на пятьдесят миллионов! Очевидно, что именно по этой причине и появилась в книге С. Сингха такая фраза – «По мере того, как числа возрастают, пифагоровы тройки встречаются все реже, и находить их становится все труднее и труднее...» [3]. Но, на самом деле триады надо не «находить», а вычислять. Пользуясь, например, формулами, полученными выше, а также дополнительными формулами, полученными в [1].

При вычитании из куба l^3 куба с длиной ребра, меньшей на единицу, картина будет иной (рис. 2). Теперь в остатке остаются три пласта единичной толщины и с площадями l^2 – слева, $l(l-1)$ – сверху и $(l-1)^2$ – сзади. Общее количество элементарных кубиков в остатке составляет

$$l^3 - (l-1)^3 = 3l^2 - 3l + 1. \quad (12)$$

Значит, обеспечения делимости куба на два целочисленных блока требуется выполнение равенства

$$(l-x)^3 = 3l^2 - 3l + 1, \quad (13)$$

что соответствует уравнению

$$x^3 - 3lx^2 + 3lx - (l-1)^3 = 0. \quad (14)$$

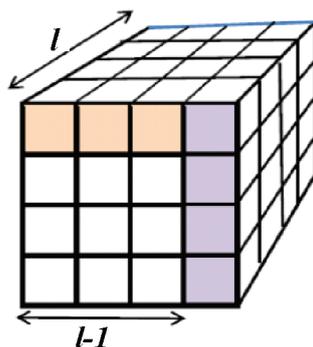


Рис. 2. Разделение куба

Экспериментальная проверка показала, что в диапазоне значений $1 \leq l \leq 300$ уравнение (14) целочисленных решений не имеет. Например, при $l=6$, уравнение (14) имеет три корня:

$$x_1 = -0,96; x_2 = 9,493 + j6,05037219228; x_3 = 9,493 - j05037219228.$$

Отсутствие целочисленных решений означает, что сформировать из правой части уравнения (13) один куб невозможно. Связано это, по всей очевидности, с тем, что величина l входит в этот остаток с двумя показателями степени: $n=1$, и $l=2$. Тогда как для квадрата в правой части соотношения (7) величина l входит только в первой степени.

Поскольку приведенные аргументы и экспериментальное подтверждение того, что для куба справедливо соотношение

$$Q_{\min}(l^3) = 3, \quad (15)$$

то алгебраическое решение для определения всех элементов квадриги в общем случае можно найти из следующего уравнения

$$l^3 = (l-x)^3 + (l-y)^3 + (l-z)^3, \quad (16)$$

то есть, получаем кубическое уравнение с тремя переменными и это, конечно не подарок.

Задачу можно упростить, исходя из следующих соображений. С целью минимизации общего количества кубов, вычитаемых из исходного, величину первого вычитаемого куба принимаем не меньше, чем $(l-1)^3$. Далее, заменим одну из двух оставшихся переменных константой k , то есть, представим соотношение (16) в следующем виде

$$l^3 = (l-1)^3 + (l-k)^3 + (l-x)^3, \quad (17)$$

откуда следует уравнение

$$x^3 - 3lx^2 + 3l^2x - [(l-1)^3 + (l-k)^3] = 0 \quad (19)$$

В табл. 1 приведены решения уравнения (17) для значений $l = 6, 9, 256, 298$. Эти решения соответствуют первым двум и последним двум квадригам из 10 квадриг, найденных в [2] в диапазоне чисел $1 \leq l \leq 300$.

Таблица 1

Параметры квадриг

l	k	$3l$	$3l^2$	$(l-1)^3$	$(l-k)^3$	x	$l-x$	Квадрига
6	2	18	108	125	64	3	3	6, 5, 4, 3
9	3	27	243	512	216	8	1	9, 8, 6, 1
256	198	768	196608	16581375	195112	247	9	256, 255, 58, 9
298	234	894	266412	26198073	262144	283	15	298, 297, 64, 15

Конечно, отыскивать неизвестные квадриги непосредственно с помощью уравнения (19) задача неподъемная. Главным образом потому, что целочисленные корни

это уравнение имеет только для «решаемых» значений l , которые необходимо знать *a-priori*. Поэтому все 10 квадриг, представленных в табл. 2, отыскивались по методу,

названному нами методом направленного спуска. Из очередного значения l_i^3 вычиталось значение $(l_i - 1)^3$. Затем из полученной разности вычиталось значение $(l_i - k)^3$. Это значение подбиралось из таблицы кубов так, чтобы оно было наиболее близким к предыдущему вычитаемому. Таким же образом производилось и третье вычитание. Если остаток после третьего вычитания является кубом, значит, найдена очередная квадрага.

Т а б л и ц а 2
Значения квадриг

6, 5, 4, 3	115, 114, 34, 3
9, 8, 6, 1	214, 213, 51, 4
19, 18, 10, 3	249, 248, 57, 4
41, 40, 17, 2	256, 255, 58, 9
103, 102, 31, 12	298, 297, 64, 15

В значениях квадриг, приведенных в табл. 2 не удается выявить какую либо закономерность в появлении таких значений l , для которых квадриги существуют, как это имело место при формировании триад. Это ещё раз подчеркивает системную зависимость значения величины Q_{\min} только значения от показателя степени n и от геометрических свойств соответствующей данному значению структуры, а вовсе не от специфических свойств чисел, из которых образуются триады, квадриги и т.д.

Примечательной в табл. 5 является первая квадрага, числовые значения которой соответствуют кубу с ребром 6, разделённому три куба с ребрами 5, 4, 3, что соответствует сторонам квадратов в первой триаде. В последующих квадригах подобные совпадения не встречаются.

Далее, по методу направленного спуска для значений $n=4,5,6$ был проведен поиск случаев деления на число блоков, определяемое соотношением

$$Q_{\min}(l^n) \geq n. \quad (20)$$

В результате, при $n=4$ в диапазоне чисел 1–2500 было найдено 4 случая деления на 5 блоков, 10 случаев деления на 6 блоков и 25 случаев деления на 7 блоков. При $n=5$ минимальное число слагаемых, на которое можно разделить пятую степень, оказалось равным 6. При $n=6$ в указанном диапазоне чисел шестимерники разделялись на количество блоков, большее, чем 6.

Более подробных исследований, с использованием других стратегий поиска и т. д. не проводилось. Полученные результаты

полностью удовлетворяют поставленным целям и дальнейшие более подробные исследования выходят за рамки данной работы.

Заключение

Проведенные в настоящей работе исследования полностью подтвердили справедливость выдвинутой в [2] гипотезы о том, что при разделении многомерных структур класса l^n на блоки той же степени минимальное количество таких блоков зависит от показателя степени, то есть, определяется соотношением $Q_{\min}(l^n) \geq n$. Полученные результаты дают основание перевести эту гипотезу в ранг теоремы, формулируемой следующим образом:

Теорема: Многомерная структура класса l^n может быть отображена суммой структурой, имеющих тот же показатель степени при условии, что количество слагаемых в этой сумме $Q_{\min}(l^n)$ не меньше значения показателя степени n . То есть, при соблюдении условия, что $Q_{\min}(l^n) \geq n$.

Доказательство. Справедливость уравнения при $n=2$ доказана теоремой Пифагора, при $n=3,4,5,6$ подтверждена экспериментально. Численный пример приводится ниже:

$$\begin{aligned} 3^2 + 4^2 &= 5^2 \\ 3^3 + 4^3 + 5^3 &= 6^3 \\ 4^4 + 8^4 + 13^4 + 28^4 + 54^4 &= 55^4 \\ 4^5 + 5^5 + 6^5 + 7^5 + 9^5 + 11^5 &= 12^5 \end{aligned} \quad (21)$$

Результаты, полученные в данной работе, можно было бы рассматривать как ещё один вариант доказательства теоремы Ферма. Однако, если доказано, что степени 3, 4, 5, 6 делятся на блоки тех же степеней, в количестве, не меньшем, чем показатель степени, то доказательство того, что они не делятся на два таких блока становится избыточным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бескровный И.М.. Системный анализ пифагоровых троек // Современные наукоёмкие технологии, № 11, 2013.
2. Бескровный И.М. Алгебра геометрических фигур и геометрия алгебраических формул // Современные наукоёмкие технологии, № 11, 2013.
3. Сингх С. Великая теорема Ферма. – URL: http://royallib.ru/book/singh_saymon/velikaya_teorema_ferma.html.
4. Ферма П. Исследования по теории чисел и диофантову анализу. – М.: Наука, 1992.

УДК 53.05; 372.853

**НОВАЦИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ
КВАНТОВОЙ ОПТИКИ****Коваленко В.В., Невский С.А.***ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк,
e-mail: vikt.kowalencko@yandex.ru*

В работе рассматриваются состояние, проблемы и вопросы развития современного естественно – научного образования. На основе постоянно совершенствующихся направлений проведения физического эксперимента предложены актуализированные методы изучения квантовых явлений – фотоэлектрического эффекта – с количественной интерпретацией результатов тестирующего лабораторного эксперимента, адаптированные для студентов младших курсов. Несмотря на сложившиеся традиции изучения внешнего фотоэлектрического эффекта, обычно связанного с облучением квантами света поверхности металлов, в результате апробации новых лабораторных установок были получены результаты, хорошо согласуемые с известными литературными данными, при использовании полупроводникового фотоэлемента типа на основе сурьмяно-цезиевого катода (Cs_3Sb). Представлены графические зависимости в координатах «фототок-напряжение» (вольт-амперная характеристика) для различных цветных светофильтров, соответствующих разным значениям длин волн, по которым определены численные значения запирающего напряжения и фототока насыщения. По данным вольт-амперных характеристик построены графические зависимости в координатах «модуль задерживающего напряжения-частота света» и измерено численное значение постоянной Планка, а также по данным зависимости «фототок-длина волны света» получено численное значение красной границы фотоэффекта. На основе применения современных методов статистической обработки экспериментальных данных получены численные значения фундаментальных физических констант, весьма хорошо согласующихся с известными литературными данными.

Ключевые слова: фотоэлектрический эффект, квантовая оптика, фотон**INNOVATIONS IN MODELLING OF THE PHYSICAL PHENOMENA
OF QUANTUM OPTICS****Kovalenko V.V., Nevskii S.A.***Siberian State University of Industry, Novokuznetsk, e-mail: vikt.kowalencko@yandex.ru*

In article are considered a state, problems and questions of development of up-to-date it is natural – scientific formation. On the basis of constantly perfected directions of carrying out of physical experiment the staticized methods of studying of the quantum phenomena – an actinoelectricity – with the quantitative interpretation of effects of the testing laboratory experiment, adapted for students of the first years are offered. Despite developed traditions of studying of the exterior actinoelectricity usually related to an irradiation in quanta of light of a surface of metals, as a result of approbation of new laboratory installations effects have been gained, it is good with the known literary data, at use of a semiconductor photoelectric cell of type on the basis of the surmjano-caesium cathode (Cs_3Sb). Pictorial dependences in co-ordinates «photoelectric-voltage» (volt-ampere characteristic) for the various colour light filters corresponding to different values of lengths of waves on which numerical values of a locking voltage and a saturation photoelectric are spotted are presented. According to volt-ampere characteristics pictorial dependences in co-ordinates «the module of an impeding voltage-frequency of light» are constructed and numerical value of a Dirac constant is measured, and also according to dependence «a photoelectric-length of a wave of light» numerical value of a red photoelectric threshold is gained. On the basis of application of the up-to-date methods of statistical processing of experimental data numerical values of fundamental physical constants are gained, it is rather good with the known literary data.

Keywords: Actinoelectricity, quantum optics, quantum

Физика – наука, составляющая фундамент естественнонаучного образования и теоретического мышления будущих специалистов. Известный физик – академик Л.А. Арцимович довольно лаконично и образно определил знание физической науки для человечества, подчеркивая ее мировоззренческий и политехнический характер: «Современная физика – это своего рода двуликий Янус. С одной стороны – это наука с горящим взором, которая стремится проникнуть вглубь великих законов материального мира. С другой стороны – это фундамент новой техники, мастерская смелых технических идей, опора и движущая сила непрерывного индустриального прогресса».

Вместе с тем, колоссальный объем знаний, накопленный физикой сегодня, делает задачу обучения необычайно трудной. В этих условиях единственный путь решения – интенсификация процесса обучения на основе исключения дублирующего среднюю школу материала, приближение учебного курса физики к действительному содержанию её как науки, модернизация и структурирование программы, использование достижений современных технологий обучения. Обучение может быть признано успешным, если обучаемый активно овладел комплексом базовых стандартных физических моделей; конструктивно ими пользуется, раскрывая механизмы физических явлений и структу-

ры физических объектов; владеет культурой физического мышления.

Глубокий и прочный фундамент из естественных дисциплин, таких как физика, способность к самообучению, развитие навыков исследовательской деятельности позволяют будущим выпускникам постоянно пополнять багаж знаний и умений в течение всего периода творческого совершенствования. При изучении различных физических величин, явлений и процессов (объектов) приходится создавать упрощенные модели этих объектов, позволяющие выполнить их количественный или качественный анализ. Стоит помнить, что фактически все существующие теории являют собой модельные представления реального окружающего мира, а сам процесс познания сводится к анализу различных моделей и сравнению полученных результатов с реальной действительностью. Отмеченные факты предполагают поиск возможностей решения различного уровня физических задач через виртуализацию реальности физического макро- и микромира в форме проведения лабораторного практикума со студентами I курса инженерных специальностей, профилями бакалавриата. Следует констатировать, что такая в течение многих лет складывавшаяся традиция реализации учебного процесса в системе высшего политехнического образования была и остается потенциальной и наиболее значимой, результативной компонентой естественнонаучной, общей профессиональной и специальной подготовки в области техники и технологий.

Не секрет тот факт, что в течение многих лет обновление лабораторной базы не носило перманентного характера; она катастрофически устарела и сегодня требует серьезной модернизации. Сказанное позволяет конкретизировать направления развития технического сопровождения студенческого лабораторного практикума:

- модернизация и использование действующего лабораторного оборудования и отдельных комплексов и установок;
- широкое внедрение информатизации (IT-технологий) через использование как виртуальных, так и совмещенных с реальными установками лабораторные комплексы.

Анализ рынка (если можно этот термин применять для рассматриваемой в статье проблемы) продаж лабораторного оборудования выявил успешно работающие в этой сфере компании и организации (НПО и РНПО) «Роснаучприбор», НПО Учебной

техники «ТулаНаучПрибор», «Владис», немецкая фирма «RHYWE» и др. Развитие второго, выше обозначенного, направления предполагает применение широкого спектра типовых комплектов учебного оборудования, технических средств обучения таких как Excel, Mathcad, Matlab и др.

Цель исследования: изучение явления внешнего фотоэлектрического эффекта при проведении лабораторного эксперимента в аспекте новых методов.

Большой педагогический опыт сотрудников кафедры Сибирского государственного индустриального университета, отмечающей в 2010 году 80-летие со дня образования, вносит весомую лепту в это направление. Авторами настоящей публикации в последнее время разработаны в духе современных взглядов методические пособия по использованию в практической работе методов исследования физических явлений, процессов и законов, измерения фундаментальных физических величин и обработке данных эксперимента раздела физики «Квантовая оптика». Рассмотрим основные результаты тестирующих измерений величин и оценки их эквивалентности табличным значениям, выполненные при изучении явления внешнего фотоэлектрического эффекта и поглощательной способности вольфрама.

Материалы и методы исследования

Установка (рис. 1), разработанная НПО «ТулаНаучПрибор» и внедренная в учебный процесс на кафедре физики СибГИУ для изучения явления внешнего фотоэффекта представлена в виде блока облучения (1), содержащего светодиода, фотоприемник (2) с фотозлементом СЦВ-3 на основе сурьмяно-цезиевого (Cs_3Sb) катода; блок измерения (3) со специально настроенной чувствительной схемой усиления слабых фототоков; два универсальных мультиметра с цифровым отображением результатов измерений напряжения на фотозлементе на индикаторном устройстве.

В качестве источника монохроматического излучения применяется светоизлучающий модуль (1), содержащий 5 узкополосных источников (светодиодов с узкой спектральной характеристикой с наличием ярко выраженного максимума при определенной длине волны света. Параметры длин волн варьируются в интервале $\lambda=(420-660)$ нм и отображаются на жидкокристаллическом дисплее корпуса установки. Основное отличие ранее апробированных установок состоит в том, что вся измерительно-преобразующая система работает в автоматическом режиме и помещена в компактный металлический кожух с целью нивелирования доминирующего влияния внешних энергетических воздействий (полей разной природы). Такая установка является более универсальной с точки зрения реализации одновременной фиксации, регистрации результатов измерений и применения дублирующих независимых методов оценки постоянной Планка, работы выхода электронов из материала фотокатода и красной границы фотоэффекта.

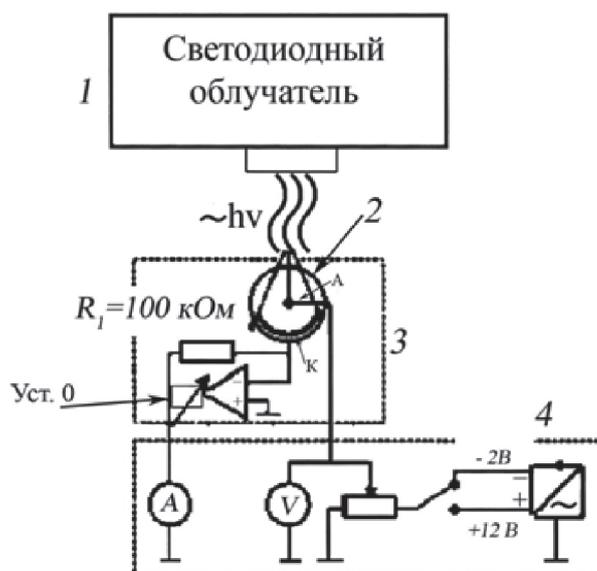


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для изучения явления внешнего фотоэлектрического эффекта

Результаты исследования и их обсуждение

Реальные временные трудозатраты по проведению лабораторного эксперимента составляют 6 академических часов, в течение которых студенту предлагается решить несколько задач:

- качественное изучение фотоэффекта;
- построение составляющих – прямой и обратной ветвей – вольт-амперной характеристики для различных частот (длин волн) падающего полихроматического излучения;
- построение зависимостей «задерживающая разность потенциалов – линейная частота» и «фототок-длина волны»;
- определение значения постоянной Планка и ее сравнение с известным табличным значением;
- определение красной границы фотоэффекта и работы выхода электронов из металла катода и сравнение их с известными значениями.

Практическая реализация поставленных задач с использованием предлагаемой методики является во многом новаторской в работе со студентами и с точки зрения современности, и технологичности используемого оборудования, и с точки зрения методик количественного описания наблюдаемых результатов.

Известные типовые зависимости «напряжение – сила тока», вольт-амперные характеристики (ВАХ) изображаются графически в виде монотонных плавных кривых,

состоящих из двух ветвей – прямой, лежащей в положительной полуплоскости декартовой системы координат, и обратной – в отрицательной полуплоскости (рис. 2, 3) [1, 2]. Такая форма ВАХ соответствует двум режимам измерений – при прямом и обратном подключении электродов фотоэлемента. Поэтому построение интегральной зависимости ВАХ в работе не предполагается. Получение реальной обратной ветви для четырех различных длин волн приводит к возможности нахождения задерживающей разности потенциалов (рис. 4), при которой фотоэффект прекращается. При этом увеличение напряжения на катоде сопровождается уменьшением тока, который при достижении нуля изменяет направление и растет по модулю с постепенным выходом кривой на насыщение. Такой интересный факт объясняется действием механизма эмиссии электронов с анода под действием рассеянного в фотоэлементе света. Можно говорить о работе двух подключенных антипараллельно основного и побочного фотоэлементов, индуцирующих фотоэлектрический ток, представляющий собой «суперпозицию» антинаправленных токов. Таким образом, значение модуля задерживающей разности потенциалов (U_3) будет определяться не в точках, где $I_{\text{фото}}=0$ (традиционный подход), а там, где кривая переходит в участок со слабым наклоном (рис. 5) для отдельных значений длин полихроматической волны, что устанавливается в реальном эксперименте.

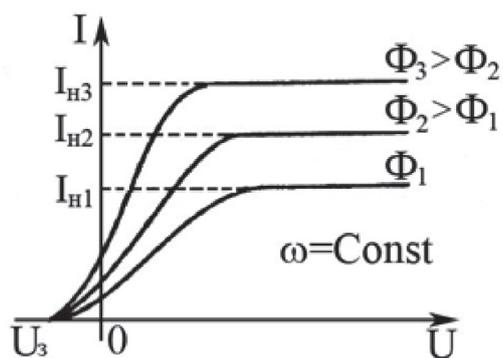


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики фотоэлемента при различных значениях светового потока

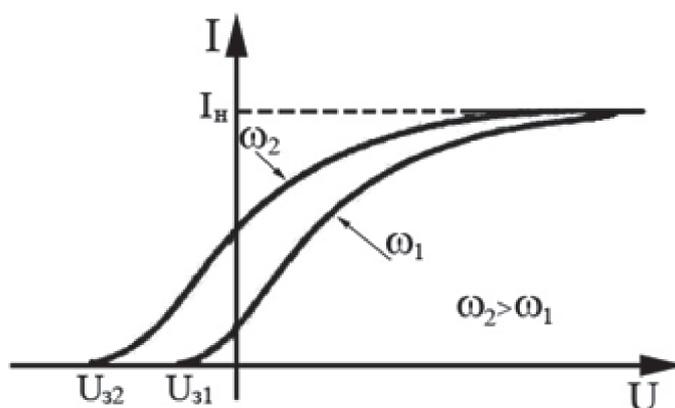


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики фотоэлемента при различных значениях частоты падающего излучения

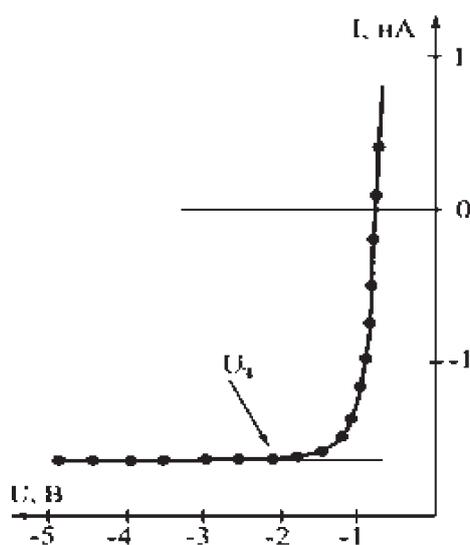


Рис. 4. Изображение обратной ветви ВАХ

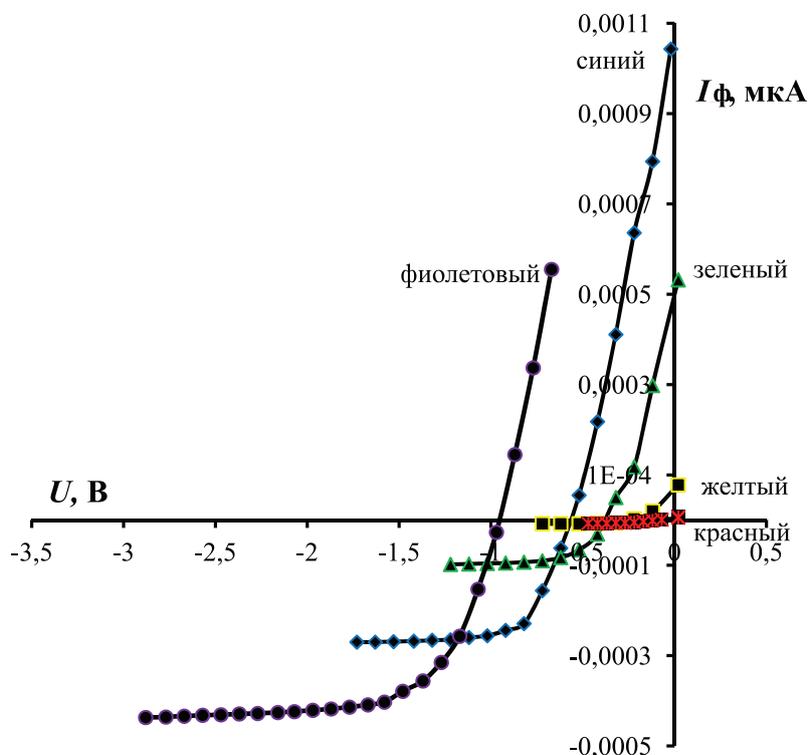


Рис. 5. Фрагмент графической зависимости «напряжение на фотоэлементе – сила фототока (обратной ветви ВАХ), полученной при тестировании установки по изучению явления внешнего фотоэффекта»

Для полноценной интерпретации явления фотоэлектрического эффекта, особенно, в случаях его исследования в условиях облучения фотоэлемента электромагнитными волнами различной частоты (длины волны) и различной интенсивности светового потока, необходимо получать отдельную зависимость «сила фототока – напряжение» – прямую ветвь ВАХ (рис. 6). Именно раздельное рассмотрение и анализ вида кривых распределения способствует понять, когда, в какой момент фототок, достигая насыщения (выхода на стабильные значения), сигнализирует о достижении

и прекращении процесса вырывания фотоэлектронов с поверхности катода в зависимости от значений интенсивности падающего излучения.

Сложившаяся за многие годы вузовская практика изучения явлений квантовой физики, таких как внешний фотоэффект, предполагает идентификацию количественных параметров, входящих в уравнение А. Эйнштейна (1) и следствия из него (2): постоянная М.Планка, работа выхода электронов из металла, граничная частота – красная граница фотоэффекта, задерживающая разность потенциалов [1, 2].

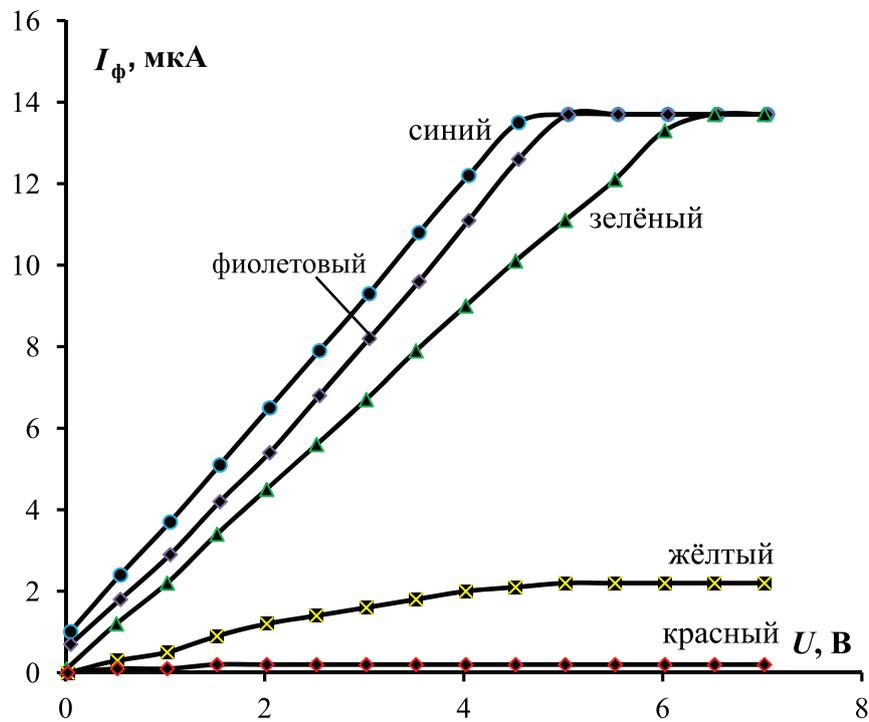


Рис. 6. Прямая ветвь ВАХ – зависимости «сила фототока – напряжение», полученная в реальном лабораторном эксперименте при изучении явления внешнего фотоэффекта

Следует отметить, что описанный выше современный формат выполнения лабораторного эксперимента в этом смысле является классическим [3], но одновременно предоставляющим широкие возможности более глубокого осмысления получаемых результатов как на качественном, так и количественном уровнях, на основе сопоставления данных независимых экспериментов. Предлагаемые методы складываются из процессов построения зависимости «задерживающая разность потенциалов – частота света» и кривой спектральной чувствительности материала фото катода «фототок – длина волны света».

Полученные графические данные (рис. 7 и 8), проведенные на их основе тестирующие оценки параметров фотоэффекта, полученные при первичном анализе ре-

зультатов эксперимента, дают их значения с достаточно высокой точностью относительно известных табличных данных.

$$h\nu = A_{\text{вых.}} + E_{k\text{max}}, (1)$$

$$\nu_{\text{min}} = \frac{A}{h}, (2)$$

$$E_{k\text{max}} = \frac{mV^2}{2} = eU, (2)$$

$$h = e \frac{\Delta U_3}{\Delta \nu}, (2)$$

$$A_{\text{вых.}} = \frac{ch}{\lambda_{\text{max}}}, (2)$$

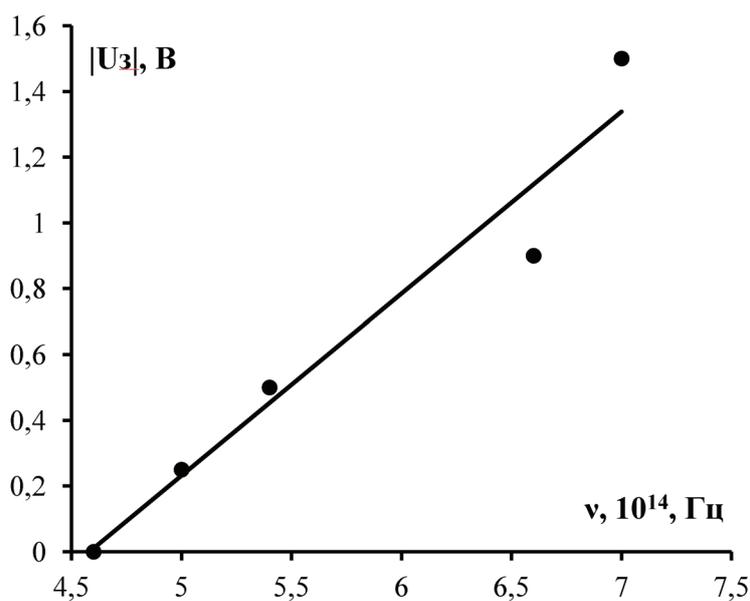


Рис. 7. Зависимость задерживающей разности потенциалов от частоты света

Для более точных оценок значений работы выхода электронов, минимальной частоты (максимальной длины волны) света, падающего на фотокатод фотоэлемента, по-

стоянной М.Планка методика предполагает применение метода наименьших квадратов для прямопропорциональной зависимости (рис. 7) [3].

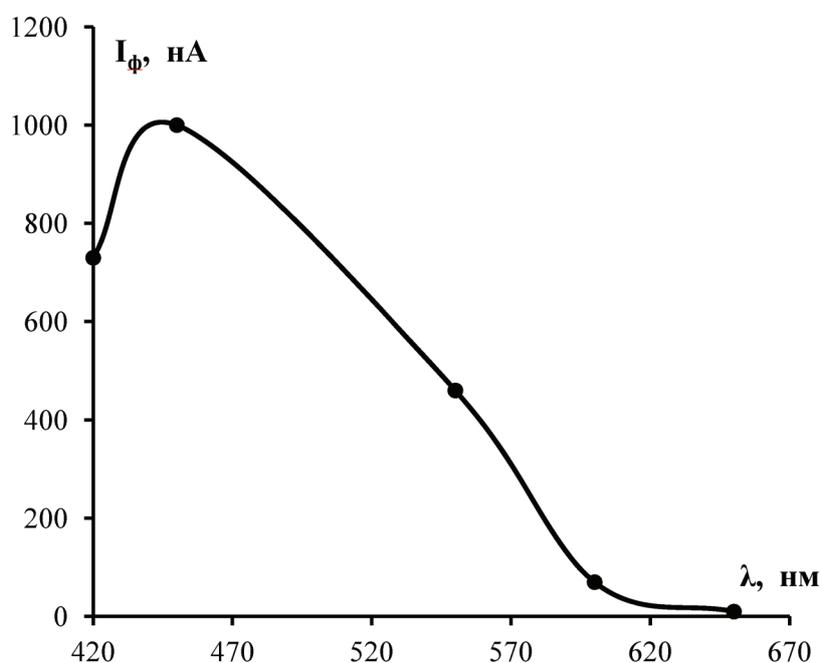


Рис. 8. Кривая спектральной чувствительности – зависимость фототока от напряжения на фотоэлементе

Так, значение постоянной М. Планка оценивается в соответствии с уравнением А. Эйнштейна (3) из соотношения (4):

$$U_3 = \frac{h}{e} \omega - A_{\text{вых.}}, \quad (3)$$

$$\frac{h}{e} = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i y_i) - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad (4)$$

где U_3 – задерживающая разность потенциалов, h – постоянная М. Планка, e – элементарный электрический заряд (заряд электрона), ω – циклическая частота света, $A_{\text{вых.}}$ – работа выхода электронов из материала фотокатода.

Работа выхода электронов оценивается по зависимости (5):

$$A_{\text{вых.}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n (x_i y_i) - \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i}{e \left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right)} \quad (5)$$

Таким образом, комплекс современных методик моделирования квантово-оптических явлений и интерпретации количественных данных лабораторного эксперимента по их изучению позволяет получать достоверные результаты фундаментальных закономерностей и характеристик квантового фотоэлектрического эффекта.

Заключение

XXI столетие сегодня открывает перед всеми жителями нашей планеты необъятные возможности, серьёзные перспективы для более глубокого понимания сущности окружающего нас мироздания. Несомненно, именно физическая наука, являющаяся беспрекословным фундаментом в его изучении и сформулированная великим русским мыслителем, талантливым учёным М.В.Ломоносовым как наука о природе, позволяет наиболее полно ощутить всю её гармонию. Э.Резерфорд недвусмысленно разделил все науки на Земле «на физику

и коллекционирование марок», тем самым подтверждая величественность и красоту физики. Без постороннего пафоса следует понимать, что педагогическое сообщество должно отдавать себе отчёт в том, что, несмотря на все общественно-политические и финансово-экономические перипетии, неестественным путем иногда дискредитирующие фундаментальность, традиции, незбываемые устои и принципы естественно-научного познания мира, оно превращается тем самым в невольных апологетов физической науки, порой забывающих о своём профессиональном предназначении – обучении и воспитании специалиста, человека, гражданина. Преподаватели бывают разными, методики обучения разнообразными, качественными и некачественными, но всегда важно помнить, что каждый новый этап в профессиональной деятельности педагога, учёного предполагает его совершенствование, развитие через расширение своего научного кругозора, внедрение новых технологий обучения, образования, познания окружающего мира. Поэтому обучение, с нашей точки зрения, естественным наукам (физике) с широким применением современных технологий (информационных, компьютерных) должно способствовать более интенсивному процессу интеллектуального, духовного, эстетического роста молодого человека (студента). В связи с этим изложенные тезисы в настоящей статье могут восприниматься как попытка некоторого осмысления и обобщения опыта педагогической деятельности сотрудников коллектива кафедры физики одного из крупнейших вузов политехнического профиля в части применения современных технологий физического образования одного из интереснейших разделов физики – квантовой оптики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельев И.В. Курс общей физики. – СПб.: Лань, 2007. – Т.5. – 327 с.
2. Иродов И.Е. Квантовая физика. – М.: Физматлит, 2002. – 271 с.
3. Барсукова К.А. Лабораторный практикум по физике: Учебное пособие для студентов вузов / К.А. Барсукова, Ю.И. Уханов. – М.: Высшая школа, 1988. – 350 с.

УДК.517.956.(927)

НЕЛОКАЛЬНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НАГРУЖЕННОГО УРАВНЕНИЯ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С КРАТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Нахушева Ф.Б.

*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»
Министерства образования и науки РФ, Нальчик, e-mail: proporz@yandex.ru*

Исследован вопрос однозначной разрешимости нелокальной задачи для нагруженного уравнения третьего порядка с кратными характеристиками.

Ключевые слова: задача Бицадзе – Самарского, задача Коши, уравнение Вольтерра, функция Грина

NONLOCAL PROBLEM FOR THE LOADED EQUATION OF THE THIRD ORDER WITH MULTIPLE CHARACTERISTICS

Nakhusheva F.B.

*FGBOU VPO «Kabardin-Balkar state university n.a. Kh. M. Berbekov», Nalchik,
e-mail: proporz@yandex.ru*

Nonlocal problem investigated for the loaded equation for the third order with multiple characteristics.

Keywords: Bitsadze – Samarskii problem, Cauchy problem, Volterr equation, Green’s function

Теория краевых задач для уравнений смешанного типа, в силу теоретической и прикладной важности, является одним из интенсивно развивающихся разделов современной теории дифференциальных уравнений с частными производными и привлекает к себе внимание многих исследователей, интересующихся как самой теорией, так и ее приложениями. В частности, многие математические модели тепло- и массообмена в средах, окруженных пористой средой, сводятся к краевым задачам для уравнений смешанного типа.

Одним из важнейших классов уравнений с частными производными являются нагруженные уравнения смешанного типа. Исследованием локальных и нелокальных краевых задач для нагруженных и ненагруженных уравнений занимались авторы [2 – 10]. Подробная библиография работ содержится в [6, 7].

Цель исследования: доказать существование и единственность решения нелокаль-

ной задачи для нагруженного уравнения третьего порядка с кратными характеристиками.

Постановка задачи.

Рассмотрим уравнение

$$0 = \begin{cases} u_{xxx} - u_y - \lambda_1 u(l, y), & y > 0 \\ u_{xx} - u_{yy} - \lambda_2 u(x, y), & y < 0 \end{cases} \quad (1)$$

где $\lambda_2 \geq 0$ в конечной области Ω , плоскости переменных x и y , ограниченных отрезками AA_0, A_0B_0, B_0B прямых $x = 0, x = l, y = h$ соответственно и характеристиками $AC: x + y = 0, BC: x - y = l$ уравнения (1).

Обозначим через $\Omega_1 = \Omega \cap (y > 0)$ и $\Omega_2 = \Omega \cap (y < 0)$.

Задача. Найти функцию

$$u(x, y) \in C(\bar{\Omega}) \cap C_{x,y}^{3,1}(\Omega_1) \cap C_{x,y}^{2,2}(\Omega_2),$$

удовлетворяющую уравнению (1) в $\Omega_1 \cup \Omega_2$ и условиям

$$u(0, y) = \varphi_1(y), u_x(0, y) = \varphi_2(y), 0 \leq y \leq h, \quad (2)$$

$$\left[\alpha_1(y) \frac{\partial u}{\partial x} + \beta_1(y) u \right]_{x=x_0} = \left[\alpha_2(y) \frac{\partial u}{\partial x} + \beta_2(y) u \right]_{x=l} + \delta(y), \quad (3)$$

$$u|_{AC} = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq \frac{l}{2}, \quad (4)$$

где $\varphi_1(y), \varphi_2(y) \in C[0, h], \psi(x) \in C^2\left[0, \frac{l}{2}\right]; \alpha_i(y), \beta_i(y), (i = 1, 2); \delta(y)$ – заданные функции, непрерывные в замыкании области их задания, причем $\varphi_1(0) = \psi(0)$.

Доказательство существования и единственности решения задачи.

Пусть $u(x, 0) = \tau(x)$, $u_y(x, 0) = \nu(x)$ и $u(l, y) = \varphi_3(y)$, где $\varphi_3(y) \in C[0, h]$. Переходя в уравнении (1) к пределу при $y \rightarrow 0+$, получим функциональное соотношение между $\tau(x)$, $\nu(x)$, принесенное из области Ω_1 на АВ

$$\tau'''(x) - \nu(x) - \lambda_1 \tau(l) = 0. \quad (5)$$

В области Ω_2 решение задачи Коши для уравнения (1) при $\lambda_2 = 0$ имеет вид [1]

$$u(x, y) = \frac{\tau(x-y) + \tau(x+y)}{2} + \frac{1}{2} \int_{x-y}^{x+y} \nu(t) dt.$$

Удовлетворяя последнее условию (4) при $y \rightarrow -0$, получим функциональное соотношение, принесенное из области Ω_2 на линию АВ

$$\tau'(x) - \nu(x) = \psi' \left(\frac{x}{2} \right), \quad 0 < x < l. \quad (6)$$

Исключая $\nu(x)$ из (5) и (6), получим следующую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения третьего порядка

$$\tau'''(x) - \tau'(x) = \lambda_1 \tau(l) - \psi' \left(\frac{x}{2} \right), \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \tau(0) &= \phi_1(0), \quad \tau'(0) = \phi_2(0), \\ \alpha_1(0) \tau'(x_0) + \beta_1(0) \tau(x_0) &= \alpha_2(0) \tau'(l) + \beta_2(0) \tau(l) + \delta(0). \end{aligned} \quad (8)$$

Задача (7) и (8) решается обычным методом вариации произвольных постоянных. По найденному $t(x)$ определяется $n(x)$ из соотношения (6) и решение задачи (1) – (4) в области Ω_2 как решение задачи Коши.

После определения $t(x)$ в области Ω_1 приходим к задаче (1), (2) и $u(x, 0) = \tau(x)$, решение которой имеет вид [2]

$$u(x, y) = u_0(x, y) - \frac{\lambda_1}{\pi} \int_0^l \int_0^y G(x, y; \xi, \eta) u(\xi, \eta) d\eta, \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} u_0(x, y) &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_0^y G_{\xi\xi}(x, y; 0, \eta) u(0, \eta) d\eta - \int_0^y G_{\xi\xi}(x, y; l, \eta) u(l, \eta) d\eta - \right. \\ &\left. - \int_0^y G_{\xi}(x, y; 0, \eta) u_{\xi}(0, \eta) d\eta + \int_0^l G(x, y; \xi, 0) u(\xi, 0) d\xi \right\}. \end{aligned}$$

Функция Грина $G(x, y; \xi, \eta) = U(x, y; \xi, \eta) - W(x, y; \xi, \eta)$ – представляется через фундаментальные решения, имеющие вид [2], [3]

$$\begin{aligned} U(x, y; \xi, \eta) &= \begin{cases} \frac{1}{(y-\eta)^{1/3}} f \left(\frac{x-\xi}{(y-\eta)^{1/3}} \right), & y > \eta, \\ 0, & y \leq \eta, \end{cases} \\ V(x, y; \xi, \eta) &= \begin{cases} \frac{1}{(y-\eta)^{1/3}} \varphi \left(\frac{x-\xi}{(y-\eta)^{1/3}} \right), & y \geq \eta, \\ 0, & y \leq \eta, \end{cases} \end{aligned}$$

где

$$f(t) = \frac{\pi\sqrt{t}}{3\sqrt{3}} \left[I_{\frac{1}{3}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}} t^{\frac{3}{2}} \right) + I_{-\frac{1}{3}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}} t^{\frac{3}{2}} \right) \right];$$

$$\varphi(t) = \frac{\pi\sqrt{t}}{3} \left[I_{\frac{1}{3}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}} t^{\frac{3}{2}} \right) + I_{-\frac{1}{3}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}} t^{\frac{3}{2}} \right) \right];$$

$I_\nu(z)$ – функция Бесселя, $f(t)$ и $j(t)$ – функции Эйри.

Удовлетворяя (9) условию (3), получим интегральное уравнение Вольтера второго рода относительно функции $u(l, y) = \Phi_3(y)$:

$$\beta_2(y)\Phi_3(y) + \int_0^y K(y, \eta)\Phi_3(\eta)d\eta = v(y),$$

где ядро $K(y, \eta)$ – выражается через известные функции, которое безусловно и однозначно разрешимо.

Пусть теперь $\lambda_2 \neq 0$. В этом случае решение уравнения (1) непрерывное в $\bar{\Omega}_2$ с непрерывными производными до второго порядка включительно в Ω_2 дается формулой [3]

$$u(x, y) = \frac{\tau(x+y) + \tau(x-y)}{2} + \frac{1}{2} \int_{x-y}^{x+y} I_0(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{(x-\xi) - y^2}) v(\xi) d\xi +$$

$$+ \frac{1}{2} \sqrt{\lambda_2} y \int_{x-y}^{x+y} \frac{I_1(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{(x-\xi) - y^2})}{\sqrt{(x-\xi) - y^2}} \tau(\xi) d\xi, \tag{10}$$

где $I_0(z), I_1(z)$ – функции Бесселя нулевого и первого порядков.

Удовлетворяя (10) условию (4), получим

$$v(x) - \frac{\sqrt{\lambda_2}}{2} \int_0^x I_{0x}(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi(\xi-x)}) \frac{\xi}{\sqrt{\xi(\xi-x)}} v(\xi) d\xi =$$

$$= \tau'(x) + \frac{\lambda_2 x}{4} \tau(x) - \psi'\left(\frac{x}{2}\right) + \frac{\lambda_2}{2} \int_0^x \bar{I}_1(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi(\xi-x)}) \tau(\xi) d\xi -$$

$$- \frac{\lambda_2^{\frac{3}{2}} x}{4} \int_0^x \bar{I}_{1x}(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi(\xi-x)}) \frac{\xi}{\sqrt{\xi(\xi-x)}} \tau(\xi) d\xi, \tag{11}$$

где $\bar{I}_1(z) = I_1(z)/z$.

Уравнение (11) является уравнением Вольтерра второго рода относительно функции $v(x)$ и его решение можно выписать с помощью резольвенты $R(x, \xi, \lambda)$ ядра в виде

$$v(x) = \tau'(x) + \frac{\lambda_2 x}{4} \tau(x) - \psi'\left(\frac{x}{2}\right) -$$

$$- \frac{\lambda_2}{2} \int_0^x \left[\frac{\sqrt{\lambda_2} x}{2} \bar{I}_{1x}(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi(\xi-x)}) \frac{\xi}{\sqrt{\xi(\xi-x)}} - \bar{I}_1(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi(\xi-x)}) \right] \tau(\xi) d\xi +$$

$$+ \lambda \int_0^x R(x, \xi, \lambda) \left\{ \tau'(\xi) + \frac{\lambda_2 \xi}{4} \tau(\xi) - \frac{\lambda_2}{2} \int_0^\xi \left[\bar{I}_{1\xi}(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi_1(\xi_1-\xi)}) \frac{\xi_1}{\sqrt{\xi_1(\xi_1-\xi)}} - \right. \right.$$

$$\left. \left. - \bar{I}_1(\sqrt{\lambda_2} \sqrt{\xi_1(\xi_1-\xi)}) \right] \tau(\xi_1) d\xi_1 - \psi'\left(\frac{\xi}{2}\right) \right\} d\xi.$$

Подставляя значение функции $u(x)$ в (5), получим обыкновенное дифференциальное уравнение относительно $t(x)$:

$$\tau'''(x) - \tau'(x) - q(x)\tau(x) = F(x),$$

где $q(x)$, $F(x)$ – выражаются через известные функции

$$q(x) = \frac{\lambda_2 x}{4} + \frac{\sqrt{\lambda_2}}{2} R\left(x, x, \frac{\sqrt{\lambda_2}}{2}\right),$$

$$F(x) = \int_0^x R\left(x, \xi, \frac{\sqrt{\lambda_2}}{2}\right) \Psi'\left(\frac{\xi}{2}\right) d\xi + \lambda_1 \tau(l) - \int_0^x N(x, \xi) \tau(\xi) d\xi$$

$$N(x, \xi) = \frac{\lambda_2}{2} \left[\frac{\sqrt{\lambda_2}}{2} \bar{I}_{1x}(\sqrt{\lambda_2 \xi (\xi - x)}) \cdot \frac{\xi}{\sqrt{\xi (\xi - x)}} - \bar{I}_1(\sqrt{\lambda_2 \xi (\xi - x)}) \right] - 2R_\xi\left(x, \xi, \frac{\sqrt{\lambda_2}}{2}\right) + \frac{\lambda_2 \xi}{4} R\left(x, \xi, \frac{\sqrt{\lambda_2}}{2}\right).$$

Интегрируя уравнение трижды от 0 до x с учетом (8), будем иметь

$$\begin{aligned} \tau(x) &= \frac{1}{2} \int_0^x (x - \xi)^2 F(\xi) d\xi + \varphi_1(0) \left[\frac{x^2}{2} + 1 \right] + \varphi_2(0) x + \\ &+ \frac{1}{2} \tau''(0) x^2 + \int_0^x R_1(x, \xi) \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\xi (\xi - \xi_1)^2 F(\xi_1) d\xi_1 + \varphi_1(0) \left[\frac{\xi^2}{2} + 1 \right] + \varphi_2(0) \xi + \right. \\ &\left. + \frac{1}{2} \tau''(0) \xi^2 \right\} d\xi. \end{aligned}$$

После определения $t(x)$ в области Ω_1 снова приходим к задаче (1), (2), $u(x, 0) = \tau(x)$, $u(l, y) = \varphi_3(y)$, решение которой дается формулой (9). В области Ω_2 решение задачи определяется по формуле (10). Следовательно, решение задачи однозначно определяется в областях Ω_1 и Ω_2 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бицадзе А.В. Некоторые классы уравнений в частных производных. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
2. Джураев Т.Д. Краевые задачи для уравнений смешанного и смешанно-составного типов. – Ташкент: ФАН, 1979. – 238 с.
3. Елеев В.А. Краевая задача для смешанного уравнения третьего порядка параболо-гиперболического типа // Укр. мат. журнал. – 1995. – Т.47, № 1. – С. 20-30.
4. Елеев В.А., Кумыкова С.К. Внутреннекраевая задача для уравнения смешанного типа третьего порядка с кратными характеристиками // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2010. – № 5. – С. 5-14.

5. Кумыкова С.К. Задача с нелокальными условиями на характеристиках для вырождающегося внутри области гиперболического уравнения // Дифференциальные уравнения. – 1981. – т. 17, № 1. – С. 81-90.

6. Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их применение. КБНЦ РАН/ – М.: Наука, 2012. – 232 с.

7. Нахушев А.М. Задачи со смещением для уравнений в частных производных. – М.: Наука, 2006. – 287 с.

8. Репин О.А., Кумыкова С.К. Об одной краевой задаче со смещением для уравнения смешанного типа в неограниченной области // Дифференциальные уравнения. – 2012. – т. 48, № 8. – С. 1140-1149.

9. Репин О.А., Кумыкова С.К. Задача со смещением для уравнения третьего порядка с разрывными коэффициентами // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. – 2012. – № 4(29). – С. 17–25.

10. Репин О.А., Кумыкова С.К. О задаче с обобщенными операторами дробного дифференцирования для уравнения смешанного типа с двумя линиями вырождения // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. – 2013. – № 1(30). – С. 150-158.

11. Репин О.А., Кумыкова С.К. О задаче с обобщенными операторами дробного дифференцирования для вырождающегося внутри области гиперболического уравнения. // Вестник Самарского государственного университета. Естественно – научная серия. – 2012. – № 9(100). – С. 52–60.

УДК 548.1

ИНФОРМАЦИЯ КАК ВНУТРЕННИЙ ПАРАМЕТР, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ СТРУКТУРНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ВЕЩЕСТВА

Таланов В.М.

*Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск,
e-mail: valtalanov@mail.ru*

Показано, что структура вещества является одним из источников происхождения информации. Предлагается новый подход к пониманию феномена информации. Информация рассматривается как внутренний параметр системы, возникающий при описании «выбора» системой одного из ее возможных структурных состояний.

Ключевые слова: внутренний параметр системы, информация, структура вещества

INFORMATION AS INTERNAL PARAMETER CHARACTERIZING SUBSTANCE STRUCTURAL ORGANIZATION

Talanov V.M.

South-Russian state Engineering University, Novocherkassk, e-mail: valtalanov@mail.ru

It is shown that the substance structure is one of the sources of arising information. A new approach to understanding the information is proposed. Information is considered as the internal system parameter, appearing at the description of a choice by a system of one of the possible structural states.

Keywords: internal parameter, information, structure of substance

Вещество характеризуется тремя основными группами параметров – составом (атомным и изотопным), структурой и свойствами. Все эти три группы параметров определяют информацию, заложенную в веществе. Информация, хранящаяся в веществе, выступает как его интегральная характеристика. Один из подходов к оценке количества информации состоит в представлении структуры вещества как «текста сообщения».

Классическая (шенноновская) теория информации определяет информацию как меру неопределенности ситуации в состоянии «выбора» – чем меньше вероятность образования какой-либо структуры, тем большую информацию несет «сообщение» об ее образовании [1, 2]. Для того, чтобы непосредственно использовать теорию Шеннона для количественных расчетов, необходимо любую структуру представлять в виде «сообщения» – «слова» или «текста».

Шеннон в качестве меры неопределенности ввел энтропию информации. Пусть мы рассматриваем опыт, имеющий исходы A_1, A_2, \dots, A_k , а $p(A_1), p(A_2), \dots, p(A_k)$ – вероятности отдельных исходов опыта. По Шеннону каждому исходу опыта A_i следует приписать неопределенность, равную $-\log_2 p(A_i)$. Для всех возможных исходов в качестве меры неопределенности вводится величина H , равная

$$H = -\sum_i P_i \log_2 P_i.$$

Применим эту формулу, например, к расчету неопределенности содержащей в формуле какого-либо вещества (формула вещества – это и есть «текст сообщения»). Так, энтропия информации формульной единицы серной кислоты H_2SO_4 , состоящей из семи атомов, равна

$$H = -(2/7) \log_2(2/7) - (1/7) \log_2(1/7) - (4/7) \log_2(4/7) = 1,379.$$

Такую же энтропию информации будет иметь любое вещество состава A_2BX_4 , например, K_2SeO_4 . По формуле Шеннона определяется количество информации относительно к ее смысловому содержанию и, в частности, к особенностям структуры вещества. При этом, как об этом неоднократно отмечалось в литературе, игнорируется смысл информации и ее ценность.

Абсолютная величина информации, содержащаяся в веществе, неизвестна, но для изучения термодинамики химических явлений достаточно знать изменение информации при переходе из одного структурного состояния в другое. Не всякий процесс структурообразования ведет к созданию новой информации. Простая трансляция примитивной ячейки ведет к образованию кристалла, но не ведет к появлению но-

вой информации о системе. При этом существенно, что рост кристаллов является дискретным процессом и осуществляется практически единичным путем (вероятность строго определенного наращивания структуры в конфигурационном пространстве системы взаимодействующих атомов близка к единице).

Иное дело некристаллические вещества и наноструктуры – здесь агрегирование структурных единиц происходит по программам [3-6]. На примере нанобъектов и идеальных кристаллов в таблице 1 систематизированы и обобщены источники происхождения структурной информации. Информация в неживых системах возникает тогда, когда есть «выбор» между множеством возможностей формирования структуры вещества. Структура, таким образом, регистрирует информацию и выступает как «память пути» образования химического вещества.

Это же общее положение относится и к живым системам. В рамках статистической механики и термодинамики невозможно отличить живой организм от неживого. Возникновение живого вещества связано с механической, электрической, тепловой, химической работами, но ни один из этих видов работ, ни вся их совокупность не могут описать информационные процессы. Для этого необходимо ввести параметры, характеризующие состояние выбора системой своей организации. Поясним подробнее. Организмы представляют собой информационные системы. Они получают наследственную информацию от своих предков и живут для того, чтобы передать ее потомкам. При таком подходе все остальные механические, физические и химические процессы можно трактовать как вспомогательные. Они способствуют (создают условия) выполнению информационных функций организмом. Генетический код в молекуле ДНК характеризуется последовательностью «букв», означающих тип сорасположения друг относительно друга нуклеотидных пар. Если бы была жесткая предопределенность в расположении этих «букв», то молекула ДНК не была бы информационной молекулой. Ю.А. Жданов предложил соединения, выполняющие функции переноса информации, называть информерами [7].

Таким образом, в общем случае информерами являются такие химические струк-

туры как неживой, так и живой материи, формирование которых предполагает выбор одного из нескольких вариантов ее образования из начального состояния. Поэтому в получившейся структуре «запечатана» информация и «чтение» («прочтение») этой информации означает выяснение эволюционного пути формирования структуры.

Поясним, как можно формализовать данный подход. Равновесное состояние однородного однокомпонентного вещества определяется двумя независимыми термодинамическими параметрами, например, его давлением p и температурой T (могут быть и другие варианты: либо объемом V и T , либо V и энтропией S).

Однако кроме этих параметров, описывающих состояние тела в данных внешних условиях в целом, могут быть введены внутренний(е) параметр(ы) x , описывающие структурные особенности системы. По своему смыслу x – это параметр порядка, характеризующий отличие симметрично-структурных характеристик различных состояний вещества. В общем случае x многокомпонентный параметр, т.е. $x = \{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n\}$, имеющий или скалярную, или векторную, или тензорную природу. x – экстенсивный параметр системы, подобный энтропии, объему, массам компонентам. Внутренние структурные параметры системы $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ могут иметь самые различные структурные источники происхождения: вероятности занятия атомами различных подрешеток кристалла, вероятности появления слоя определенного состава в гетероструктуре, вероятности ориентации или молекулярной группы, или спина, или атомной орбитали в пространстве, смещение атомов из позиций равновесной структуры при образовании ее новой модификации и т.д.

Внутренний параметр x входит в выражение дифференциалов термодинамических потенциалов – внутренней энергии U , свободной энергии F , энергии Гиббса Φ – в виде дополнительного члена [8-14]. Так, например, дифференциал внутренней энергии может быть записан:

$$dU = TdS - pdV + \sum_i \Psi_i d\xi_i.$$

Сопряженные внутренним структурным параметрам ξ_i являются интенсивные параметры Ψ_i ($i=1, 2, \dots, n$), означающие внешние воздействия («силы») на вещество: $\Psi_i = (\partial U / \partial \xi_i)_{S, V}$.

Информация нами рассматривается как внутренний параметр системы $x = \{\xi_1, \dots, \xi_n\}$. Сопряженные с информацией специфические внешние воздействия Ψ_i мы определяем как программное управляющее воздействие на вещество (программу).

Произведение параметров $x\Psi$ имеет размерность работы (если будет учтен коэффициент, отражающий специфику введения в термодинамический потенциал параметра x – этот параметр может быть введен и как размерная, и как безразмерная величина) и по физическому смыслу означает работу по формированию структурной организации вещества. Специфические внешние воздействия (последовательность определенных операций с веществом) Ψ_i обуславливают формирование структурной организации вещества. Последовательность $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n$ и есть программа формирования структуры вещества. Программа «работает», когда химическая система находится в неравновесных условиях, так как в состоянии равновесия $\Psi_i (i=1, 2, \dots, n)=0$.

Из рассмотренного подхода вытекает, что без энергетических затрат информация появиться не может, но энергетических затрат недостаточно для появления информации. Необходимо размещенное по определенным правилам (программам, задаваемым последовательностью Ψ_i) упорядоченное (описываемое x) пространственное распределение материи. Это упорядоченное пространственное распределение материи и есть новая структура, определяемая внутренними параметрами ξ_i . В дальнейшем предстоит детальная разработка предлагаемой концепции информации в ее увязке со структурными кодами [15-20] вещества, процессами упорядочения [21-26] и самоорганизации [5, 6, 27-30].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963. – 830 с.
2. Хартли Р.В.Л. Передача информации. Теория информации и ее приложения. – М.: Физматгиз. 1959. – С. 5–35.
3. Таланов В.М., Ерейская Г.П., Юзюк Ю.И. Введение в химию и физику наноструктур и наноструктурированных материалов. – М.: Академия Естествознания. 2008, – 389 с.
4. Маккей А.Л. // Кристаллография. – 1981. – Т.26, вып.5. – С. 910.
5. Алесковский В.Б. Химико-информационный синтез. Начатки теории. Методы. – СПб: СПбГУ, 1997. – 72 с.
6. Алесковский В.Б. // ЖОХ. – 2002. – Т.72, вып. 4. – С. 569.
7. Жданов Ю.А. Энтропия информации в органической химии. Ростов–на–Дону: Изд–во Ростовского университета, 1979. – 56 с.
8. Таланов В.М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 1997. – Т.40, вып.5. – С. 65.
9. Таланов В.М., Федий В.С. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1997. Т.40, вып. 6. – С. 38.
10. Таланов В.М., Федий В.С. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1998. Т.41, вып.1. – С. 34.
11. Таланов В.М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1998. Т.41, вып.4. – С. 23.
12. Таланов В.М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1998. Т.41, вып.5. – С. 16.
13. Таланов В.М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1998. Т.41, вып.6. – С. 87.
14. Таланов В.М., Федий В.С. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1998. Т.41. Вып.6. – С. 91.
15. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2012. Т.3(4). – С.82–100.
16. Иванов В.В., Таланов В.М. // Физика и химия стекла. – 2008. – N4. – С.528–567.
17. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структ. химии. – 1992. – Т. 33, N 3. – С. 137–140.
18. Иванов В.В., Таланов В.М. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структ. химии. – 1992. – Т. 35, № 5. – С. 96–102.
19. Иванов В.В., Таланов В.М. // Журн. структ. химии. – 1992. – Т. 33, N 3. – С. 137–140.
20. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы. – 1992. – Т. 28, N 8. – С. 1720–1725.
21. Ivanov V.V., Talanov V.M. // Physica. Status. Solidi. A. Applied Research. – 1990. – V. 122. – P. 109–112.
22. Talanov V.M // Physica. Status. Solidi. B. Basis Research. – 1990. – V. 162. – P. 339–346.
23. Talanov V.M. // Physica. Status. Solidi. B. Basis Research. – 1990. – V. 162. – P. 61–73.
24. Иванов В.В., Таланов В.М. // Неорган. материалы. – 1995. – Т. 31, N 2. – С. 258–261.
25. Таланов В.М. // Журн. структ. химии. – 1986. – Т. 31, вып. 2. – С. 172–176.
26. Таланов В.М. Энергетическая кристаллохимия многоподрешеточных кристаллов (модель упругих катион–анионных связей). – Ростов н/Д: Изд–во РГУ, 1986. – 158 с.
27. Шевченко В. Я., Самойлович М. И., Талис А. Л., Мадисон А. Е. // Физика и химия стекла. – 2004. – Т.30, N6. – С. 732.
28. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2010. – 264 с.
29. Шевченко В.Я., Мадисон А.Е., Глушкова В.Б. // Физ. и химия стекла. – 2001. – Т. 27, № 3. – С. 419.
30. Шевченко В.Я., Хасанов О.Л., Мадисон А.Е., Ли Дж. Й. // Физ. и химия стекла. – 2002. – Т. 28, № 5. – С. 459.

УДК 615.838: 615.521

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ИСТИННОЙ ЭКЗЕМОЙ

Базаев В.Т., Тезиева З.Ю.*ГБОУ ВПО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Владикавказ, e-mail: v.bazaev@list.ru*

В статье рассматривается новый комплексный метод реабилитации больных истинной экземой, основывающийся на использовании сульфидной бальнеотерапии и охватывающий различные звенья патогенеза. Эффективность разработанного метода реабилитации оценивается по положительным изменениям в антиоксидантном статусе, психосоматическом фоне, по достижению стойкой ремиссии.

Ключевые слова: экзема, реабилитация, сульфидная минеральная вода, перекисное окисление липидов, психосоматический статус

THE EVALUATION OF THE NEW COMPLEX METHOD EFFICIENCY OF REHABILITATION IN PATIENTS WITH EXEMA

Bazaev V.T., Tezieva Z.Y.*North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, e-mail: v.bazaev@list.ru*

A new complex method of rehabilitation in patients with exema was suggested. It was studied the new rehabilitation approach efficiency with consideration for different aspects of the eczema pathogenesis. Following characteristics were considered: psychosomatic status, the state of anti oxidation system, and the terms of remission.

Keywords: eczema, rehabilitation, sulfide mineral water, anti oxidation system, psychosomatic status

Согласно данным ВОЗ, аллергодерматозы являются наиболее распространенными заболеваниями кожи, а удельный вес истинной экземы составляет 30-40% всех дерматозов [8].

В связи с широким распространением, тяжелым течением, частыми рецидивами, особенно среди лиц трудоспособного возраста, утрата временной трудоспособности при экземе достигает 36% от всех трудопотерь при дерматозах, проблема реабилитации больных истинной экземой является одной из наиболее актуальных в современной дерматологии [7].

Учитывая полиэтиологичность дерматоза, лечение и реабилитация больных истинной экземой, как правило, носят комплексный характер с применением антигистаминных, гипосенсибилизирующих, иммунных препаратов, тем не менее, ни один из существующих методов лекарственной терапии больных с хронической экземой не является специфическим и не способствует формированию стойкой и длительной ремиссии [9].

В патогенезе экземы определенную роль играют свободнорадикальные процессы («оксидантный стресс»). В связи с тем, что прослеживаются четкие корреляционные связи между величиной иммунного ответа и выраженностью оксидативного стресса, в клетках наблюдается интенсификация реакций перекисной направленности [6].

Указанный аспект проблемы актуализирует исследования системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» (ПОЛ-АОЗ) для повышения эффективности контроля используемой терапии.

В то же время, традиционно в интерпретации патогенеза психосоматических дерматозов, к которому относится хроническая экзема, доминирует психоцентрическое направление, постулирующее психогенез как линейную модель формирования психосоматических болезней.

Цель исследования – изучить эффективность комплексного метода реабилитации больных истинной экземой, базирующегося на применение сульфидной бальнеотерапии, а также включающего климатоландшафтотерапию, музыкотерапию, лечебную физкультуру.

Материалы и методы исследования

Под нашим наблюдением находилось 96 больных истинной экземой, соответствовавших следующим критериям: наличие хронической формы истинной экземы, возраст пациентов от 35 до 60 лет, наличие не менее 1-2 рецидивов в год, отсутствие выраженной соматической патологии. Все пациенты получили на базе СОРКВД стандартную медикаментозную терапию, включавшую в себя антигистаминные, гипосенсибилизирующие препараты, сорбенты, витамины, местно – глюкокортикостероиды. Распространенность и тяжесть экзематозного процесса, оценивались посредством индекса EASI, и составила $19,8 \pm 0,3$, на момент выписки индекс EASI составил $6 \pm 0,2$.

Спустя 3 месяца после выписки из стационара у 8 человек (8,3%) произошел рецидив заболевания, у остальных 88 человек отмечалась ремиссия. Таким образом, были сформированы две группы, в контрольную и в основную группу вошли по 44 человека. Группу сравнения составили 40 человек относительно здоровых и сопоставимых по возрастным параметрам с основной и контрольной группой.

В основную группу вошли лица находящиеся в состоянии полной – 24 чел. (54,5%) и частичной – 20 чел. (45,5%) ремиссии, направленные на этап реабилитации в санаторий «Тамиск». По длительности заболевания больные были представлены следующим образом: у 3 чел. (6,8%) длительность заболевания составила менее 1 года, у 15 чел. (34,1%) – 1-3 года, у 26 чел. (59,1%) более 3-х лет. Показатель индекса EASI при поступлении в санаторий составил $-2,4 \pm 0,1$.

Комплекс реабилитации больных истинной экземой включал: бальнео-, климатоландшафто-, музыкотерапию, лечебную физкультуру. В качестве бальнеотерапии использовался курс сульфидных ванн с нарастающей концентрацией общего сероводорода 50-150 мг/л, при температуре 36–37°C. Первые 2–3 ванны назначались продолжительностью 6–8 минут, а затем продолжительность увеличивалась до 8-12 минут, на курс 12-14 процедур. Ванны проводились два дня подряд с перерывом на третий день, общая длительность реабилитации 21 – 24 дня.

Применение лечебной физкультуры в условиях горного курорта начинали по щадящему режиму, затем через 5-6 дней переходили на щадяще – тренирующий режим, а последние 7-10 дней – по тренирующему режиму. В качестве музыкотерапии, использовалась *рецептивная музыкотерапия*.

При поступлении в санаторий больные были дополнительно протестированы по опросникам САН (самочувствие, активность, настроение) [2] и Айзенка [5] (выявление уровня нейротизма) с целью оценки психосоматического статуса, повторное тестирование проводилось по окончании пребывания в санатории.

Опросник САН – это бланковый тест, предназначенный для оперативной оценки самочувствия, активности и настроения, испытуемых просят соотнести своё состояние с рядом признаков по многоступенчатой шкале. Личностный опросник Айзенка содержит 57 вопросов, из которых 24 направлены на выявление экстраверсии-интроверсии, 24 других – на оценку нейротизма, остальные 9 составляют контрольную группу вопросов – оценка искренности. Нейротизм характеризует эмоциональную устойчивость или неустойчивость, тревожность, уровень самоуважения и возможные вегетативные расстройства. Фактор этот биполярен, а большая часть людей располагается между полюсами, ближе к середине (согласно нормальному распределению) [3].

Исследование антиоксидантного и прооксидантного статусов проводилось при поступлении в санаторий и по окончании курса реабилитации. Изучались следующие показатели: малоновый диальдегид в эритроцитах – МДА [4], каталаза в эритроцитах по методике E. Beutler [1], гидроперекиси в крови (ГП) по методу Гаврилова В.Б. Изучение показателей системы «ПОЛ-АОЗ» проводилось на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории Северо-Осетинской государственной медицинской академии.

Минеральная сульфидная вода из скважины № 3-Э санатория «Тамиск» характеризуется, как маломинерализованная, среднесульфидная минеральная вода сульфатного магниево-кальциевого состава, нейтральной-слабокислой реакции среды, по температуре относящаяся к группе холодных вод (16-17°C). Содержание биологически активного компонента – суммарный (H_2S) сероводород составляет 76,8 мг/л (свободный сероводород – до 55,3 мг/л), что соответствует отнесению вод к «среднесульфидным» ($H_2S_{\text{общ}}$ 50,00-100,00 мг/л), а по соотношению H_2S и HS^- – форм вода относится к группе гидросульфидно-сероводородных.

Молекулярный сероводород проникает через неповрежденную кожу, слизистые оболочки, гематоэнцефалический барьер с последующей диссоциацией на свободную серу и сульфиды в тканях, основная масса серы используется организмом, часть ее окисляется в сульфат и выделяется с мочой. Резорбированная сера непосредственно участвует в синтезе ряда аминокислот (цистина, цистеина, метионина), наибольшее количество ее откладывается в участках, где протекают регенеративные процессы (в грануляционной ткани).

Сульфидные ванны нормализуют корко-подкорковые взаимоотношения, функции вегетативной нервной системы, повышают репаративные процессы, избирательно возбуждают каротидные хеморецепторы, которые регулируют эндокринную функцию, как сильный восстановитель сероводород в малых концентрациях оказывает действие на сульфгидрильные группы белковых, ферментативных систем.

Результаты исследования и их обсуждение

При определении антиоксидантного статуса у больных истинной экземой учитывались следующие показатели: малоновый диальдегид, гидроперекиси, как основные показатели прооксидантной системы, каталаза, как индикатор активности антиоксидантной системы.

Таблица 1

Показатели системы «ПОЛ-АОЗ» у больных истинной экземой

Группа	ГП, мкмоль/л	МДА, мкмоль/л	КТ, мКат/л
При поступлении в санаторий (n=44)	5,807±0,460	58,443±4,541	29,894±1,457
После окончания санаторно-курортного лечения (n=44)	3,974±0,454	37,852±2,582	21,174±0,561
Группа здоровых (n=40)	3,896±0,424	37,082±2,582	21,096±0,561

Полученные при поступлении данные (табл. 1) свидетельствовали о высоком уровне интенсификации свободнорадикальных процессов – повышенные показатели малонового диальдегида, гидроперекисей, наряду с повышением активности каталазы – свидетельствующие о наличии оксидативного стресса, позволяют говорить о недостаточной эффективности стандартных амбулаторных методов лечения в коррекции антиоксидантной системы у больных истинной экземой.

По окончании санаторно-курортного лечения было достигнуто снижение показателей перекисного окисления, что говорит о достижении баланса антиоксидантной и оксидантной систем (табл. 1). Учет длительности ремиссии (табл. 2) проводился в двух группах больных истинной экземой: в основной группе больные, получившие курс реабилитации в санатории «Тамиск» после стационарного лечения, а также контрольная группа не прошедшая реабилитационный этап.

Таблица 2
Продолжительность ремиссии у больных истинной экземой

Группы пациентов	Продолжительность ремиссии					
	3-6 мес.		6-9 мес.		9-12 мес.	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Основная группа (n=44)	-	-	30	68,2	14	31,8
Контрольная группа (n=44)	28	63,6	16	36,4	-	-

Наиболее продолжительная ремиссия отмечалась в основной группе, что свидетельствует о высокой эффективности курса реабилитации у больных истинной экземой (табл. 2).

Из методов оценки психосоматического статуса были использованы опросник Айзенка, опросник САН.

При поступлении (опросник Айзенка) были получены следующие показатели уровня нейротизма:

Таблица 3
Показатели уровня нейротизма у больных истинной экземой перед началом санаторно-курортного этапа реабилитации

Давность заболевания	меньше 7 – низкий уровень нейротизма	9 – 13 – среднее значение	больше 14 – высокий уровень нейротизма	больше 19 – очень высокий уровень нейротизма,
Свыше 3-х лет	-	5	13	7
1-3 года	-	4	7	3
Менее 1 года	-	1	1	1

У 2-х испытуемых результаты исследования признаны недостоверными в связи с высокими показателями (свыше 4-х пунктов) по шкале лжи.

По окончании санаторно-курортного лечения были получены следующие показатели.

Таблица 4
Показатели уровня нейротизма у больных истинной экземой после окончания санаторно-курортного этапа лечения

Давность заболевания	меньше 7 –	9 – 13 –	больше 14 –	больше 19
Свыше 3-х лет	20	3	1	-
1-3 года	9	4	1	-
Менее 1 года	3	-	-	-

У 1 испытуемого результаты исследования признаны недостоверными в связи с высокими показателями (свыше 4-х пунктов) по шкале лжи.

По опроснику САН, были получены следующие показатели: самочувствие ниже

4 баллов – 24 чел. (54,5%), средние показатели – 20 чел. (45,5%); активность ниже 4 баллов – 16 чел. (36,4%), средние показатели – 28 чел. (63,6%); настроение ниже 4 баллов – 29 чел. (66%), средние показатели – 15 чел. (34%).

По окончании санаторно-курортного лечения: самочувствие ниже 4 баллов – 1 чел. (2,3%), нормальное состояние – 43 чел. (97,7%); активность ниже 4 баллов – 2 чел. (4,5%), средние показатели – 8 чел. (18,2%), нормальное состояние – 34 чел. (77,3%); настроение ниже 4 баллов – 1 чел. (2,2%), средние показатели – 7 чел. (15,9%), нормальное состояние – 36 чел. (81,9%).

Средний балл шкалы равен 4. Оценки, превышающие 4 балла, говорят о благоприятном состоянии испытуемого. Оценки ниже 4 баллов свидетельствуют о не благоприятном состоянии испытуемого.

Оценки состояния, лежащие в диапазоне 5,0–5,5 баллов свидетельствуют о нормальном состоянии испытуемого.

Включение разработанного комплекса реабилитации, основу которого составляет сульфидная бальнеотерапия в курс реабилитации больных хронической истинной экземой, позволяет добиться более выраженной и стойкой нормализации в антиоксидантном статусе: снижение уровня МДА и гидроперекисей, на фоне соответствующего снижения активности каталазы. Гармонизации психосоматического фона: снижение уровня нейротизма, улучшение показателей по опроснику САН, более длительной и стойкой ремиссии в сравнении со стандартным медикаментозным подходом.

Таким образом, можно говорить об эффективности разработанного комплекса реабилитации больных истинной экземой в связи с охватом различных звеньев патогенеза на фоне минимизации медикаментозной терапии путём использования местных рекреационных факторов (сульфидные источники Тамисского месторождения).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилова Л.А. Справочник по лабораторным методам исследования. – СПб.: Питер, 2003. – 736 с.
2. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Шарай Б.В., Мирошников М.П. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния // Вопросы психологии. – 1973. – № 6. – С.141-145.
3. Ишков А.Д. Учебная деятельность студента: психологические факторы успешности. – М.: Издательство АСВ, 20004. – С.164-167.
4. Камышников В.С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика: в 2 т. – Мн.: Интерпрессервис, 2003. – Т.2. – 463 с.
5. Личностный опросник ЕР1//Альманах психологических тестов. – М.: 1995. – С. 217-224.
6. Лушников Е.Ф. Абросимов А.Ю. Габай В.Л. Гибель клетки (апоптоз). – М.: Медицина, 2001. – 192 с.
7. Прохоренков В.И., Яковлева Т.А. Экзема. – Красноярск, 1994. – 218 с.
8. Тищенко Л.Д., Лымин В.А., Метельский А.В. Особенности общей и профессиональной патологии у больных аллергодерматозами // Всероссийский конгресс дерматовенерологов: Тез. докл. 23-26 сентября 2003г. – СПб., 2003. – Т.1. – С.306. – 2003.
9. Meding B. Fifteen-year follow-up of hand eczema: predictive factors. Text / B. Meding, K. Wrangsjo, B. Jarvholm // J. Invest. Dermatol. 2005. – № 5. – P. 893-897.

УДК 551.509

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСАДКООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

¹Диневи́ч Л., ²Камалов Б.¹*Тель-Авивский университет, Тель-Авив, e-mail dinevich@013.net;*²*Наманганский университет, Наманган, e-mail kamalov-1942@inbox.ru*

На основе анализа многолетнего развития работ в области активных воздействий на осадкообразовательные процессы, экспериментальных и теоретических исследований, выполненных в работах [1-24], предлагается использовать методику непрерывного засева облаков льдообразующими аэрозолями с помощью наземных генераторов. В зонах наиболее интенсивных градовых процессов предлагается применить смешанную технологию, при одновременном применении и ракет, и наземных генераторов.

Ключевые слова: градовые процессы, оптимизация методов воздействия, методика непрерывного засева облаков

WAYS OF OPTIMIZATION METHODS TO INFLUENCE THE PROCESSES FORMATION OF PRECIPITATION

¹Dinevich L., ²Kamalov B.¹*Tel Aviv University, Tel Aviv, e-mail dinevich@013.net;*²*Namangansky University, Namangan, e-mail kamalov-1942@inbox.ru*

Based on the analysis of long-term development work in the field of active impacts on formation of precipitation processes, experimental and theoretical studies performed in [1-24], it is proposed to use the technique of continuous cloud seeding ice-forming aerosols using ground-based generators. In areas of the most intense hail processes are encouraged to apply the mixed technology, while the application and missiles, and land-based generators.

Keywords: hail processes, optimization of methods of action, method of continuous cloud seeding

С точки зрения авторов настоящей публикации, разработанный в шестидесятые годы учёными и специалистами ЦАО, ИГАН, Молдавской службы и развитый в дальнейшем усилиями учёных и специалистов вышеуказанных и других научных институтов и Служб (ВГИ, СарНИИ, УкрНИИ и др.) ракетный способ воздействия на осадко- и градообразовательные процессы признан в Мире самым эффективным. Он наиболее соответствует современному представлению физики осадко и градообразования и управления ими с целью предотвращения роста града и увеличения осадков. В его разработку были вложены усилия больших коллективов учёных и огромное денежное средства. Реализация этого метода требует чрезвычайно высоких денежных затрат, применение сложного оборудования (радиолокаторы, ракетные комплексы, компьютеры и т.д.), высочайшего уровня подготовки специалистов и организации труда. Тем ни менее, даже при выполнении всех этих условий град нередко уничтожает посевы и насаждения на больших площадях.

В новых экономических условиях в Странах бывшего СССР вышеуказанные требования реализовать стало чрезвычайно сложно. Необходимы новые научно обоснованные, эффективные, но менее сложные

и более дешёвые методы управления процессами в облаках.

Методы воздействия на облачные процессы с целью подавления процессов роста града. Работы по воздействию на облака с целью их рассеяния, ослабления градобитий, увеличения осадков проводятся во многих странах более 50 лет. Тем не менее, проблема настолько сложна, что уровень их эффективности до сего времени вызывает споры и у теоретиков, и у экспериментаторов.

В странах СНГ все опыты по ослаблению градобитий были начаты на основе принципа конкуренции искусственных ядер кристаллизации за облачную воду. С этой целью в градоопасном облаке необходимо создать достаточное (10^5 - 10^6 в м³ облачного объёма) количество искусственных зародышей ледяных частиц.

Методика, разработанная в ЦАО и ИГАН Грузии [9, 11] требовала засеять достаточным количеством реагента крупнокапельные зоны градоопасных облаков, т. е. области повышенного радиолокационного отражения (ККО). При этом зона образования и роста града по данным авторов (по представлениям того периода) имеет объём около 100 км³. Оперативный засев таких объёмов могли обеспечить только ракеты типа

Облако, которые диспергировали льдообразующие аэрозоли вдоль относительно длинной трассы её полёта [9]. По этой методике велись работы в Молдавии, Грузии и Украине (Крым, Одесская область). Однако, уже вскоре исследования показали, что засеvu подлежит не только легко определяемая радиолокатором так называемый (ККО), а гораздо большая область зарождения и роста града в облаке с очень сложными и постоянно меняющимися горизонтальными и вертикальными потоками [13]. В этой связи следовало засеивать очень оперативно (не более трёх-пяти минут с момента обнаружения градоопасной ячейки на ранней стадии её развития) большие, быстро меняющиеся, трудно определяемые радиолокатором области в облаке. Для оперативного выполнения такой задачи был разработан ракеты типа «Алазань», а в дальнейшем «Кристал», позволявшие оперативно засеивать большие объёмы облака. Значительные усилия учёных и специалистов были направлены на разработку радиолокационных методов обнаружения градоопасных очагов в облаках на наиболее ранней стадии их развития (сверхкраткосрочный радиолокационный прогноз).

В тоже время в ВГИ [24] был разработан способ предотвращения града путем введения кристаллизующих аэрозолей в так называемую зону аккумуляции переохлажденной крупнокапельной влаги (накопившейся над уровнем максимальных скоростей вертикальных потоков). В этом случае объем зоны аккумуляции, как утверждают авторы, составляет в среднем около 15 км³. Для такой цели был разработан артиллерийский способ диспергирования реагента (методом взрыва). Он был применен на Северном Кавказе, Азербайджане и Армении.

В Средней Азии несмотря на высокое положение нулевой изотермы, работы по воздействию на градовые процессы были начаты по рекомендации ЦАО с помощью ракет ПГИ-М, потолок которых в максимуме едва достигал 5 км. Объяснение этому, по мнению учёных СарНИИ [17] заключалось в следующее.

Ливневое облако при его засеивании даёт влаги в несколько раз больше, чем содержится в нем на стадии развития. К примеру, по экспериментальным данным Б. Лескова [11] при воздействии на облачные системы Ns – As, дающие естественные осадки, количество дополнительных осадков в сред-

нем в 10 раз больше, чем единовременный капельный водозапас засеянного слоя облака. Иначе говоря, конвективное облако или конвективные ячейки в слоисто кучевой облачности во время своего существования играют роль некоторого генератора, который всасывает в себя окружающий воздух, забирает из него влагу, трансформирует её в облачные капли и изливает на землю в виде осадков. Далее было установлено, что зрелое облако питается влагой воздуха, попадающего внутрь него в основном через основание и боковую поверхность передней части нижней трети облака.

Исходя из этих положений, при организации научных и опытных работ по ослаблению градобитий в Средней Азии считалась необходимой обработка нижней передней (подветренной) части облака с расчетом на то, что реагент вводится вместе с влагой, вовлекаемой в облако. Образование и рост естественных и искусственных зародышей града при этом происходит одновременно и одинаковым темпом [17].

Поэтому в первые годы (1964-1966) в работах по ослаблению градобитий в Ферганской и Гиссарской долинах были использованы ракеты ПГИ. Эти районы являются наиболее градоопасными в Средней Азии. Например, в Гиссарской долине Таджикистана количество дней с градом в период с апреля по июль включительно достигает 20, площадь градобитий – 30 тыс. га, а сумма выплат страхового возмещения колебалась от 1,2 до 6,3 млн. руб. (по ценам того времени) [1].

Результаты градозащиты в Гиссарской долине за период 1964-1966 гг. приведены в табл. 1 [1].

Как видно из таблицы, в течение трех лет на защищаемой территории град, приносящий ущерб сельскохозяйственным культурам, не выпадал. В двух случаях, 26 апреля и 8 мая 1966 г., градоносные облака, вызвавшие градобития на защищаемой территории на площади 858 га, не были обработаны. За этот же период на контрольных территориях значительные площади были повреждены градом. Конечно трёхлетний период слишком мал для оценки метода. Тем не менее, вывод был сделан о том, что вышеизложенные рассуждения, положенные в основу защиты от града в Средней Азии верны. Однако использование ракет ПГИ-М предполагает создание большого количества пунктов воздействия. Так, например,

для защиты сельскохозяйственных культур от градобитий на площади 100 тыс. га. необходимо, как минимум, 20 пунктов воздействия, что усложняло управление ими и приводило к пропуску града. Применение противорадовых ракет «Облако» и «Алазань», разработанных в последующие годы, у которых эффективный радиус диспергирования реагента около 8 км, также не намного уменьшало количество пунктов воздействия (на сто тыс. га требуется не менее 12 ракетных пунктов). Использование этих типов ракет повысило эф-

фективность противорадовых работ, но не исключило градобитий. Тогда по рекомендации ВГИ [18] было принято решение дополнительно к ракетам ПГИ применить 100-миллиметровые артиллерийский противорадовый комплекс Эльбрус, который обеспечивал обработку градоопасных облаков на расстояниях, до 14 км. В этом случае число пунктов воздействия было существенно сокращено. И всё-таки интенсивные градовые процессы нередко приводили к сильным градобитиям.

Таблица 1
Результаты противорадовых работ в Гиссарской долине Таджикистана

Год	Защищаемая площадь (тыс.га)		Количество обработанных зон	Расход изделий ПГИ-М, шт	Отношение (%) поврежденной площади к общей посевной на			
	Общая	Посевная			опытной территории	контрольных районах		
						Регарский	Ленинский	Орджоникидзевский
1951-1963								
Среднее					6,6	6,1	14,5	10,8
Макс.					24,0	27,4	27,1	21,4
Мин.					0,5	0	0,3	0,2
1964	30	18	70	898	0	12,3	10,7	9,4
1965	42	30	55	896	0	10,4	6,1	8,6
1966	55	45	47	621	1,9	3,8	28,9	23,5

В начале 90-х годов все противорадовые организации перешли на ракетный способ засева облаков и производство противорадовых снарядов было приостановлено. В последние годы противорадовые работы проводятся только ракетами типа «Алазань».

Результаты работ по защите сельскохозяйственных культур от градобитий по всем районам Узбекистана позволяют оценивать их положительно. Так, в Сарыасийском, Шахрисабзском, Самаркандском районах, в восточной части Андижанского района суперячейковые процессы очень редки и градозащита там с малоинтенсивными процессами справляется. На севере же Ферганской долины мощные градовые процессы имеют большую повторяемость. Здесь противорадовые мероприятия позволили уменьшить повреждения сельхозкультур в 2-10 раз. Достигнутая эффективность противорадовых работ соответствует уменьшению ущерба от градобитий в 4-5 раз по отношению к средним многолетним данным об ущербе до начала противорадовых работ.

Связь среднегодовых чисел дней с грозой и с градом. Поскольку град почти

всегда выпадает во время грозы, интересно сравнить данные о числе дней с градом и с грозой. На рис. 1 приведена зависимость среднегодовых чисел дней с градом и грозой. Как видно, зависимость отчетливая, довольно таки тесная. Сравнение показывает, что в годы градозащиты среднегодовое число дней с грозой было $31:26,4=1,17$ раза больше чем в годы до защиты. На этой основе можно подсчитать, что градозащита способствовала снижению градообразующей способности гроз в 2 раза. Она в годы до защиты составляла $2,5:26,4=0,095$, а в годы защиты $1,5:31=0,048$.

Тем не менее, нельзя не отметить, что несмотря на непрерывное совершенствование технических средств и технологических схем воздействия, градобития хотя и сокращались, но ежегодно приносили существенный ущерб на защищаемых территориях во всех регионах, где эти работы проводились.

На этом основании можно сделать вывод о том, что действующие способы воздействия на градовые процессы исчерпали свои возможности. Для дальнейшего раз-

вития градозащиты необходима новая парадигма.

Обоснование новой парадигмы и её содержание. В качестве основы для её формирования рассмотрим результаты исследования воздушных потоков в околооблачном и внутри облачном пространстве.

Исследования структуры воздушных потоков в кучево-дождевых облаках и их окрестностях с помощью пассивных радиолокационных отражателей [ПРО], радиозондов и шаров-пилотов подтвердили [5, 6], что воздух из окружающей атмосферы внутрь конвективного облака попадает главным образом, через основание и боковую поверхность нижней передней части облака [20].

В последующем Х.М. Каловым [19] проведён 21 эксперимент по исследованию воздушных потоков в облаках и околооблачном пространстве. Из них 4 запуска ракет с ПРО осуществлено в область максимума радиоэха, 8 – в навес и впереди навеса, 1 на границу навеса и околооблачной среды, 1 в верхнюю часть слоисто кучевого облака, 7 – в околооблачное пространство. Основные, на наш взгляд, результаты этих работ следующие:

– При введении ПРО во фронтальную часть облака на уровне выше 3-4 км., они не входили в облако, что указывает на отсутствие втока воздуха в облако из фронтальной части с высот примерно 3-4 км и более. Потоки в сторону облака из фронтальной части фиксируются с уровнем ниже 1-2 км [5].

– Запущенные на некотором расстоянии от Сб радиозонды и шар-пилоты, имеющие свободную подъёмную силу, как правило, обходят их, а при наличии нескольких облаков перемещаются между ними, не входя ни в одно из них [6].

– В некоторых работах, например Х.М. Каловым [19], отмечается, что вток воздуха в конвективное облако наблюдается только через его нижнее основание.

– ПРО, внесенные в навес радиоэха и впереди него, перемещаются по направлению от центра облака к навесу радиоэха, опускаясь вниз с гравитационной скоростью, что указывает на отсутствие втока воздуха из этих областей. Внесенные в область максимума отражения ПРО перемещаются вместе с облаком, немного опережая его, и доходят также до навеса радиоэха.

Вышесказанное подтверждается тем, что осязаемый эффект имеется при рассея-

нии наземными генераторами AgI в проекте по предотвращению града во Франции, осуществляемого без перерыва с 50-х годов по настоящее время на площади 7 млн. Га. Также здесь следует упомянуть опыты, проведенные в Ферганской долине Б.Ш. Кадыровым и В.П. Курбаткиным по воздействию на град наземными пиротехническими генераторами [18]. Они проводились в течении 4-х лет (1991-1994 гг.) и по имеющимся оценкам дали положительные результаты. Положительный эффект достигнут и в противоградовых работах, проводимых с помощью наземных генераторов в Бразилии

Важно заметить, что большой комплекс исследований по структуре потоков в конвективных облаках был выполнен в Молдавии с применением различных трассеров [12]. Здесь уместно повторить выводы, полученные авторами этого многолетнего проекта.

В многочисленных экспериментах детально проиллюстрированных примерами [12], были отмечены характерные величины и особенности распространения трассеров в различных ситуациях. Многофакторность процессов распространения трассеров и формирования осадков затрудняет выявление причин, приводящих к отмеченным особенностям. Тем не менее, следующие выводы представляются достаточно обоснованными:

– При внесении трассера в любую точечную область ячейки на стадии ее диссипации максимальная плотность вымывания трассера отмечается под эпицентром его введения, а ареал распространения занимает площадь меньше чем площадь выпавшего из этой ячейки дождя. Скорость распространения трассера по горизонтали от 7 до 22 м/с. Она несколько выше в направлении смещения облачной ячейки. При одновременном использовании в качестве трассера дейтерия и ^{210}Po последний обнаруживается в точках измерения значительно раньше. Обнаружена зависимость содержания этих трассеров от размера капель дождя. Чем больше размер капель, тем большее содержание в них трассера.

– При внесении трассера в любую точечную область ячейки на стадии ее зарождения и развития ареал ее распространения охватывает всю площадь дождя за весь период жизни ячейки. Концентрация трассера в различных точках измерительного полигона тем больше, чем больше количество

выпавших в них осадков. Однако прямой пропорциональной связи у этой зависимости нет.

– Наибольшие скорости переноса трассеров всех типов наблюдаются в стороне противоположной направлению смещения облачной ячейки и могут достигать высоких значений. Так для 210Po наблюдались скорости более 60 м/с. В других направлениях эти скорости достигали 25 м/с. Для надёжного установления, являются ли наблюдаемые факты такого рода действительно результатом переноса трассеров, или это артефакт, связанный с неточным определением времени и места введения трассеров, желательна проведение дополнительных специальных исследований.

– При внесении трассера в центр и тыл зрелой облачной ячейки (область максимальной радиолокационной отражаемости не развивающейся ячейки), расположенной выше нулевой изотермы ареал его вымывания занимает относительно небольшую площадь с максимальной концентрацией под зоной его введения. Причем, тяжелая вода вымывается значительно быстрее чем 210Po и поле ее распространения значительно меньше.

Здесь следует заметить, что были отдельные эксперименты, в которых трассер введенный в тыл зрелой ячейки на высоте выше нулевой изотермы обнаруживался в осадках выпавших далеко впереди по направлению перемещения и развития облачной ячейки. Вероятно это свидетельствует о том, что в ряде случаев в тылу зрелой ячейки есть поток, обтекающий её, как твердое тело и участвующий в процессе осадкообразования.

– При внесении трассера во фронтальную часть развивающейся ячейки максимальная ее концентрация в дожде отмечается не под эпицентром его введения, а впереди по ходу перемещения и развития ячейки.

– При внесении трассера на стадии зарождения и развития ячейки он (льдообразующий реагент) быстро распространяется по всему её объёму и участвует в осадкообразовательном процессе.

– Использование трассеров косвенно подтвердило эффективность применяющихся в активных воздействиях на осадкообразующие процессы льдообразующих реагентов и методики их применения.

– Как показали наземные измерения трассеры регистрируются только в осадках,

выпавших из ячеек, в которые они вводились. Перенос их в другие ячейки одной и той же облачной системы не отмечался.

Молдавские исследования, в подтверждение Среднеазиатских, подтверждают важность и сложность в определении места введения реагента при засевае облаков с целью увеличения осадков и особенно при проведении противоголодных работ.

К этому следует добавить выводы, полученные в работе [11], из которых следует, что положительный эффект засева, т. е. увеличение осадков, подавления процессов роста града отмечается только в том случае, если он совпадает с периодом развития облачной ячейки. Знак и величина эффекта воздействия на облачную ячейку – сложная функция её состояния и термодинамических условий развития в момент засева.

Все эти результаты исследований, многолетний опыт авторов в проведении исследований и оперативных работ по увеличению осадков и уменьшению ущерба от градобитий показывает насколько технологически сложно определить место в облаке и время для засева облаков, на сколько сложно обеспечить достаточный засев непрерывно развивающегося осадкообразовательного процесса дискретными действиями. Небольшие ошибки в этой сложной технологической цепочке могут приводить не только к нулевому, но и к обратному результату.

В этой связи была выполнена работа [14, 15, 16, 17] целью которых было проверить способ введения ядер кристаллизации в облака посредством их генерации у основания конвективных потоков, т. е. у земли. В этом случае сами процессы облако, осадко и градообразования проходят с участием, генерируемых у земли искусственных ядер. Вертикальными потоками эти искусственные частицы должны с достаточной скоростью непрерывно переноситься от уровня земли в области зарождения и роста капель дождя или града. На основании своих расчетов авторы вышеуказанных работ пришли к следующим выводам.

Рассмотренные выше в [14] модели переноса льдообразующих частиц от наземных генераторов нередко дают при неустойчивой стратификации атмосферы довольно высокие их концентрации на уровнях изотерм $-5 - -6^\circ\text{C}$ (до 10^6 частиц/м³). Такие концентрации могут достигаться при скорости подъема воздуха 1 м/с примерно через час с начала работы генератора.

При интенсивных осадкообразовательных процессах энергия неустойчивости в приземном слое воздуха может достигать 200 Дж/кг, а нередко бывает и в несколько раз больше. Скорость подъема воздуха при этом получается уже порядка 10 м/с. (В Молдавии градобития, к примеру, бывают при наличии вертикальных скоростей 18 м/с и более). Время подъема и горизонтальный перенос в этом случае могут быть значительно меньше, а концентрация частиц – больше. Например, при скорости восходящих движений 10 м/с уровень 4 км достигается частицами за несколько минут. При коэффициенте турбулентности $K=100 \text{ м}^2/\text{с}$ диффузионное «расплывание» за это время составляет всего порядка 200 м.

Регулируя время, интенсивность работы наземных генераторов, их количество и расположение на местности можно эффективно использовать этот метод и для работ по увеличению осадков, и для предотвращения роста града.

При этом отпадает необходимость радиолокационного определения места в облаке для его засева в задачах увеличения осадков и предотвращения роста града. Ледообразующие частицы находят это место сами, участвуя в естественном процессе облако- и осадкообразования.

Выводы

Результаты этих исследований привели нас к выводу что засев осадкообразующих процессов в облаках с помощью наземных генераторов может быть эффективным. При этом отпадает необходимость радиолокационного определения места в облаке для его засева в задачах увеличения осадков и предотвращения роста града. Ледообразующие частицы находят это место сами, участвуя в естественном процессе облако- и осадкообразования. В этом случае на естественные непрерывные процессы облако и осадкообразования воздействия производятся непрерывными методами.

В ряде регионов с особоинтенсивными градообразовательными процессами следует предусмотреть возможность засева градоопасных облаков смешанным способом, т. е. непрерывно с помощью наземных генераторов и в отдельных случаях с помощью ракет.

При таком способе засева важную роль приобретают срочные и сверхкраткосрочные прогнозы развития осадко и градообра-

зовательных процессов, а так же радиолокационные сверхкраткосрочные прогнозы и наблюдения за развитием и перемещением облаков.

Предлагаемые изменения в технологии воздействия на осадкообразовательные процессы ставят перед исследователями новые задачи, в том числе усовершенствование наземных средств генерации ледообразующих аэрозолей, включая поднятие его уровня на 20-25 м над землёй (см. [16]), разработки новой технологии воздействия с целью увеличения осадков и с целью предотвращения роста града, в том числе с частичным применением в ряде случаев ракет, постановка экспериментов, исследующих поведение ледообразующих частиц с высотой, в том числе при различных погодных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдумаликов Т.И., Бокова П.А., Джураев А.Д., Махмудов Х.М., Севостьянова Т.В. Состояние изученности градовых процессов и активных воздействий в Средней Азии // Тр. VIII Всесоюзной конференции по физике облаков и активным воздействиям. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 401-412 с.
2. Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Федченко Л.М. Противоградовая защита в СССР // Сб. Активные воздействия на гидрометеорологические процессы. Тр. Всесоюзной конференции (Киев, 17-21 ноября 1987 г.). – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 101-108.
3. Абшаев М.Т., Дубинин Б.Н., Шимшилашвили М.Э. Об эффективности технических средств воздействия на градовые процессы. // Тр. ВГИ. – 1986 – Вып.63. – С. 110-126.
4. Бибилашвили Н.Ш., Бурцев И.И., Серёгин Ю.А. Руководство по организации и проведению противоградовых работ. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 168 с.
5. Бибилашвили Н.Ш., Евстратов В.В., Ковальчук А.Н. Некоторые результаты исследования структуры воздушных потоков в зоне кучево-дождевых облаков с помощью радиолокационных дипольных отражателей // Тр. ВГИ. – 1974. – Вып.28. – С. 100-108.
6. Бибилашвили Н.Ш., Ковальчук А.Н., Чеповская О.И. Некоторые результаты исследования структуры воздушных потоков под развитыми конвективными облаками // Тр. ВГИ. – 1977. – Вып. 34. – С. 58-66.
7. Временные методические указания по организации и проведению противоградовых работ. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 143 с.
8. Временные методические указания по воздействию на градовые процессы. – Москва, 1987. – 41 с.
9. Гайворонский И.И., Ганичев А.Н., Дмитриев В.И., Карцивадзе А.И., Серёгин Ю.А., Чернопятков Ю.П., Чуков Н.С., Шимшинцев В.В. Противоградовый комплекс «Облако» // Сб. Исследования по физике облаков и активным воздействиям на погоду. Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 146 -152.
10. Деннис А., 1983. Изменение погоды засевом облаков. – М.: Мир, 1983, 272 с.
11. Диневич Л.А. и др. Изменение осадков противоградовой защитой. – Иерусалим: Мика К.А. LTD, 1998. – 300 с.

12. Dinevich L., Dinevich S., Leskov B., 2008. Cloud Modification for Rain Enhancement. Pp. 105-153. Questions of physics of clouds. Moscow, Hydrometizdat.
13. Dinevich, L., S. Shalaveus, 2008. Using Tracers in Studies of Agent Propagation in Convective Cloud Modifications. Pp. 58-104. Questions of physics of clouds. Moscow, Hydrometizdat.
14. Dinevich L., L. Ingel, A. Khain. 2011. Evaluations of vertical transport of ice-forming particles produced by ground-based generators. Journal «Scientific Israel- Technological Advantages» Vol.13, № 1, pp. 95-107, 2011.
15. Dinevich L., L. Ingel, A. Khain. 2012. Evaluations of vertical transport of ice-forming particles produced by ground-based generators. (some recommendations on practical applications). Journal «Scientific Israel- Technological Advantages» Vol.13, № 4, pp. , 2011.
16. Dinevich L., L. Ingel, A. Khain. 2013. Оценки переноса льдообразующих частиц от наземных генераторов. «Современные наукоемкие технологии» № 2, 2013. С. 14-25.
17. Dinevich L., L. Ingel, A. Khain. 2013. Использование труб для увеличения эффективности наземных генераторов кристаллизующего реагента. «Современные наукоемкие технологии» № 11, 2013.
18. Джураев А.Д., Камалов Б.А. Некоторые результаты защиты сельскохозяйственных культур от градобитий в Средней Азии // Тр. САНИГМИ. – 1977. – вып. 48(129). – С. 44 -51.
19. Кадыров Б.Ш., Курбаткин В.П., Шерстнев А.А. Результаты воздействия на градовые облака наземными пиротехническими генераторами // Тр. САНИГМИ. – 1995. – Вып. 148 (229). – С. 28-36.
20. Калов Х.М. Уточнение схемы засева грозо-градовых облаков кристаллизующим реагентом на основе радиолокационного определения вектора скорости воздушных потоков в них // Тр. ВГИ. – 1999. – Вып. 90. – С. 38-45.
21. Камалов Б.А. Активные воздействия на гидрометеорологические процессы в Узбекистане. Ташкент: Узгимет, 2012. – 160 с.
22. РД 52.37.596-98. Руководящий документ. Инструкция. Активное воздействие на градовые процессы. – М.: Росгидромет, 1998. – 32 с.
23. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 229 с.
24. Сулаквелидзе Г.К. Борьба с градобитиями // Сб. Метеорология и гидрология за 50 лет Советской власти. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 227-242.
25. Сулаквелидзе Г.К. Результаты противоградовых работ и проверка модели градового облака // Метеорология и гидрология. – 1970. – № 8. – С. 101-109.
26. Шметер С., 1987. Термодинамика и физика конвективных обюлаков. – Л.: Гидрометеиздат. 1987-287 с.

УДК 552.3

ПЕТРОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ГРАНИТОИДОВ ЖЕРНОВСКОГО ИНТРУЗИВНОГО КОМПЛЕКСА САЛАИРА

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск,
e-mail: anzerg@mail.ru*

В статье приведены данные по петрографии, геохимии, петрологии и рудоносности гранитоидов жерновского комплекса Салаира. В составе комплекса выделены 5 фаз. Охарактеризованы кварцевые монцониты, монцодиориты, гранодиориты, меланограниты, граносиениты, нордмаркиты, лейкограниты, лейкограниты с флюоритом. Уран-свинцовым датированием возраст пород определен в 249,8 млн. лет. По комплексу признаков гранитоиды отнесены к шохонитовой серии. В лейкогранитах и лейкогранитах с флюоритом проявлен М-тип тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ. По соотношениям изотопов стронция и неодаима расплавы гранитоидов близки к мантийному источнику типа EM II. Генерация гранитоидов происходила в результате мантийно-корового взаимодействия. С массивами гранитоидов связано кварцево-грейзеновое оруденение олова, вольфрама и молибдена.

Ключевые слова: гранитоиды, шохонитовая серия, тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ, кварцево-грейзеновое оруденение олова, вольфрама, молибдена

PETROLOGY AND ORE MINERALIZATION OF GRANITOIDS SCHERNOVSKOI INTRUSIVE COMPLEX OF SALAIR

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Data of petrography, geochemistry, petrology and ore mineralization of granitoids schernovskoi complex of Salair lead. Five phases detached in composition of complex. Quartz diorites, monzodiorites, granodiorites, melanogranites, granosientes, nordmarkites, leucogranites, leucogranites with fluorites characterized. Age of rocks by U-Pb method defined in 249.8 mln. Years. Granitoids on complex features refer to shoshonitic series. M-type tetrad effect fractionation REE display in leucogranites, leucogranites with fluorites. Melts of granitoids are near to mantle source type of EM II on ratio of isotopes of strontium and neodium. Generation of granitoids happened in result of mantle-crust interaction. Quartz-greisen ore mineralization of tin, tungsten and molybdenium.

Keywords: granitoids, shoshonitic series, tetrad effect fractionation REE, quartz-greisen ore mineralization, tin, tungsten and molybdenium.

Покровно-складчатое Салаирское сооружение занимает крайне северо-западное положение в системе Алтае-Саянской складчатой области. В его пределах получили развитие породы самых различных возрастов и составов. Большую часть эффузивно-интрузивных комплексов Салаирского кряжа связано с салаирской фазой складчатости. Однако и после герцинского тектогенеза в этом районе проявились своеобразные интрузивные комплексы триасового возраста, включающие монцониты, кварцевые диориты, умеренно-щелочные граниты, лейкограниты, редко – нордмаркиты, объединяемые в единый жерновской комплекс [1]. В пространственной связи с гранитоидами жерновского комплекса обнаруживаются проявления и геохимические аномалии олова, свинца, цинка и других элементов.

Цель исследования – осветить петролого-геохимические особенности гранитоидов жерновского комплекса и их рудоносность.

Результаты исследований. Гранитоидные массивы жерновского комплекса рас-

пространены в пределах Салаира, где они образуют меридиональный пояс, представленный Улантовским, Жерновским, Каменским и Горновским ареалами. Улантовский ареал включает лейкократовые граниты центральной и северной части Улантовского полихронного плутона (Чемский массив), роговообманково-биотитовые граниты и реже граносиениты, слагающие восточную часть Коуракского плутона (Тарсьминский массив). Жерновский ареал состоит из одноименного массива, биотитовых и амфибол-биотитовых гранитов центральной части Выдрихинского плутона и ряда мелких тел к юго-востоку от него, Горновский – объединяет Горновский, Еландинский, Бийский (Луговской), Чемровский и Воеводский массивы. В составе комплекса резко преобладают меланограниты и граниты второй и третьей фаз, в подчиненном количестве присутствуют кварцевые монцодиориты, граносиениты и лейкограниты. Наиболее крупным является Горновский массив, площадь выхода которого на погребенной поверхности палеорельефа составляет более 712 км² и может классифи-

цироваться как батолит. Площади других массивов составляют от 64 (Еландинский массив) до 130 км² (Воеводский массив).

По имеющимся петрохимическим и петрографическим материалам гранитоиды жерновского комплекса подразделяются на 5 фаз внедрения:

Первая фаза представлена кварцевыми монцонитами, монцодиоритами, и редко кварцевыми диоритами. Вторая фаза – гранодиоритами. Третья фаза – умеренно-щелочные меланограниты (адамеллиты), граниты и граносиениты. Четвертая фаза – биотитовые лейкограниты. Пятая фаза – лейкограниты с флюоритом.

Кварцевые монцониты и монцодиориты розовато-серые, средне – крупно зернистые, массивные. Структура: гипидиоморфнозернистая с элементами пойкилитовой, монцонитовой. Отмечаются порфиroidные разности. Размер зерен слагающих минералов от 0,8 до 2,5 мм. Минеральный состав кварцевых монцонитов: калиевый полевой шпат 27-35%, плагиоклаз 45-60%, роговая обманка 0-15%, кварц 10%. Роговая обманка по составу отвечает переходной разности между эденитом и обыкновенной роговой обманкой. Акцессорные минералы: апатит, сфен, магнетит и редко циркон. Калиевый полевой шпат пелитизирован, наблюдается слабо выраженная пятнистая микропертитовая структура.

Минеральный состав монцодиоритов: калиевый полевой шпат-27-35%, плагиоклаз- 37-42%, биотит-до 10%, роговая обманка-до 18%, в единичных шлифах моноклинный пироксен (до 20%), по составу отвечающий диопсиду. Акцессорные минералы (сфен, циркон, апатит, рудный) – 1%. Модель распределения РЗЭ отвечает умеренному типу фракционирования (отношения лантана к иттербию составляют 21,6). Они также характеризуются наиболее высокой суммой концентраций РЗЭ из всех пород Горновского массива и отсутствием европиевой аномалии (табл. 1).

Меланограниты крупно-среднезернистые с гипидиоморфнозернистыми гранитовыми структурами в, разной степени катаклазированные. Минеральный состав меланогранитов: плагиоклаз (альбит-олигоклаз) 25-30%, калиевый полевой шпат (микроклин-пертит) 27-35%, кварц 25-30%, биотит 10-12%. Плагиоклаз, альбит-олигоклаз удлиненно-призматический, иногда незначительно серицитизированный, а по краям зерен альбитизированный. Микро-

клин-пертит обычно свежий, редко слабо пелитизированный. Нередко в нем содержатся вроски кварца, плагиоклаза, биотита. Характерны порфиroidные выделения микроклин-пертита таблитчатой формы размером до 5x10x20 мм. Кварц, как правило, сильно трещиноват, раздроблен, обладает резко выраженным волнистым и блоковым угасанием. Темноцветные минералы представлены биотитом. Крупные и мелкие листочки биотита изогнуты, расщеплены, часто содержат в себе мелкий короткостолбчатый апатит и игольчатый рутил. По составу относится к ряду истонит-сидерофиллит. Акцессорные минералы – апатит, сфен, магнетит, реже пирит, а в единичных случаях – ортит. Редкоземельные элементы в меланогранитах и адамеллитах показывают высокую степень дифференцированности – нормированные к хондриту отношения $(La/Yb)_N$ варьируют от 32,8 до 45,9 (табл. 1).

Граносиениты массивные неравномернозернистые порфиroidные и порфиroidные состоят из крупных и более мелких зерен пелитизированного микроклин-микропертита (30-50%), олигоклаз-андезина (25-30%) часто включенного в калишпат, кварца с волнистым угасанием (20-25%) и мелких чешуй биотита (1-5%). Переходы от меланогранитов к граносиенитам постепенные. По характеру зернистости и структурно-текстурным особенностям породы практически не отличаются.

Нордмаркиты розовато-серой окраски, массивные, местами гнейсоватые. Микроструктура гипидиоморфнозернистая. Минеральный состав характеризуется преобладанием микропертиового полевого шпата (70-75%), кварца (15-20%), эгирин-авгита (3-4%), амфибола (3-5%), редко биотита (1-2%). Акцессорные минералы: апатит, сфен, пирит, циркон, ортит.

Биотитовые граниты серые и розовато-серые массивные средне- крупнозернистые с гипидиоморфнозернистой гранитовой структурой. Сложены они призматическим альбит-олигоклазом (30-40%), микроклин-пертитом (30-40%), кварцем (25-30%), биотитом (5%). Изредка отмечается зеленая роговая обманка (до 1-2%) Акцессорные минералы – апатит, магнетит до 1%. Они характеризуются сравнительно меньшей суммой РЗЭ, чем породы первой и второй фаз внедрения, повышенной дифференцированностью РЗЭ и слабо выраженной европиевой отрицательной аномалией (табл. 1).

Таблица 1
Содержания петрогенных компонентов (мас. %), редких и редкоземельных элементов (ppm) в породах Горновского массива (P₂-T₁).

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	74.91	75.33	75.65	69.45	74.11	58.40	68.18	66,07	70.31	74.95	76.75
TiO ₂	0.18	0.14	0.15	0.42	0.22	0.75	0.43	0,42	0.42	0.18	0.11
Al ₂ O ₃	13.07	13.06	12.88	14.84	12.64	17.81	15.37	17,76	14.08	12.48	12.98
Fe ₂ O ₃	2.79	2.39	2.51	3.98	2.86	5.98	3.94	2,05	3.19	2.36	0.73
MnO	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.12	0.07	0,04	0.06	0.03	0.04
MgO	0.37	0.20	0.19	1.51	0.59	2.44	1.52	0,49	1.10	1.79	0.15
CaO	1.03	0.75	0.80	1.82	1.40	3.84	2.64	0,54	2.65	1.16	0.32
Na ₂ O	3.20	3.63	3.08	4.24	3.03	3.50	3.88	5,53	3.82	3.30	4.10
K ₂ O	4.09	4.57	4.44	3.88	4.87	5.08	3.85	5,76	3.02	3.32	3.98
H ₂ O	0.04	0.04	0.04	0.50	0.50	1.25	0.09	0,10	0.58	0.52	0.07
P ₂ O ₅	0.03	0.03	0.03	0.01	0.08	0.38	0.16	0,33	0,05	0.07	0.10
Сумма	99.77	100.2	99.80	100.69	100.35	99.55	100.13	99,09	99.23	100.2	99.97
Cs	0.1	3.2	1.8	4.5	8.2	2.9	3.5	5,3	2.4	3.3	2.0
Rb	218	255	215	171	175	89	113	165	107	156	180
Sr	148	65	98	665	104	2021	1209	875	1063	622	10
Y	36.5	55.0	40.0	4.2	28.0	3.2	7.7	12,1	9.6	7.7	16.0
Zr	108	81	108	282	147	434	280	309	221	119	220
Nb	5.9	4.7	3.5	2.1	4.3	7.5	1.2	3,8	3.2	3.4	88
Ba	320	70	170	770	380	2700	1100	987	1100	590	25
La	19.70	15.6	19.30	39.50	26.20	57.90	58.90	55,6	47.00	19.40	3.3
Ce	33.20	26.50	30.90	58.00	44.60	100.80	92.40	88,7	69.30	30.00	37
Nd	15.50	12.50	13.70	23.60	21.20	48.90	40.20	33,5	28.20	12.90	9.0
Sm	3.50	2.80	2.95	4.70	4.80	11.30	8.50	7,8	5.67	2.70	7.0
Eu	0.38	0.30	0.32	0.84	0.57	3.15	1.50	1,57	1.44	0.72	0.14
Gd	2.36	2.78	2.37	3.10	3.54	7.67	4.00	4,5	5.00	2.40	1.0
Tb	0.47	0.56	0.47	0.44	0.63	1.12	0.62	0,7	0.73	0.37	0.91
Yb	2.84	3.56	2.94	0.58	2.30	1.81	1.21	1,3	1.18	0.65	1.5
Lu	0.460	0.58	0.480	0.074	0.350	0.240	0.164	0,17	0.160	0.090	0.2
Hf	0.04	3.3	3.4	5.1	3.8	11.0	4.9	3,9	4.6	3.3	4.6
Ta	0.9	1.0	1.1	0.7	0.9	0.5	0.6	0,55	0.6	0.5	4.8
Th	0.12	31.6	26.2	21.5	14.4	8.0	17.1	18,2	15.6	17.8	49
La/YbN	4.7	3.0	4.4	45.9	7.7	21.6	32.8	31,7	26.9	20.1	1,38
Eu/Eu*	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	1.0	0.7	0,72	0.8	0.8	0,005
ΣРЗЭ	78.41	65.18	73.43	130.83	104.19	232.89	207.49	193,85	158.68	69.23	59,14

Примечание. 1, 5, 10 – лейкограниты, 2 – аплитовидные лейкограниты, 3 – пегматоидные лейкограниты, 4, 7 – адамеллиты, 6 – кварцевые монцодиориты, 8 – нордмаркиты, 9 – граниты, 11 – лейкограниты с флюоритом. Анализы выполнены в АЦ ОИГГМ СО РАН (г. Новосибирск). Нормализация некоторых РЗЭ проведена относительно концентраций в хондрите по [6].

Лейкограниты 4 фазы внедрения розовато-серые и светло-серые биотитовые массивные неравномернозернистые. Вблизи контакта лейкогранитов с биотитовыми гранитами – порфиоровидные. Редко отмечаются участки пойкилитовых структур. Состав: микроклин-пертит – 25-40%, кварц – 30-40%, альбит-олигоклаз – 30-35%, биотит – 1-3%, редко встречается мусковит. Присутствуют микрографические срост-

ки кварца и калишпата размером до 2мм. Биотит по химическому составу относится к ряду истонит-сидерофиллит. Акцессорные минералы – апатит, магнетит, ортит, циркон. Характеризуются небольшой суммой РЗЭ и явной отрицательной аномалией по европию (табл. 1).

Лейкограниты с флюоритом 5 фазы розовато-желтоватой окраски аналогичны лейкогранитам 4 фазы, но отличаются от

них наличием микропегматоидных структур, а также миароловых пустот с флюоритом, биотитом, редко шеелитом, сульфидами. В спектре РЗЭ наблюдается резкая европиевая отрицательная аномалия при небольшом фракционировании. При этом сумма РЗЭ из всех пород в лейкогранитах с флюоритом самая низкая (табл. 1).

Абсолютный возраст пород жерновского комплекса ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) составляет 250.3 ± 0.8 млн лет (возраст $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ соответствует 243.8 ± 6.9 млн лет). Среднее значение возраста ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) 249.8 ± 1.6 млн лет (СКВО=1.2) трех проанализированных фракций согласуется с возрастом конкордантного циркона и является наиболее достоверной оценкой времени его кристаллизации и соответственно формирования лейкогранитов Еландинского массива.

По концентрациям бария, стронция, повышенной бороносности породы Горновского ареала относятся к шошонитовой серии и весьма близки к породам айского комплекса Горного Алтая [2].

В связи с тем, что в породах Горновского массива дифференциация РЗЭ проявлена не равномерно, а наибольший интерес в отношении рудоносности представляют заключительные фазы внедрения в интрузиях латитовой серии, рассмотрим более детально поведение лантаноидов в лейкогранитах

тах 4 и лейкогранитах с флюоритом 5 фазы внедрения. В спектре распределения РЗЭ наблюдается близкое и согласованное распределение элементов, а характер кривой (выгнутой) указывает на М-тип тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ.

Расчеты величины тетрадного эффекта по [5] показали, что его значения увеличиваются от лейкогранитов 4 фазы к лейкогранитам 5 фазы внедрения (от 1,38 до 1,73) (табл. 2) [4]. Параллельно с этим происходит увеличение отношений Zr/Hf, Sr/Eu и уменьшение почти на порядок значения отношений Eu/Eu* в породах заключительной фазы.

Поведение отношений Y/No и La/Lu имеет обратный характер. С увеличением величины тетрадного эффекта происходит снижение указанных отношений (табл.2). Как видно из приведенных фактов, тетрадный эффект сопровождается изменением поведения при фракционировании и других элементов, получивших название не характерным поведением по [7, 8]. Такое поведение наблюдается в высоко эволюционировавших магматических системах, которые обогащены H_2O , CO_2 , а также такими элементами, как Li, B, F, Cl. Анализируемые системы могут считаться переходными от чистых силикатных расплавов к водным флюидным [7, 8].

Таблица 2

Отношения некоторых РЗЭ и значения тетрадного эффекта

Отношения элементов	Лейкограниты 4 фазы	Лейкограниты с флюоритом 5 фазы
Y/No	133.3	76.19
Eu/Eu*	0.03	0.005
La/Lu	74.8	16.5
Zr/Hf	42,7	47,8
Sr/Eu	46,1	71,4
TE _{1,3}	1.38	1.73

Примечание. TE_{1,3} – тетрадный эффект по В. Ирбер [8]. Eu*=(Sm_N+Gd_N)/2.

В координатах K₂O- SiO₂ все породы жерновского комплекса попадают в шошонитовое поле, а по содержанию растягиваются от абсарокитов до банакитов через шошониты. По составу биотитов пород жерновского комплекса они также относятся к шошонитовым гранитоидам [3, 5].

Рудоносность гранитоидов жерновского комплекса. Анализ поведения редких элементов, фтора и значений редкометалльно-

го индекса показывает, что от ранних фаз внедрения к заключительным происходит закономерное их изменение с увеличением концентраций олова, вольфрама и редкометалльного индекса в лейкогранитах с флюоритом (до 58142,8). Полученные значения редкометалльного индекса весьма близки к таковому в рудоносных латитовых сериях.

Следовательно, приведенные параметры гранитоидов, закономерные измене-

ния признаков рудоносности, повышенные содержания летучих компонентов, и особенно, фтора, бора и других указывают на потенциальную рудоносность изученных массивов. В пределах Яминского участка Еландинского массива обнаружено проявление олова, связанное с кварцевыми жилами и вкрапленностью касситерита, халькопирита, висмутита, пирита. Местами такие жилы сопровождаются грейзенизацией. В таких случаях появляются мусковит, цинвальдит, турмалин, берилл, пирротин, вольфрамит, арсенопирит, молибденит. Содержание олова в кварцевых жилах варьируют от 0,1 до 0,45%. В кварцево-грейзеновых жилах помимо касситерита отмечается станин и содержание олова варьирует от 0,3 до 0,9%. В лейкогранитах этого же массива обнаружены зоны сульфидизации с медноцинковым оруденением, а также кварцевые жилы со свинцово-серебряным оруденением. Намечаются две основные стадии минерализации – ранняя кварц-цинвальдитовая с касситеритом и более поздняя – кварц-сульфидная с преобладанием сфалерита. Температуры гомогенизации оловоносного кварца ранней стадии 345-350 °С, а более поздней – кварц-сульфидной – 210 °С.

В пределах Горновского массива в области развития лейкогранитов с флюоритом обнаружено проявление кварц-шеелитового типа с вкрапленностью шеелита, халькопирита, пирита, висмутита. При бурении скважин в шламе установлены касситерит, пирит, халькопирит. С восточной частью Горновского массива совпадают шлиховые ореолы касситерита, а также первичные геохимические ореолы олова (0,0012%), сурьмы (0,2%), меди (0,05-0,3%), свинца (0,03-0,4%), цинка (0,01-0,3%), приуроченные к контактовым роговикам и кварц-турмалиновым метасоматитам. К экзоконтакту Горновского массива приурочены жильные кварцевые проявления со свинцово-серебряным оруденением.

Интерпретация результатов. Полученные результаты показывают, что гранитоиды жерновского комплекса Салаира имеют весьма близкие характеристики к шохонитовым гранитоидам, развитым в Горном Алтае (Айский массив, Теранджикский ареал гранитоидов).

Соотношения изотопов стронция и неодима в гранитоидах Луговского массива ($\epsilon(Nd)_t$ варьируют от 1,93 до 2,93, а $\epsilon(Sr)_t$ – от 21,12 до 31,3) позволяют связывать их формирование с плавлением мантийного источника типа EM II (табл. 4).

Таблица 4

Значения параметров $\epsilon(Nd)_t$ и $\epsilon(Sr)_t$ для пород луговского интрузивного массива

Породы и фазы внедрения	$\epsilon(Nd)_t$	$\epsilon(Sr)_t$
Кварцевые монцодиориты	1,95	31,3
Кварцевые монцодиориты	1,93	30,2
Нордмаркиты	2,11	29,71
Граниты умеренно-щелочные	2,69	21,12
Лейкограниты	2,93	22,31

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ИГЕМ РАН (г. Москва).

Заключение

Описанные породы по всем параметрам близки к шохонитовой серии, которая всегда характеризовалась различной минералогической спецификой. В случае Салаирского кряжа с шохонитовыми гранитоидами жерновского комплекса связано кварцево-грейзеновое оруденение олова, молибдена, вольфрама. В лейкогранитах и лейкогранитах с флюоритом проявлен M- тип тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.
 2. Гусев А.И. Петро-геохимия и потенциальная рудоносность интрузий айского комплекса Горного Алтая // Отечественная геология, 2012. – № 1. – С. 63-70.

3. Гусев А.И. Классификация гранитоидов на основе составов биотитов // Успехи современного естествознания, 2010. – № 4. – С. 57-59.
 4. Гусев А.А., Гусев А.И. Тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов и его использование в решении проблем петрологии гранитоидов // Успехи современного естествознания, 2011. – № 5. – С. 45-49.
 5. Gusev A.I. The shoshonitic granitoids of Altai-Sajan folded area: petrology and ore mineralization // European Journal of Natural History, 2011. – № 1. – P. 41-45.
 6. Anders E., Greevesse N. Abundances of the elements: meteoric and solar // Geochim. Cosmochim. Acta. 1989. – V.53. – Pp. 197-214.
 7. Bau M. Controls on the fractionation of isoivalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect // Contrib. Mineral. Petrol. 1996. – V.123. – Pp. 323-333.
 8. Irber W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granitic suites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1999. – V. 63. – Pp. 489-508.

УДК 550.4:550.42:546

К ГЕОХИМИИ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СОЛОНЕШЕНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск,
e-mail: anzerg@mail.ru*

В статье приведены данные по распределению элементов-примесей в сульфидах различных геолого-промышленных типов оруденения (магмо-рудно-метасоматических систем) Солонешенского рудного района Алтай. Приведены данные по температурам кристаллизации минералов и вариациям содержаний изотопов серы в пиритах ($\delta^{34}\text{S}$). Выявлены типоморфные геохимические ассоциации элементов в халькопиритах и борнитах. Для золото-черносланцевого оруденения типоморфными одновременно в халькопирите и борните являются Zn, Bi, In, Sn, Mn, Se, Te, Zr, Au. Типоморфными для сульфидов жильного оруденения являются Pb, Ag, Cd, As, Ga, W, As, Au. Типохимизм сульфидов золото-медно-скарнового оруденения проявлен в отношении Co, Au.

Ключевые слова: геохимия, типоморфные геохимические ассоциации, изотопы серы, температуры кристаллизации минералов, Zn, Bi, In, Sn, Mn, Se, Te, Zr, Au, Co, As, Ag

TO GEOCHEMISTRY OF SULFIDE MINERALS OF DEPOSITS SOLONESHENSKII ORE DISTRICT MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Data on distribution of element-admixtures in sulfides of different geology-minable types ore mineralization (magmo-ore-metasomatic stems) of Soloneshenskii ore district of Altai lead in paper. Data of temperature crystallization of minerals in ores and variation of contains isotopes of sulfur ($\delta^{34}\text{S}$) in sulfides lead. The typomorphic geochemical associations elements in chalcopyrites and bornites discovered. Zn, Bi, In, Sn, Mn, Se, Te, Zr, Au appear in chalcopyrites and bornites the typomorphic simultaneously. The typomorphic elements for sulfides of lodes ore mineralization appear Pb, Ag, Cd, As, Ga, W, As, Au. Typochimizm of sulfides deposits gold-copper-skarms display in relation of Co, Au.

Keywords: geochemistry, typomorphic geochemical associations, isotopes of sulfur, temperatures of crystallization of minerals, Zn, Bi, In, Sn, Mn, Se, Te, Zr, Au, Co, As, Ag

Геохимия сульфидных минералов в рудных месторождениях имеет важное значение, так как часто концентрации элементов-примесей и их соотношения являются показателями генезиса месторождений, их формационной и геолого-промышленной принадлежности [1, 5]. В Солонешенском рудном районе распространены различные геолого-промышленные типы оруденения: 1 – жильное медно-сульфидное, 2 – золото-медно-скарновое, 3 – золото-черносланцевое.

Цель исследования – проанализировать геохимические особенности сульфидов различных геолого-промышленных типов оруденения.

Результаты исследований. В Солонешенском рудном районе выделяются два рудных поля: Топольнинское и Солонешенское [2]. Солонешенское медно-полиметаллическое рудное поле с золотом расположено к северо-западу от Топольнинского золото-медно-скарнового и приурочено к выходам габброидов топольнинского и дацитов куюганского (D_2) комплексов. Топольнинское рудное поле в пределах Сарасино-Инской зоны приуро-

чено к поперечной Караминской зоне разлома СЗ ориентировки, контролирующей положение Топольнинской и Мало-Топольнинской интрузий. В контактах указанных массивов (размерами 4,5×2 и 2,5×1,5 км, соответственно) сформированы скарновые образования с разнообразной наложенной продуктивной минерализацией. Внедрение вышеупомянутых интрузий произошло в весьма благоприятные для скарнирования карбонатно-терригенные и карбонатные образования полатинской (S_{1pl}) и камышенской (D_{1km}) свит. Породы свит смяты в крупную Топольнинскую грабен-синклиналь СЗ ориентировки, ядерная часть которой интродуцирована гранитоидами вышеупомянутых массивов. Структура рудного поля относится к комбинированному типу и сочетает в себе синклиналь, осложненную серией разломов. В районе месторождения Лог № 26 синклиналь пересечена разломом СЗ направления (правый сдвиг). В результате рудовмещающие металлотекты вдоль него развернуты и имеют простирания в восточных румбах. Терригенные породы вблизи контактов с интрузиями ороговикованы с образованием спилоситов и десмо-

зитов, а известняки превращены в мрамора. Ширина зон ороговикования, в зависимости от положения кровли интрузивов, варьирует от 0,5 до 2 км. Все известное оруденение Топольнинского рудного поля совпадает с ореолом ороговикованных пород. Скарны в рудном поле биметасоматические и инфильтационные. Последние преобладают. Мощность скарновых линз и залежей варьируют от 3 до 50 м, протяженности по простиранию – от 150 до 800 м; общая мощность поля скарнированных пород в западном экзоконтакте Мало-Топольнинского массива достигает 500-1000 м.

Золоторудная минерализация в виде самородного золота установлена по всему разрезу скарнированных пород. Наиболее концентрированное оруденение локализовано на месторождениях Баяниха и Лог № 26 в тектонических ловушках среди скарнов. На месторождении Баяниха рудные тела длиной от 150 до 700 м и мощностью от 1 до 13 м залегают в максимально скарнированных пачках пород. Средние содержания золота в рудах меняются от 1 до 7,25 г/т (в конкретных пробах разброс концентраций золота от 0,5 до 120 г/т), меди от 0,1 до 2%. Оруденение наложено на скарны, скарнированные роговики, породы интрузивных массивов и их дайковые фации. Общая последовательность минералообразования в скарнах описана ниже.

Ранние геденбергитовые образования – первая стадия гидротермального цикла, встречаются лишь в биметасоматических скарнах на месторождениях Баяниха и Сухая Грива. Это проградирующие эндоскарны, образованные по гранодиоритам и гранитам. Они имеют форму линз мощностью до 1,1 м и сложены тесно ассоциирующими геденбергитом и плагиоклазом лабрадоритового состава. Редко отмечаются кварц, актинолит и диопсид. В экзоскарнах биметасоматической и инфильтационной природы ранний парагенезис представлен пироксен-гранатовой ассоциацией, тяготеющей к карбонатным образованиям вмещающих металлотектов. Это массивные линзы мощностью от 3 до 15 м, протяженностью в несколько сотен метров. Такой парагенезис является преобладающим в скарнах. Ранний гранат представлен гроссуляром, а клинопироксен – диопсидом. Местами в этой ассоциации отмечается вкрапленность и гнезда магнетита, редко халькопирита.

Вторая стадия гидротермального цикла представлена большим числом минералов,

образовавшихся в результате метасоматических ретроградных изменений ранней ассоциации. Как правило, они слагают прожилки, линзы и гнезда среди ранних скарновых парагенезисов. Здесь различаются несколько ассоциаций. На участках гранат-пироксеновых скарнов появляются новообразования граната-II андрадитового ряда и диопсида-II желтого и розового цветов. Гранат-II, как правило, идиоморфен и имеет зональное строение с аномальными оптическими характеристиками. Размеры выделений такого граната от 0,5 до 2 см. Нередко он имеет коричневато-оранжевый цвет. Другая ассоциация пространственно смещена к области развития карбонатных пород и представлена волластонитом, реже везувианом. В стратиформных залежах инфильтационной природы зональность скарновых тел может быть проявлена относительно одного или нескольких магмо- и флюидоподводящих каналов. В Топольнинском рудном поле на всех месторождениях реализован первый вариант. Проявлением такой зональности можно считать положение волластонита и везувиана в краевой фации скарновых зон по латерали, как это установлено нами ранее для месторождений Синюхинского и Майского рудных полей [3].

Третья стадия гидротермального цикла включает две ассоциации: тремолит-актинолитовую и кварц-альбит-эпидотовую с пиритом. Они встречаются в виде прожилков и гнезд среди ранее отложенных скарновых агрегатов, пересекают пост-скарновые метасоматические образования, а также располагаются среди ороговикованных алюмосиликатных и карбонатных пород далеко за пределами скарнов.

Продуктивная минерализация (четвертая стадия гидротермального цикла) формировалась после внедрения даек гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров в Топольнинской магмо-рудно-метасоматической системе (МРМС) и даек сиенитов, гранофино-сферолитовых лейкогранитов и умеренно-щелочных лейкогранитов (преимущественно гибридных пород) в Карминской МРМС. На эти дайки наложена альбит-кварц-эпидотовая ассоциация третьей стадии и минеральные агрегаты четвертой стадии. Преобладает в последней кварц III и IV генераций, несущий сульфидную минерализацию, которая представлена вкрапленностью (1-5 мм), гнездами (2×4 см), редко массивными выделениями

размерами 10×20 см. Из сульфидов присутствуют пирит, борнит, халькопирит, халькозин, тетраэдрит, алтаит, сфалерит, редко галенит и пирротин. Борнит наблюдается в виде ксеноморфных выделений, выполняющих пустоты в скарнах, часто в сростаниях с теннантитом и ковеллином. Нередко борнит с халькопиритом образуют структуры распада твердого раствора. По периферии борнит замещается каемками халькозина с расплывчатыми, зазубренными границами между зернами минералов. Ковеллин присутствует в небольшом количестве в виде табличек, развивающихся вдоль спайности халькозина или образует в нем радиально-лучистые агрегаты. Изредка встречается теннантит в виде выделений неправильной формы и коротких нитевидных прожилков. Алтаит отмечен в виде единичных зерен и зернистых агрегатов размером до 0,3 мм. Последний образует вкрапленность в борните и теннантите. Золото откладывалось в конце этой стадии в тесном парагенезисе с алтаитом, халькозином, борнитом. Размеры золотин колеблются от 0,05 до 0,6 мм. Форма их пластинчатая. Изредка металл образует октаэдрические кристаллики. Иногда золото отмечается в блеклой руде в виде единичных ксеноморфных зерен и тонких пластинок размером до 0,006 мм. В целом намечается три основных ассоциации золота с рудными минералами. Первая ассоциация характерна для Топольнинской МРМС, где самородное золото встречается в ассоциации с халькопиритом, борнитом и халькозином в тесном парагенезисе с алтаитом и тетрадимитом. Общее содержание сульфидов в рудах от 5 до 17%. Вторая и третья ассоциации проявлены в Караминской МРМС. Одна из них, безсульфидная, проявлена на месторождении Лог № 26, где золото распространено без сопутствующих рудных минералов и лишь изредка встречается совместно с тетрадимитом, содержание которого в рудах едва достигает 0,5%. Другая ассоциация, малосульфидная, фиксируется на проявлениях Рыбный Лог № 1 и Рыбный Лог № 2, где золото встречается совместно со сфалеритом и тетраэдритом, реже с халькопиритом. Общее количество сульфидов в этой ассоциации не превышает 1-2%.

Температуры кристаллизации скарновых минералов первой стадии на месторождении Баяниха составляли 450-640 °С. Солёность газовой-жидких включений гранатов и пироксенов были довольно высоки

(20–33 вес.% в эквиваленте NaCl). Температуры гомогенизации газовой-жидких включений волластонита, эпидота, оранжевого диопсида дают интервал значений 380-195 °С. Резкое снижение солёности газовой-жидких включений до 0,7-4,3 вес.% NaCl, вероятно, связано со смешением ювенильных растворов и вадозных вод, разбавивших концентрированные растворы. Продуктивная минерализация кристаллизовалась при ещё более низких температурах (190-310 °С) и из разбавленных растворов (0,4-3,2 вес.% NaCl). В составе включений в кварце IV генерации основную роль играли CO₂ и HCl. Подчинённое значение имели SO₂ и HF. Единичные определения соотношений изотопов серы в сульфидах описываемых МРМС дают незначительные отклонения от метеоритного стандарта. Для месторождения Баяниха в пирите II генерации δ³⁴S (‰) составляет +3,6, в борните от +2,7 до +3,1. Пирит такой же генерации месторождения Лог № 26 имеет более низкие концентрации тяжёлого изотопа серы и δ³⁴S (‰) колеблются от -1,2 до -2,2. Такие характеристики соотношений изотопов серы позволяют предположить её мантийный источник, характерный для неконтаминированных магм [6].

Геохимия рассмотрена для наиболее распространённых сульфидов: халькопирита и борнита. Содержания элементов-примесей в халькопиритах месторождений Солонешенского рудного района представлены в табл. 1. Для халькопиритов жильного месторождения Солонешенское I характерны самые высокие концентрации Pb, Ag, Cd, As, Ga, W в сравнении с халькопиритами других месторождений Солонешенского рудного района (табл. 1). В медном колчедане отмечается самые высокие концентрации кобальта и наименьшие содержания Pb, Zn, Ag, Sn, Mo, Te и Se. В халькопирите золото-черносланцевого месторождения Лог № 26 наблюдаются максимальные содержания таких элементов, как Zn, Bi, In, Sn, Mo, Se, Te, Zr, Au (табл. 1).

Для борнита месторождения Баяниха характерны повышенные и пониженные концентрации такого же спектра элементов, как и для халькопирита. В борните значительно выше концентрации золота, чем в халькопирите (табл. 2).

Для халькопиритов месторождения Баяниха отмечаются самые высокие концентрации Co и низкие концентрации селена, телура, олова, умеренные – золота (табл. 1).

Таблица 1
Средние содержания элементов в халькопиритах Солонешенского рудного района

Элементы (г/т)	1, n=12	2, n=11	3, n=16	4, n=3	5, n=4	6, n=6
Mn	440,8	803,8	212,6	442,3	217,8	123,3
Ni	4,6	1,5	4,3	3,7	3,1	2,6
Co	15,9	2,3	82,8	42,2	32,3	9,8
Pb	1200	5,7	2,2	3,9	4,8	51,2
Zn	348	81,2	23,3	115,8	88,2	3120
Ag	132,3	50,3	21,3	42,8	41,9	51,6
Bi	115,6	5,4	6,9	7,3	8,5	2926,1
Cd	425,8	2,9	3,2	3,3	3,4	113,7
In	11,6	1,15	1,4	1,32	1,26	109,6
Sn	15,8	0,3	0,2	0,21	0,28	372,3
As	120,6	10,3	12,8	11,3	15,6	103,2
Mo	3,8	1,5	0,2	0,81	0,78	1265,1
Te	122,3	15,7	12,2	13,6	13,5	136,8
Zr	16,8	12,3	13,9	12,8	12,5	31,2
Ga	8,8	0,3	0,6	0,8	0,7	3,8
Au	3,9	1,9	3,4	3,5	2,9	6,7
W	5,4	0,5	0,51	0,62	0,66	3,3
Se	58,6	7,9	5,4	5,8	5,9	101,4
As/Se	2,05	1,3	2,37	1,94	2,64	1,0
Au/Ag	0,029	0,038	0,16	0,08	0,07	0,13

Примечание. Анализы выполнены количественным спектральным методом в Лаборатории Испытательного Западно-Сибирского центра (г. Новокузнецк). Месторождения и проявления: 1 – Солонешенское I, 2 – Сухая Грива, 3 – Баяниха, 4 – Рыбный Лог № 1, 5 – Рыбный Лог № 2, 6 – Лог № 26; n – количество анализов.

Таблица 2
Средние содержания элементов в борнитах месторождений Солонешенского рудного района

Элементы, г/т	1	2	3	4
Mn	165,4	150,2	203,1	152,6
Ni	7,7	4,1	5,7	41,3
Co	5,6	3,2	3,4	32,6
Pb	145,8	15,7	101,2	123,3
Zn	132,7	20,3	27,3	246,8
Ag	157,9	100,5	111,3	125,7
Bi	123,6	100,7	106,8	812,8
Cd	145,8	6,7	6,6	125,3
In	7,8	3,8	3,7	18,8
Sn	3,4	0,8	1,5	25,3
Mo	2,8	1,3	2,3	23,2
Te	132,6	115,6	123,3	202,3
Zr	9,8	7,8	6,7	22,3
Ga	15,6	0,6	0,5	7,1
Au	34,1	30,6	81,3	85,6
W	15,7	0,5	0,8	8,3
V	4,1	1,2	1,3	4,1
Se	10,7	8,9	9,3	16,2
As	145,6	7,7	6,8	113,8
As/Se	13,6	0,86	0,73	7,02
Au/Ag	0,21	0,30	0,73	0,68

Примечание. Анализы выполнены количественным спектральным методом в Лаборатории Испытательного Западно-Сибирского центра (г. Новокузнецк). Месторождения и проявления: 1 – Солонешенское I, 2 – Сухая Грива, 3 – Баяниха, 4 – Лог № 26; n – количество анализов.

В борните золото-черносланцевого месторождения Лог № 26 максимальные концентрации имеют элементы Ni, Co, Zn, Bi, In, Sn, Mn, Se, Te, Zr, Au.

Отношения As/Se в сульфидах различные. В халькопирите жильного месторождения

Солонешенское I это отношение составляет 2,05, а в скарновых месторождениях варьирует от 1,3 до 2,64 (среднее 2,06). Самые низкие отношения As/Se зафиксированы в халькопирите золото-черносланцевого месторождения Лог № 26.

Иная картина отношений As/Se намечается для борнитов. Наибольшая величина отношения свойственна жильному медно-сульфидному месторождению Солонешенскому I (13,6), а минимальная – золото-медно-скарновым объектам (менее 1) (табл. 2). Борнит золото-черносланцевого месторождения Лог № 26 имеет промежуточные цифры отношений As/Se (7,02).

Интерпретация результатов. Таким образом, в сульфидах разных геолого-промышленных типов оруденения Солонешенского рудного района наблюдаются различные уровни концентраций химических элементов и отношений элементов. На основании приведенных данных выявляются типоморфные ассоциации химических элементов. Так для золото-черносланцевого оруденения типоморфными одновременно в халькопирите и борните являются Zn, Bi, In, Sn, Mn, Se, Te, Zr, Au. Типоморфными для сульфидов жильного оруденения являются Pb, Ag, Cd, As, Ga, W, As, Au. Типохимизм сульфидов золото-медно-скарнового оруденения проявлен в отношении Co, Au.

Следовательно типохимические ассоциации химических элементов-примесей

в сульфидах различных геолого-промышленных типов оруденения Солонешенского рудного района могут использоваться для типизации различных типов оруденения.

Выводы

Геохимические особенности распределения элементов-примесей в сульфидах различных геолого-промышленных типов оруденения Солонешенского рудного района проявляют определённые закономерности.

Для сульфидов – жильного медно-сульфидного, золото-медно-скарнового и золото-черносланцевого типов оруденения характерны типохимические ассоциации элементов-примесей.

Типохимические ассоциации химических элементов-примесей в сульфидах различных геолого-промышленных типов оруденения Солонешенского рудного района могут использоваться для типизации различных типов оруденения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Селен и теллур в пиритах медных и свинцово-цинковых месторождений Северного Кавказа // Геохимия, 1978. – № 4. – С.602-606.
2. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.
3. Гусев А.И. Металлогения золота: на примере Горного Алтая и Горной Шории. – Gamburg: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 370 с.
4. Гусев А.И. Типизация золото-содержащих скарновых объектов Горного Алтая // Успехи современного естествознания, 2013. – № 11. – С. 23-28.
5. Черницын В.Б., Гусев А.И. Висмут и сурьма в галенитах медных и полиметаллических месторождений Северного Кавказа // Доклады АН СССР, 1977. – Т.225. – № 5. – С. 567-570.
6. Ohmoto H., Rye R.O Isotopes of sulfur and carbon / Geochemistry of hydrothermal ore deposits. – New York: John Willy Sons. – 1979. – Pp.509-567.

УДК552.3

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И РУДОНОСНОСТЬ КЫЗЫЛТАШСКОГО КОМПЛЕКСА ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

В статье приведены данные по петрографии, геохимии, петрологии и рудоносности пород среднедевонского кызылташского комплекса Горного Алтая. В составе комплекса описаны 6 фаз от габброидов до лейкогранитов с флюоритом. Комплекс признаков свидетельствует о принадлежности пород комплекса к шшонитовой серии. По соотношениям изотопов стронция и неодима родоначальный расплав близок к мантийному источнику типа EM II. Мантийно-короевое взаимодействие при формировании пород комплекса происходило в результате контаминации мантийной базальтовой магмой терригенного компонента коры. В лейкогранитах заключительных фаз проявлен тетрадный эффект фракционирования РЗЭ M- типа. Рудоносность комплекса проявлена в формировании скарнового и жильного оруденения Pb, Zn, Cu, Mo, W.

Ключевые слова: петрография, геохимия, петрология, шшонитовая серия, изотопы Sr, Nd, мантийно-короевое взаимодействие, скарны, жилы, Pb, Zn, Cu, Mo, W

PETROLOGY, GEOCHEMISTRY AND ORE MINERALIZATION OF KIZILTASHKII COMPLEX OF MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Data on petrography, geochemistry, petrology and ore mineralization of rocks Middle Devonian kiziltashskii complex of Mountain Altai lead in paper. Six phases described in composition of complex from gabbroids to leucogranites with fluorites. Complex features show about implement to shoshonitic series. The parental melt is near to mantle resource type EM II. The mantle-crust interaction at forming of rocks complex happen in result contamination mantle by basaltic magma of terrigenous component of crust. The tetrad effect fractionation of REE M- type display in leucogranite of concluding phase. Ore mineralization of complex show in forming of skarn and lode ore mineralization Pb, Zn, Cu, Mo, W.

Keywords: petrography, geochemistry, petrology, shoshonitic series, isotopes of Sr, Nd, mantle-crust interaction, skarns, lodes, Pb, Zn, Cu, Mo, W

Актуальность изучения петрологии, геохимии и рудоносности кызылташского комплекса определяется неоднозначной трактовкой его объёма и геодинамической обстановки формирования. Кызылташский габбро-диорит-гранодиорит-граносиенит-гранит-лейкогранитовый комплекс (D_2k) ранее рассматривался в ранге единого магматического комплекса, но в результате проведения работ по ГДП-200 севере Горного Алтая указывалось на полиформационность последнего, что, по мнению Ю.А. Туркина, может служить основанием для выделения двух субкомплексов [5]. По мнению автора статьи, разделение единого комплекса на два субкомплекса не правомочно. Породы кызылташского комплекса встречаются в нескольких массивах: Кызылташском, Чистинском, Лягонском, Цыганском, Кележе-Еличек и других.

Цель исследования – провести комплексное изучение вещественного состава породных типов массивов комплекса и получить объективную информацию по его петрологии, геохимии и рудоносности.

Результаты исследований. Кызылташский комплекс на территории Алтай-

ского края представлен породами шести фаз внедрения [3]. Габбро, габбродолериты и долериты первой фазы внедрения слагают мелкие штоки и дайки внутри Турочакского плутона, а также в виде крупных ксенолитов присутствуют в северной части Кызылташского массива, где представлены интенсивно амфиболизированными породами апогабброофитовой и аподолеритовой структуры с реликтами клинопироксена и зонального плагиоклаза. Они состоят из сосюритизированного лабрадора (38–50%), частично замещенного актинолитом, клинопироксена, определяемого авгитом (12–16%), обыкновенной роговой обманки (25–35%), биотита (до 10%) и магнетита (до 5%). В небольших количествах присутствует титаномagnetит (титаноморфит), в единичных зёрнах – сфен, апатит. По химическому составу базиты кызылташского комплекса характеризуются умеренно низкой титанистостью, умеренной и относительно высокой глинозёмистостью ($al'=1-1,1$), низкой железистостью ($f=55$) и повышенной щёлочностью. Коэффициент апгаитности в породах не высок и составляет 0,49-0,50. Интенсивно амфиболизиро-

ванные габброиды при тех же петрохимических параметрах имеют незначительно более высокую титанистость и щёлочность. На диаграмме TAS фигуративные точки амфиболлизированных и менее изменённых раннекызылташских габброидов располагаются в поле составов пород нормальной щёлочности, а на диаграмме AFM фиксируется их принадлежность известково-щелочной серии с трендом базальтов островных дуг энсиалического типа.

Ко второй фазе внедрения относятся монцодиориты, диориты, кварцевые диориты и гранодиориты. В весьма незначительном количестве в составе данного комплекса присутствуют кварцевые монцодиориты, на территории региона закартированные на водоразделе рек Кашкара и Б. Речка в краевой части Чистинского массива в виде тела площадью 1,5 кв. км с неравномерным шлирово-такситовым распределением темноцветов, практически нацело замещённых вторичными хлоритом и актинолитом, и со скоплениями крупнокристаллического эпидота. Фазовых взаимоотношений данных пород с вмещающими гранитоидами не зафиксировано. Порода состоит из таблитчатых и длинно-призматических кристаллов альбита (60-70%), развитого по основному плагиоклазу и часто насыщенного зёрнами и землистыми скоплениями эпидота. В виде оторочки вокруг них развит калиевый полевой шпат (20-30%), а в межзерновом пространстве – кварц (5-10%). Иногда присутствует биотит (1-3%), а в альбите фиксируется апозональное строение. В целом породы имеют призматическизернистую и бостонитовую структуру, переходящую в аподолеритовую структуру отдельных участков. Данные породы характеризуются высоким уровнем щёлочности с резким преобладанием натрия над калием и высокой степенью окисленности железа.

Монцодиориты розовато-серые, средне – крупно зернистые, массивные. Структура: гипидиоморфнозернистая с элементами пойкилитовой, монцонитовой. Отмечаются порфириовидные разности. Размер зерен слагающих минералов от 0,8 до 2,5 мм. Минеральный состав кварцевых монцонитов: калиевый полевой шпат 27-35%, плагиоклаз 45-60%, роговая обманка 0-15%, кварц 10%. Роговая обманка по составу отвечает переходной разности между эденитом и обыкновенной роговой

обманкой. Акцессорные минералы: апатит, сфен, магнетит и редко циркон. Калиевый полевой шпат пелитизирован, наблюдается слабо выраженная пятнистая микропертитовая структура. Минеральный состав более меланократовых монцодиоритов: калиевый полевой шпат – 20-30%, плагиоклаз – 37-42%, биотит – до 10%, роговая обманка – до 20-30%, в единичных шлифах моноклинный пироксен (до 20%), по составу отвечающий диопсиду. Акцессорные минералы (сфен, лейкоксен, титаномагнетит, циркон, апатит, рудный) – 1%.

Гранодиориты отличаются от диоритов и монцодиоритов более высоким содержанием кварца и более низкими – амфибола, сфена, титаномагнетита, что также выражено в повышенной их щёлочности ($Na_2O = 4,55\%$, $K_2O = 2,42\%$ при $SiO_2 = 66,4\%$) при более низких содержаниях MgO (1,25%) и CaO (1,47%).

Последующие фазы внедрения объединяют большую группу различных по размерам и форме массивов и даек в ограничениях и по периферии Каянчино–Каракокшинской группы грабен. Данные магматические образования латерально и во времени наращивают ареалы ранне-среднедевонского магматизма, прорывая породы венд–раннепалеозойского и среднепалеозойского структурных этажей. Пространственное положение массивов гранитоидов кызылташского комплекса характеризуется подчинённостью зонам крупных тектонических нарушений. Взаимоотношения между различными петрографическими разновидностями гранитоидов имеют типичный интрузивный характер, а также фациальные переходы с плавными структурно-петрографическими сменами.

Гранитоиды кызылташского комплекса представлены граносиенитами, субщелочными гранитами, субщелочными лейкогранитами и лейкогранитами нормального ряда как средне-мелкозернистой, так и порфириовой (гранит-порфиры) структуры, находящимися в фациальных взаимоотношениях и частой перемежаемости на фоне общей структурной и вещественной неоднородности гранитоидных массивов. При этом обычны небольшие колебания и равенство содержаний натрия и калия, что выражено развитием в породах примерно равных количеств кислого плагиоклаза и калишпата различной степени упорядоченности. Фиксируется незначительное

преобладание натрия над калием в граносиенитах, субщелочных гранитах, и обратные их соотношения – в лейкократовых разностях умеренно-щелочной серии. В то же время типичной особенностью кызылташских гранитоидов является доминирующее развитие в порфириовидных и порфириовых фенокристаллах, на фоне гранофириовой, реже гипидиоморфнозернистой и аплитовидной основной массы, кислого плагиоклаза таблитчатой и длиннопризматической формы. Калиевый полевой шпат в крупных зёрнах фиксируется очень редко, часто развит в виде каёмки и пятен в альбите, ксеноморфных и неправильных зёрен со структурами коррозии и замещения плагиоклаза. Но наиболее обычной формой его проявления являются совместные с кварцем гранофириовые и пегматоидные сростания. Тёмноцветный минерал представлен небольшим количеством, отдельными чешуйками резко плеохроирующего биотита (классифицирующегося сидероплезитом с глинозёмистостью от 25,2 до 35,9 и железистостью от 59,5 до 69,8) и, в отдельных случаях, в граносиенитах и гранитах – единичными зёрнами и гранулированными скоплениями амфибола.

Граносиениты состоят из (%) интенсивно альбитизированного, нередко апозонального плагиоклаза (40-60), калиевого полевого шпата – ортоклаза (20-30), обычно образующего каймы вокруг более крупных кристаллов плагиоклаза и кварца (15-20), присутствующего в неправильных зёрнах и идиоморфного по отношению к полевым шпатам. В качестве тёмноцветного минерала фиксируется столбчатый клинопироксен салитового ряда (2-3), иногда зерна амфибола и листочки биотита. Характерно высокое содержание сфена (до 2%) в виде крупных зёрен и скоплений. Структура породы порфириовидная, участками монзонитовая. Это низкотитанистые породы, умеренно глинозёмистые, с более высокой агпаитностью (0,89), чем в предыдущих разностях пород.

По результатам работ последних лет химический состав кызылташских гранитоидов позволяет подавляющее их большинство относить к породам кали-натровой умеренно-щелочной серии при подчинённом положении лейкогранитов нормального ряда (аляскитов), характеризующихся повышенной кремнекислотностью и содержанием кварца (40-45%). На диаграмме TAS фигуративные точки данных пород при го-

модромной последовательности располагаются широкой полосой, обнаруживая тренд дифференциации, направленный из области высокощелочных пород в поле составов пород нормальной щёлочности, соответствующий тренду гранит-граносиенитовой формации. На многокомпонентной диаграмме Батчелора и Боудена гранитоиды более низкой кремнекислотности совместно с кварцевыми монцодиоритами располагаются в поле составов позднеорогенных и синколлизийных гранитов, субщелочные лейкограниты, вместе с тем, более соответствуют анорогенным обстановкам, а лейкограниты нормального ряда максимально приближены к полю посторогенных гранитоидов.

Граниты пятой фазы биотитовые светло-серой окраски с розоватым оттенком, мелкокристаллические. Структура пород порфириовидная, с гипидиоморфнозернистой основной тканью в сочетании с гранофирио-сферолитовой и микрографической микроструктурами. Состав (%): плагиоклаз – 30, кварц – 30, КПШ – 30, биотит (плюс хлорит по биотиту) – 10. Акцессории: магнетит, сфен, турмалин, редко – сульфиды. Интрателлурическая фаза представлена таблитчатым плагиоклазом размерами 0,4-1 мм. Диагностируется олигоклазом № 29, до андезина № 34. Встречаются зональные кристаллы по прямому типу. В основной ткани последовательность кристаллизации выстраивается в ряд: биотит – олигоклаз II (№ 15-16) – КПШ – кварц. Схема плеохроизма биотита от коричневого по Ng до светло-желтоватого по Nr. Сферолитовые образования и микропегматоидные сростания состоят из кварца и КПШ.

Лейкограниты шестой фазы умеренно-щелочные светло-розовой окраски, мелко-среднезернистые. Структура порфириовидная, основной ткани – гипидиоморфнозернистая с элементами микрографической, реже – гранофирио-сферолитовой. Плагиоклаз I фенокристов определён как олигоклаз № 27; плагиоклаз II основной ткани породы диагностируется олигоклазом № 12-13. Последовательность кристаллизации: олигоклаз I (№ 27) – биотит- олигоклаз II (№ 12-13) – кварц – КПШ. Цвет биотита и схема его плеохроизма такая же, как в биотитовых гранитах. Спектр акцессориев: магнетит, сфен, турмалин, апатит. Для лейкогранитов характерно минимальное содержание суммы редкоземельных элементов (82,77 г\т).

Представительные анализы породных типов кызылташского комплекса
(оксиды в мас. %, элементы – в г\т)

№ проб	К-23	К-34	К-45	К-52	К-65	Ш-850	8-742	8-749	8-741
n/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	47,36	49,80	62,22	63,46	66,39	72,04	73,11	74,14	76,21
TiO ₂	1,63	1,73	1,02	0,97	0,58	0,28	0,33	0,29	0,22
Al ₂ O ₃	16,10	15,27	15,25	14,88	15,42	14,18	13,59	13,22	12,76
Fe ₂ O ₃	12,32	11,53	5,20	6,42	4,76	2,53	2,99	2,11	1,69
MnO	0,18	0,05	0,02	0,13	0,13	0,10	0,13	0,10	0,09
MgO	6,29	5,63	1,49	1,91	1,26	0,42	0,31	0,31	0,10
CaO	5,87	8,14	5,12	2,04	1,51	0,43	0,35	0,39	0,19
Na ₂ O	4,66	3,57	6,12	4,56	4,18	5,04	4,41	4,83	3,49
K ₂ O	1,96	1,59	3,07	2,87	2,44	4,27	4,09	4,25	4,36
H ₂ O	0,21	0,23	0,87	0,56	0,59	0,53	0,68	0,56	0,80
P ₂ O ₅	0,12	0,13	0,28	0,32	0,34	0,04	0,07	0,05	0,03
Сумма	98,76	99,77	99,87	99,84	99,96	99,86	100,06	100,24	99,94
Cs	2,1	2,2	3,0	2,9	2,7	1,42	0,8	1,1	0,9
Rb	27	28	142	95	152	131	147	171	174
Sr	425	427	126	158	128	43,0	73	70	33
Y	17,5	19,4	24,8	21,3	25,2	32,0	16,9	32,6	17,7
Zr	51	51,2	53	77	53	132	110,0	116,8	88,1
Nb	12,6	13,1	10,4	7,8	11,1	14,3	14,2	15,1	14,6
Ba	325	331	255	306	260	690	853	700	607
La	17,6	18,2	25,2	47,1	26,1	30,9	29,1	28,0	15,6
Ce	37,6	38,8	39,3	55,4	40,5	64,5	48,2	73,6	34,3
Pr	4,3	4,6	5,6	6,3	5,5	8,09	6,32	7,05	3,66
Nd	18,5	19,4	22,2	41,5	22,0	31,3	22,6	26,7	14,0
Sm	3,7	3,9	4,5	11,2	4,3	6,16	3,64	5,00	2,56
Eu	1,3	1,2	1,02	2,9	1,04	1,05	0,64	0,76	0,35
Gd	3,6	3,8	5,1	7,5	5,1	5,76	3,00	4,56	2,23
Tb	0,6	0,62	0,81	1,1	0,8	1,03	0,54	0,85	0,45
Dy	3,1	3,13	3,41	3,6	3,4	5,82	2,72	4,92	3,17
Ho	0,61	0,63	0,8	0,75	0,73	1,30	0,65	1,15	0,73
Er	1,9	1,91	2,12	1,9	2,1	3,80	1,95	3,63	2,31
Tm	0,28	0,3	0,36	0,31	0,36	0,65	0,36	0,66	0,38
Yb	1,7	1,8	2,22	1,86	2,2	3,77	2,44	4,46	2,60
Lu	0,28	0,3	0,35	0,28	0,35	0,58	0,39	0,66	0,42
Hf	1,4	1,42	3,5	8,9	3,2	4,57	4,38	4,46	3,32
Ta	1,2	1,21	1,5	1,1	1,4	0,99	1,11	1,07	0,95
Th	7,2	7,0	8,6	8,0	9,1	8,96	6,36	14,9	6,40
U	3,1	3,3	3,7	2,6	3,5	1,45	0,53	2,06	0,65
U/Th	0,43	0,47	0,43	0,32	0,04	0,16	0,08	0,14	0,10
La/Yb _N	7,7	7,6	7,5	20,0	7,8	5,5	8,1	4,2	4,1
Eu/Eu*	0,13	0,13	0,05	1,0	0,05	0,5	0,6	0,5	0,4
ΣPЗЭ	112,6	118,0	137,8	203,0	115,74	164,71	122,63	161,99	82,77

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ОИГГиГ СО РАН (г. Новосибирск). К-23, К-34 – габбро; К-45 – кварцевый сиенит; К-52 – кварцевый монцодиорит; К-65 – гранодиорит; Ш-850 – гранит; 8-742, 8-749, 8-741 – лейкограниты.

В породах заключительных фаз (лейкогранитов и лейкогранитов с флюоритом) проявлен тетрадный эффект фракционирования РЗЭ М-типа [2].

По соотношениям $\epsilon Nd(T)$ и $\epsilon Sr(T)$ граниты кызылташского комплекса тяготеют к первичному обогащённому мантийному источнику типа EM II (рис. 1). Интерпретация этого источника (высокие отношения $^{87}Sr/^{86}Sr$ и низкие значения ϵNd) обычно связывается с допущением о вовлечении в магмогенерацию терригенных осадков. Следовательно, мантийный источник родоначальной щелочно-базальтовой магмы в глубинном очаге в процессе дифференциации

сопровождался контаминацией корового материала в виде терригенных осадков. Таким образом, на лицо мантийно-коровое взаимодействие щелочной базальтовой магмы и корового терригенного материала, которое характеризовалось тем, что в глубинном очаге не создавался гомогенный расплав, а гетерогенный, который и генерировал дериваты, попадающие в различные по щёлочности поля на диаграммах. Эта неоднородность расплава приводила к тому, что последующий гидротермальный процесс создавал сложный комплекс оруденения, в котором сочетались халькофильные (Cu, Pb, Zn) и редкометалльные (Mo, W) типы оруденения.

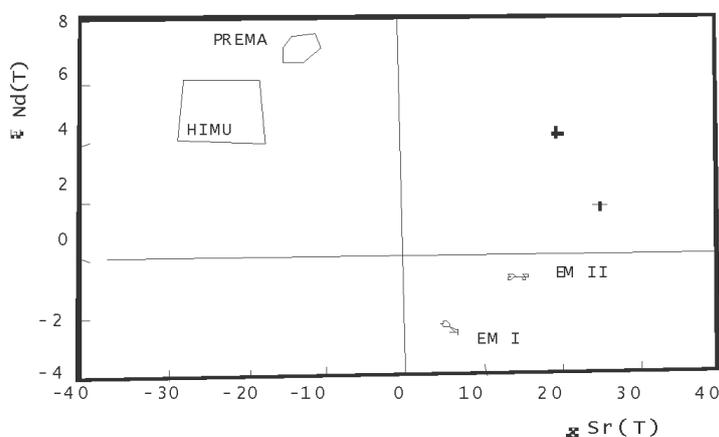


Диаграмма $\epsilon Sr(t) - \epsilon Nd(t)$ для гранитов Кызылташского массива

Типы мантии по Зиндлеру и Харту [6]: EM I и EM II – обогащённая мантия типов I и II; PREMA – примитивная мантия; HIMU – мантия с высоким изотопным уран-свинцовым отношением.

Пространственно и парагенетически с массивами гранитоидов комплекса связано жильное кварц-полиметаллическое оруденение, скарновое полиметаллическое, жильное медно-молибденовое, жильное молибден-вольфрамовое.

Наиболее изученным является Месторождение ключа Кварцевого, расположенного в западном экзоконтакте Цыганского массива гранитоидов, где вскрыто 5 кварцевых жил мощностью от 0,15 до 3 м и протяжённостью от 80 до 240 м. Жилы имеют юго-западное простирание (220°) с падением на СЗ под углами $40-45^\circ$. Руды представлены галенитом, сфалеритом, реже халькопиритом. Содержание свинца от 0,15 до 15,58%, цинка до 2,75%, меди до 0,05%. Спектральным анализом установлены Mo,

V и Ag. Запасы свинца подсчитаны по 3-м жилам в количестве 82,59 т по категории C_1 и 700 т по категории C_2 при среднем содержании свинца 0,15-2,69%; запасы забалансовые.

Интерпретация результатов. У предшественников, изучавших гранитоиды сложного габбро-гранитоидного кызылташского комплекса, получены неоднозначные трактовки его объёма и генерации. В нашем исследовании также отмечены различные положения фигуративных точек породных типов на петрохимических диаграммах и положение в приграничной зоне между известково-щелочным и умеренно-щелочным полями указывают на сложные процессы, участвовавшие в его формировании. Тем не менее, отрывать существенно габбровые дериваты от более поздних – гранитоидных нет никаких данных. На всех диаграммах наблюдается единый тренд от более щелочных основных разностей к умеренно-щелочным кислым дериватам.

На серийных диаграммах породы кызылташского комплекса также занимают пограничное положение между известково-щелочным и умеренно-щелочным полями. Так на диаграмме $K_2O - SiO_2$ тренд эволюции дифференциатов направлен от абсарокита и высоко- калиевого базальта (габброиды) к банакитам шошонитовой серии (гранодиориты – граниты – лейкограниты) и высококалиевым дацитам (лейкограниты) высоко-калиевой известково-щелочной серии. По петро-геохимическим данным и составам биотитов гранитоиды комплекса близки к шошонитовой серии [1, 4].

Заключение

Таким образом, в объём кызылташского комплекса следует включать и габброидные образования, так как последние по геологическим данным и на петрохимических диаграммах образуют единый ряд дериватов глубинного очага. В формировании расплавов просматриваются черты мантийно-

корового взаимодействия мантийной магмы и контаминация терригенного материала, что приводило к генерации различных типов оруденения Pb, Zn, Cu, Mo, W.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Классификация гранитоидов на основе составов биотитов // Успехи современного естествознания, 2010. – № 4. – С. 57-59.
2. Гусев А.А., Гусев А.И., Гусев Н.И., Гусев Е.А. Тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов и его использование в решении проблем петрологии гранитоидов // Успехи современного естествознания, 2011. – № 5. – С.45-49.
3. Гусев А.И. Минерагенция и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.
4. Gusev A.I. The shoshonitic granitoids of Altai-Sajan folded area: petrology and ore mineralization // European Journal of Natural History, 2011. – № 1. – P. 41-45.
5. Туркин Ю.А., Федак С.И. Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая. – Томск: STT, 2008. – 460 с.
6. Zindler A., Hart S.R. Chemical geodynamics // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 1986. – V.14. – P.493-571.

УДК 552.3:550.4:550.42:550.93

**ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ГРАНИТОИДОВ
СИНЮШИНСКОГО МАССИВА АЛТАЯ**

Гусев А.И., Гусев Н.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск,
e-mail: anzerg@mail.ru*

В статье приведены данные по петрографии, петро-геохимии, петрологии и рудоносности гранитоидов Синюшинского массива Алтая. В его составе выделены 3 фазы внедрения. Породные типы представлены кварцевыми монцодиоритами, калиевыми гранодиоритами, граносиенитами, гранитами, субщелочными гранитами, лейкогранитами и субщелочными лейкогранитами с флюоритом. В поздних фазах присутствуют нодулы турмалина и флюорита. В породах проявлен тетрадный РЗЭ W- и M-типов. Формирование гранитоидов происходило в условиях высокой насыщенности летучими компонентами: F, B, H₂O. Генерация гранитоидов происходила в процессе функционирования Сибирского суперплюма. С глубинным очагом, формировавшим гранитоиды Синюшинского массива, связаны скарновые, кварцево-грейзеновые, жильные месторождения и проявления W, Mo, Ta, Nb, Cu, Bi, Fe, Au.

Ключевые слова: гранитоиды, геохимия, петрология, оруденение, скарны, грейзены, жилы, W, Mo, Ta, Nb, Cu, Bi, Fe, Au

**PETROLOGY, GEOCHEMISTRY AND ORE MINERALIZATION
OF SINJUSHINSKII MASSIVE OF ALTAI**

Gusev A.I., Gusev N.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Data of petrography, petro-geochemistry, petrology and ore mineralization of granitoids Sinjushinskii massive of Altai lead in paper. Three phases intrusion detached in it composition. The rocks types presented by quartz monzodiorites, potassic granodiorites, granosienites, granites, moderate alkaline leucogtanites, leucogtanites and moderate alkaline leucogtanites with fluorites. Nodules of tourmaline and fluorites present in the late phases. Tetrad effect fractionation of REE W- and M- types display in rocks. Forming of granitoids happen in the conditions of high saturation of volatile components: F, B, H₂O. Generation of granitoids arised in the process of function of Sibirian superplum. Skarns, quartz-greisen and lodes deposits and manifestations of W, Mo, Ta, Nb, Cu, Bi, Fe, Au related with deep magmatic melting spot, forming granitoids of Sinjushinskii massive.

Keywords: granitoids, petrography, petro-geochemistry, petrology, ore mineralization, skarns, greisens, lodes, W, Mo, Ta, Nb, Cu, Bi, Fe, Au

Приграничная полоса между Горным и Рудным Алтаем представляет собой аномальный участок, совмещения различных процессов, приводивших к формированию специфических интрузивных образований и связанных с ними рудных объектов. К числу специфических интрузивных массивов относится Синюшинский гранитоидный массив.

Синюшинский массив образовался в зоне влияния долгоживущей Северо-Восточной зоны смятия, которая не только разграничивает Рудно-Алтайские и Горно-Алтайские структуры, но и контролировала размещение интрузивных массивов Колыванского (верхнедевонский усть-беловский комплекс) и Синюшинского (поздней перми – нижнего триаса).

Результаты исследований. В составе Синюшинского массива выделяются три фазы внедрения: 1) биотит-роговообманковые кварцевые монцодиориты, калиевые гранодиориты и граносиениты; 2) порфирировидные роговообманково-биотитовые граниты, субщелочные граниты, лейкограниты и суб-

щелочные лейкограниты; 3) равномерно-зернистые биотитовые лейкограниты и субщелочные лейкограниты. Дайковые породы представлены аплитовидными гранитами, аплитами, риолитами и, в единичных случаях (Саввушинский массив), – диорит-порфиридами. Кроме того, отмечаются пегматитовые жилы, в том числе берилло- и ортитовые.

Розовато-серые порфирировидные (калишпат) гранодиориты первой фазы слагают отдельные тела размерами от 10×80 до 20×120 м и мелкие ксенолиты среди гранитоидов последующих фаз внедрения. Это средне-крупнозернистые порфирировидные породы с вкрапленниками калишпата и слабозонального альбита (до 3-5 см), состоящие из микроклин-пертита, плагиоклаза, кварца, биотита сидерофиллит-аннитового ряда с повышенным содержанием TiO₂ и F (f = 46-49%), роговой обманки (f = 52%), акцессорных сфена, апатита, циркона и магнетита. В гранодиоритах отмечаются биотиты с более высокими концентрациями магния, а в гранитах – алюминия и меньше-

ми содержаниями магния. Основная масса гипидиоморфнозернистая с элементами мирмекитовой.

Мелано-, мезо- и лейкократовые гранитоиды второй фазы образуют крупные куполообразные и штокообразные тела с крутопадающими контактами, прорывающие и метаморфизующие стратифицированные образования широкого возрастного диапазона. Меланократовые разности более характерны для южной части массива, лейкократовые – для слабо эродированных куполов и апофиз, локализованных в районе Кольванского месторождения. Для средне-крупнозернистых разностей характерна крупноглыбовая “матрацевидная” отдельность, для мелкозернистых – тонкоплитчатая. Гранитоиды обладают значительной структурной неоднородностью и варьируют по степени зернистости основной массы и количеству мегакристаллов калишпата. Последние составляют от 5-10% до 40% объема породы и достигают весьма крупных размеров (до 8 см по удлинению). Вдоль западного и северного контактов массива обычно прослеживается оторочка (мощностью до нескольких сотен метров) мелкозернистых порфиридных лейкогранитов. Породы имеют гранитовую и гипидиоморфнозернистую структуру, сложены (%) кварцем – 25-30, калишпатом – 30-35, слабо зональным плагиоклазом (олигоклаз № 18-25, иногда андезин № 35-37) – 30-37, биотитом – 5-7. В меланократовых разностях количество биотита может достигать 10-15%, а роговой обманки до 10%. Для пород характерен широкий набор аксессуарных минералов. В одних и тех же пробах отмечаются высокие концентрации магнетита и ильменита, сфена, ортита и флюорита – индикаторы резко различных условий среды минералообразования. Для глубоко эродированных массивов комплекса характерно развитие раннемагматических морфотипов цирконов с максимумом в районе групп S_{23} - S_{25} , с расчетной температурой кристаллизации расплава 800-900° и асимметричным смещением поля морфотипов в сторону плюмазитовой ветви эволюции. Для слабо эродированных куполов и апофиз, локализованных на площади Кольванского месторождения, отмечается слабый максимум в области раннемагматических морфотипов (S_{24}) и интенсивный максимум в области позднемагматических морфотипов (G_1 , G_2 , G_3) с ориентировочной температурой кри-

сталлизации расплава 550-650°. Значительная длительность остывания обусловлена высокой водо- и флюидонасыщенностью расплава. Отделение флюидной фазы от расплава, фиксирующееся сокращением числа морфотипов в вертикальном температурном тренде и последующим расширением количества морфотипов циркона, характерно для рудоносных массивов. Гранитоиды характеризуются повышенной железистостью ($FeO^*/MgO = 4,8-6,6$), невыдержанными глиноземистостью ($Shand =$ от 0,96 в субщелочных лейкогранитах до 1,07 в лейкогранитах), анортитовостью ($c =$ от 0,06 в субщелочных лейкогранитах до 0,18 в гранитах) и щелочностью ($K_{ар} =$ от 0,7 в гранитах до 0,92 в субщелочных лейкогранитах) при устойчивом преобладании K_2O над Na_2O . По редкоэлементному составу умеренно глиноземистые разности слабо эродированных куполов уклоняются к А-гранитам редкометалльно-плюмазитового типа. Они обогащены редкими щелочами, редкими землями, Be, Th, U, W, Sc, Mo, Zn, Pb, В, обеднены Ba, V, Mn. Характерны повышенные значения парных коэффициентов Н.Н. Амшинского ($Be/Ba=0,12-0,16$, $Be/Co=1,95-2,04$) в отличие от пород глубокоэродированных массивов ($Be/Ba=0,0022$, $Be/Co=0,46$). С гранитными куполами, в которых присутствуют и лейкограниты, связаны парагенетически грейзеновые, скарновые, кварцево-жильные вольфрам-молибден-бериллиевые, тантал-ниобиевые месторождения и рудопоявления.

Лейкократовые гранитоиды с флюоритом третьей фазы слагают основную часть массива и особенно развиты в северной и северо-западных частях Синюшинского массива, где ранее они описывались в качестве дайки аплитовидных гранитов мощностью до 300 м. Это розовато-серые массивные, равномернозернистые, средне-крупнозернистые, реже мелкозернистые породы, состоящие из кварца (%) – 30-35, плагиоклаза – 20-25, калишпата – 40-45, биотита – 3-5, флюорита, турмалина (0,5-1). По петрохимическим особенностям они сходны с лейкократовыми гранитоидами второй фазы (несколько обеднены щелочами), при этом существенно (в 2-2,5 раза) обеднены редкими щелочами, тяжелыми РЗЭ, Y, слабо обогащены Zr, Nb, Ta, Hf и легкими РЗЭ.

Для лейкогранитов Кольванского месторождения характерны нодулы турмалина размерами от 0,5 до 5 см в поперечнике, которые широко распространены в районе

апофиз и локальных выступов в районе месторождения. Наличие нодулей турмалина и редко – флюорита размерами от 0,5 до 1,5 см в диаметре указывает на формирование лейкогранитов в этой части массива в закрытой системе. Кристаллизация ранних фаз Синюшинского массива происходила в условиях слабой насыщенности летучими компонентами, что приводило к накоплению летучих в самых поздних дебриватах массива при кристаллизации лейкогранитов. При этом происходило накопление таких летучих компонентов, как бор, вода, фтор. Для лейкогранитов характерно ещё более ярко выраженный максимум развития морфотипов цирконов позднемагматической стадии кристаллизации (G_1 , G_2 , G_3), указывая на повышенную потенциаль-

ную рудоносность. Формирование нодулей турмалина происходило путём вскипания на глубине магматогенных флюидов и их поднятия к поверхности. О закрытой системе при формировании лейкогранитов свидетельствуют останцы провесов кровли ороговикованных песчано-сланцевых пород суеткинской свиты (позднего кембрия раннего ордовика) в Южном блоке месторождения. Они служили экраном для поднимающихся флюидов, обогащённых бором и другими летучими компонентами, которые попадая в остывавшие и кристаллизующиеся лейкограниты приповерхностных уровней формировали своеобразные каплиндулы турмалина и редко – флюорита.

Химический состав пород представлен в табл. 1.

Таблица 1
Химический состав пород Синюшинского массива

Порода	Фаза	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Гранодиорит	1	7	64,79	1,03	15,06	6,17	0,36	1,56	3,36	3,42	3,81	0,24
			2,26	0,44	1,70	2,49	0,54	1,22	1,28	0,5	3,0	0,14
Граносиенит		4	65,45	0,75	15,64	4,88	0,12	0,99	2,36	3,61	5,77	0,23
			1,73	0,37	1,70	2,51	0,01	0,61	0,90	0,99	3,14	0,1
Кварцевый сиенит	1	2	64,05	0,60	16,32	3,68	0,13	0,93	2,74	3,70	5,80	0,26
Гранит	2	38	71,71	0,42	13,94	3,00	0,09	0,64	1,94	3,11	4,20	0,14
			2,37	0,21	0,78	1,35	0,04	0,30	0,81	0,41	0,9	0,17
Субщелочной гранит		9	73,75	0,27	13,28	2,18	0,05	0,39	1,16	3,43	5,1	0,08
			2,64	0,23	0,69	1,13	0,03	0,29	0,54	0,67	1,09	0,02
Лейкогранит		16	75,38	0,23	12,53	2,45	0,07	0,27	1,02	3,21	4,23	0,1
			1,07	0,11	0,46	0,62	0,03	0,18	0,37	0,42	0,40	0,17
Субщелочной лейкогранит		21	74,82	0,20	12,87	2,11	0,06	0,33	0,75	3,65	4,86	0,05
			0,90	0,08	0,33	0,56	0,02	0,15	0,34	0,77	0,27	0,02
Лейкогранит	3	3	75,93	0,24	12,30	2,84	0,10	0,24	1,02	3,08	3,88	0,08
			0,52	0,09	0,14	0,55	0,03	0,20	0,21	0,23	0,45	0,06
Субщелочной лейкогранит		3	75,49	0,14	12,70	1,98	0,06	0,26	0,72	3,89	4,54	0,11
Лейкогранит с флюоритом	4		0,41	0,06	0,21	0,38	0,01	0,18	0,11	0,49	0,20	0,13

Примечание. В числителе – средние содержания компонентов, в знаменателе – стандартное отклонение; n – количество проб.

На диаграмме K₂O-SiO₂ породные типы Синюшинского массива попадают в поля шощонитовой серии и высококаалиевой известково-щелочной (рис. 1).

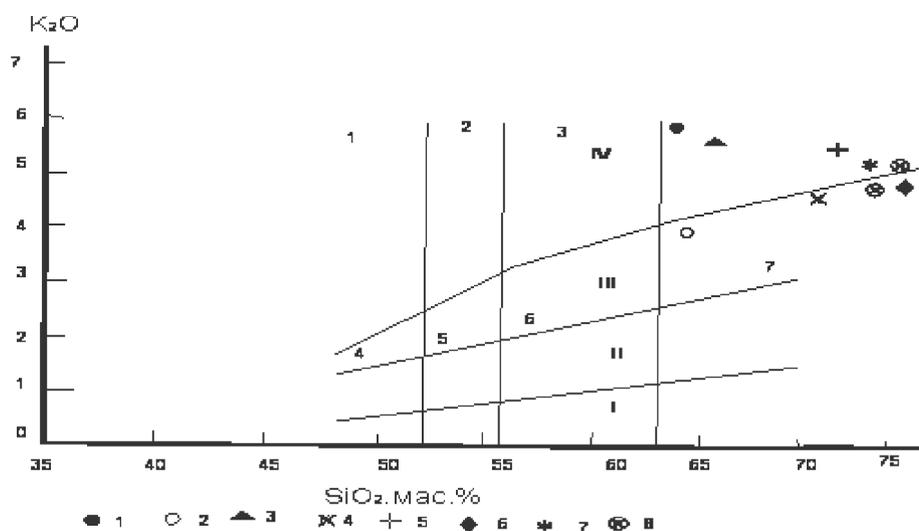


Диаграмма $K_2O - SiO_2$ для породных типов Синюшинского массива.

Поля пород: 1 – абсарокит; 2 – шошонит; 3 – банакит; 4 – высоко-К базальт; 5 – высоко-К андезибазальт; 6 – высоко-калиевый андезит; 7 – высоко-К дацит по [5].
 Серии пород: I – толеитовая; II – известково-щелочная; III – высоко-К известково-щелочная; IV – шошонитовая. Породные типы Синюшинского массива: 1 – кварцевый сиенит, 2 – гранодиорит, 3 – граносиенит, 4 – гранит, 5 – умеренно-щелочной гранит, 6 – лейкогранит, 7 – умеренно-щелочной лейкогранит, 8 – лейкогранит с флюоритом

Микроэлементный состав пород Синюшинского массива представлен в табл. 2.

Следует отметить, что в крайних дифференциатах (лейкогранитах с флюоритом) наблюдаются более высокие концентрации Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Yb, Lu и низкие концентрации Sr, Ba, Li, Rb. Все породные типы характеризуются высокими отношениями тория к урану, превышающие 1 (от 2,5 до 5,45), указывающие на слабые гидротермальные изменения пород. Во всех проанализированных породах наблюдаются повышенные значения отношений $(La/Yb)_N$, свидетельствующие о сильно дифференцированном распределении редкоземельных элементов. В гранитах, лейкогранитах и лейкогранитах с флюоритом выявлен тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов M-типа (значение $TE_{1,3}$ превышает 1,1), что указывает на высокую обводненность Синюшинского массива и максимально высокие концентрации летучих компонентов (и в первую

очередь, – фтора и бора) в магматогенных флюидах [1]. Об этом свидетельствуют часто встречающиеся умеренно-щелочные лейкограниты с флюоритом, а также обильные нодулы турмалина размерами от 1 до 5 см в поперечнике. В гибридной породе – граносиените, слабо проявлен W – тип тетрадного эффекта (значение $TE_{1,3}$ менее 0,9), указывающий на значительную роль вадозных вод, заимствованных из вмещающих пород, при формировании этих пород.

Гранитоиды формировались в мезоабиссальной обстановке. На это указывают значительная ширина ореолов контактово измененных пород, большие размеры Синюшинского и других интрузивов, распространность крупно-среднезернистых, обычно, порфиридных (с мегакристами калишпата) структур, отсутствие в массивах зон закали, наличие пегматитов. Определение U-Pb методом по цирконам из гранитов Синюшинского массива ($251,1 \pm 4,6$ млн. лет) даёт раннетриасовый возраст.

Таблица 2
Микроэлементный состав (в г/т) породных типов Синюшинского массива

Компоненты	Породы 2					
	1	2	3	4	5	6
Li	54,1	38,0	25,0	55,0	19,0	12,8
Rb	134,0	129,0	320,0	319,0	25,2	21,2
Cs	3,8	2,9	9,7	12,8	2,1	2,1
Ba	350	760	330,0	300,0	36	27,1
Sr	485	640	180,0	177	19,0	15,2
Zr	250,0	245,0	80,0	127,0	130,0	205,0
Hf	7,0	7,9	4,8	5,4	4,6	4,8
Nb	24,0	34,0	22,0	20,2	34,0	65,0
Ta	3,2	2,2	4,7	2,2	3,6	4,6
Th	28,0	24,1	38,2	59,0	43,1	48,0
U	8,0	9,6	7,0	21,6	15,1	14,0
Y	32,0	19,4	19,0	22,0	25,0	17,9
La	32,0	73,1	59,0	63,40	50,0	81,1
Ce	96,0	87,0	65,8	86,20	67,1	67,2
Pr	6,9	6,5	11,1	12,3	12,0	12,1
Nd	26,0	24,1	22,2	27,20	21,3	22,1
Sm	25,5	24,1	22,2	3,80	20,7	13,2
Eu	7,0	1,2	0,61	0,84	10,56	11,4
Gd	3,7	3,4	3,4	4,00	11,1	17,1
Tb	0,61	0,55	0,56	0,58	10,55	12,5
Dy	24,5	3,3	3,7	12,6	22,6	23,6
Ho	0,8	0,78	0,7	0,9	6,8	7,8
Er	3,3	2,9	0,44	0,39	12,1	14,9
Tm	3,7	1,23	0,46	0,37	2,1	2,4
Yb	3,6	2,7	2,8	3,01	5,0	11,1
Lu	0,64	0,45	0,52	0,65	1,43	1,61
Co	9,3	9,1	2,2	1,8	3,0	1,1
Cr	24,0	23,5	18,0	13,3	21,0	5,2
Sc	21,0	19,5	8,5	7,1	10,0	1,3
Ga	22,2	23,6	22,8	22,9	18,4	18,6
Cu	18,9	20,0	15,1	14,9	18,3	8,8
Sn	3,4	1,9	4,9	4,7	5,1	5,3
W	2,9	1,5	2,8	2,9	3,3	3,8
Mo	2,5	0,9	3,2	3,3	3,0	3,4
Be	2,8	1,9	4,4	4,3	9,0	3,7
Th/U	3,5	2,5	5,45	2,73	2,85	3,43
(La/Yb) _N	5,87	18,59	13,91	13,9	6,6	4,82
TE _{1,3}	1,85	0,85	1,03	1,33	1,58	1,43

Примечание. Анализы выполнены в Лаборатории ИМГРЭ методом ICP-MS (г. Москва). Породы Синюшинского массива: 1 – гранит, 2 – граносиенит, 3 – лейкогранит, 4 – лейкогранит, 5 – лейкогранит с флюоритом, 6 – лейкогранит с флюоритом. TE_{1,3} – тетрадный эффект по В. Ирбер [4]. Значения РЗЭ нормированы по хондриту по [3].

Рудоносность гранитоидов. Следует отметить, что шошонитовые гранитоиды Синюшинского массива характеризуются высоко дифференцированным типом распределения редкоземельных элементов, высокой обводненностью и обогащённостью

летучими компонентами, что весьма благоприятно для формирования различных типов оруденения. Действительно пространственно и парагенетически с гранитоидным массивом связаны скарновые месторождения вольфрама и молибдена (Кремлёв-

ское и Плитнинское) и ряд рудопоявлений (Горный участок, Северный участок, Восточное, Каменское, Средне-Рябиновское, Вороновское, Ленинградское); кварцево-грейзеновые медно-висмут-вольфрамовые месторождения (Очаровательное I, Очаровательное II, Кольванское I, Кольванское II, Шеелитовое, Майское). Возможно, пространственно с гранитоидами Синюшинского массива связаны проявления железо-оксидного-медно-золоторудного класса типа Клонкарри, локализующиеся к северо-западу и к югу от массива (Локтевское рудное поле и другие, где существенную роль играют гематитовые руды с халькопиритом, борнитом, халькозином). В этих рудах отмечаются повышенные концентрации редких земель иттриевой группы. Хотя основную роль для проявлений Локтевского рудного поля имеет сдвиговая Северо-Восточная зона смятия, тем не менее здесь отмечаются редкие дайки шошонитового типа) от кварцевых сиенитов до лейкогранитов с флюоритом. Эти дайки сопровождают Синюшинский массив гранитоидов, маркирующих на глубине крупный глубинный магматический очаг, дериватом которого являются и Синюшинский массив, и сопровождающие его дайковые комплексы.

Интерпретация результатов. Полученные результаты указывают, что гранитоиды Синюшинского массива относятся к шошонитовой петрогенетической серии. Для них характерна высокая насыщенность летучими компонентами, что свидетельствует о сложной истории развития глубинного

очага и мантийно-корового взаимодействия под влиянием плюмтектоники [2]. Это же подтверждают и различные типы тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ в породах комплекса (W- и M- типы), которые обусловлены также различной степенью насыщенности летучими компонентами [1, 2]. Все эти данные обусловили генерацию разнообразного скарного, грейзенового, жильного оруденения Mo, W, Nb, Bi, Ta, Cu, Fe, Au.

Выводы

Гранитоиды Синюшинского массива относятся к шошонитовой серии.

Генерация их происходила в постколлизийной обстановке в результате функционирования Сибирского суперплюма.

Рудоносность глубинного магматического очага охватывает различные типы оруденения Mo, W, Nb, Bi, Ta, Cu, Fe, Au.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.А., Гусев А.И. Тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов и его использование в решении проблем петрологии гранитоидов // Успехи современного естествознания, 2011. – № 5. – С.45-49.
2. Гусев А.И., Гусев А.А. Шошонитовые гранитоиды: петрология, геохимия, флюидный режим и оруденение. – Москва: Изд-во РАН, 2011. – 125 с.
3. Anders E., Greevesse N. Abundances of the elements: meteoric and solar // *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 1989. – V.53. – Pp. 197-214.
4. Irber W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites // *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 1999. – V. 63. – Pp. 489-508.
5. Peccerillo A., Taylor S.R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey // *Contrib. Mineral. Petrol.*, 1976. – V.58. – P. 63-81.

УДК 622.331:631.445.12:551

О КЛАССИФИКАЦИИ БОЛОТНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ**Макаренко Г.Л.***ГОУ ВПО «Тверской государственный технический университет, Тверь, e-mail: mgl777@mail.ru*

Основой для классификации болотных биогеоценозов является минеральная геологическая среда с подвижным горизонтом капиллярной каймы.

Ключевые слова: болото, подвижный горизонт капиллярной каймы, ландшафт, биогеоценоз, экотоп, биотоп

ABOUT CLASSIFICATION OF WADING OF BIOGEOCENOSIS**Makarenko G.L.***Tver State Technical University, Tver, e-mail: mgl777@mail.ru*

Basis for the classification of biogeocenosis of mires is mineral geological environment with a moving horizon of the capillary fringe

Keywords: swamp, moveable the horizon of the capillary fringe, landscape, biogeocenosis, ecotope, biotope

Как указывает Н.И. Пьявченко [1], все многообразие проблем и более мелких вопросов изучения болотных биогеоценозов не позволяет достаточно в полном объеме исследовать все связи и процессы в биогеоценозе.

Современные болотные ландшафты – результат направленного процесса развития природы и климата в послеледниковое время, начиная с раннего голоцена. Этот процесс, не прекращающийся в течение всего послеледниковья, привел к перераспределению соотношения озер, лесов и болот, а накопившиеся торфяные отложения не только сгладили первоначальный рельеф, но и изменили гидрогеологический режим территории. В соответствии с ландшафтно-морфологическими условиями количественные и качественные характеристики болотных ландшафтов формируются в условиях сложного взаимодействия самых различных по происхождению природных факторов. Даже болота, расположенные в одинаковых климатических условиях, но имеющие разные характеристики геолого-геоморфологического строения минерального субстрата, его генезиса, местоположения в рельефе, характера водно-минерального питания, типа болотного почвообразования, могут отличаться не только развитием болотообразовательного процесса, но и условиями торфонакопления.

В теоретическом плане для наиболее полного выявления природы процесса торфонакопления необходимо проведение исследований и получение информации на основе установления его причинно-следственной генетической взаимосвязи с почвенно-ботаническими, гидрохимическими, геологи-

ческими, геоморфологическими и другими природными факторами. В практическом плане, прежде всего, необходимо объяснение закономерностей современного состояния болот с целью прогноза дальнейшего их саморазвития в естественных условиях, сознательного использования и преобразования в процессе жизнеобеспечения и хозяйственной деятельности общества, в природоохранном обустройстве территорий.

Компонентную структуру любого биогеоценоза определяют две части неживая (косная – экотоп), живая (биокозная – биотоп). Эти части находятся в постоянном материально-энергетическом взаимодействии. Компоненты являются материальными телами и вносят в болотный биогеоценоз вещество и энергию [2].

Биогенное осадконакопление избыточно увлажненных участков суши связано с развитием болотообразовательного процесса и процесса торфонакопления. Известный исследователь болот А.Д. Дубах [3, 4] – первый обратил внимание на особенности болота, как природного образования, отличного и от суши и от водоемов. Впервые взгляд на болото как на природное единство, закономерно складывающийся и живущий географический ландшафт, или эпипит, был высказан Р.И. Аболиным [5]. Болотный ландшафт, настолько сложная геосистема, что современный ход развития науки о нем требует постоянного пополнения арсенала новых научных идей и разработок, основанных на более полном учете всех данных и факторов, характеризующих природную обстановку.

На современном этапе развития исследований, с учетом ранее данных определений,

болото рассматривается как географический ландшафт, который возникает и развивается под влиянием факторов среды и растительности, характеризуется постоянной или периодической избыточной влажностью, гидрофильностью надпочвенного растительного покрова, особым типом почвообразовательного процесса, накоплением торфа не менее 30 см в неосушенном состоянии и 20 см – в осушенном виде. Болота сложная развивающаяся экосистема, участвующая в гидрологическом и биологическом балансе территории; особый тип биома, промежуточный между сушей и водоемом [6].

В статье предпринимается попытка разработать классификацию болотных биогеоценозов на минеральной геологической

основе. По мнению автора, начало развития болото- и торфообразовательного процесса неоспоримо предопределено генезисом, условиями залегания, структурой, составом и свойствами минеральной геологической среды, которая сама была уже сформирована на основе природных геологических процессов и явлений в условиях отсутствия жизни на Земле. Функциональную структуру болотного биогеоценоза определяют его материальный компонентный состав; проявление, участие и действие каждого компонента в общей системе биогеоценоза. На болотах развиваются специфические биогеоценозы, в состав которых включены компоненты биокосной и косной природы [7 – 10] (рис. 1).

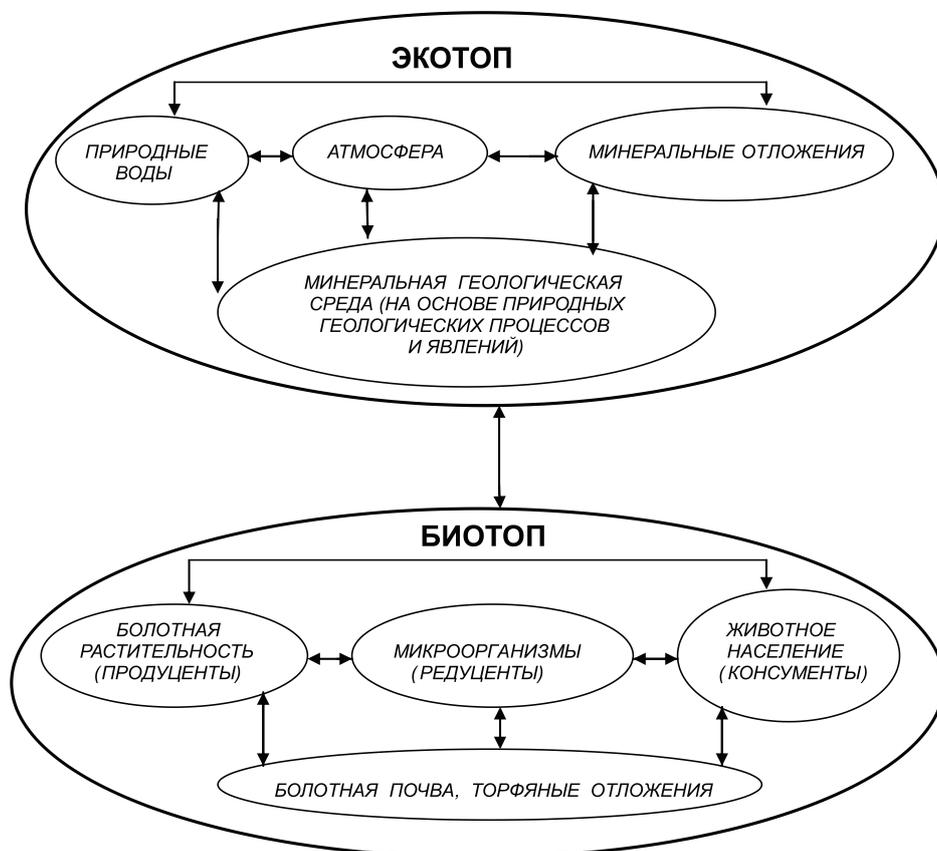


Рис. 1. Схема структурно-функциональной структуры болотного биогеоценоза

Так, болотный экотоп, включающий природные воды, атмосферу, минеральную геологическую среду в составе минеральных отложений, представляет собой косную (неживую) часть болотного биогеоценоза и является материально-энергетической ба-

зой по поставке веществ и энергии, на основе которых работает живая часть системы.

Болотный биотоп, включающий болотную растительность, микроорганизмы, животное население в составе болотные почв и торфяных отложений, представляет

биоценозу (живую) часть болотного биогеоценоза и является трансформатором ресурсов косной части в разнообразный мир органических веществ (остатков растений – торфообразователей, разложившейся растительной массы) и фиксированной в них энергии солнца за счет процессов питания, дыхания, роста, последующего отмирания и аккумуляции (накопления) органического материала – торфяных отложений. Болотная растительность относится к первичным продуцентам, или автотрофам, создающим первичное вещество торфа. Животное население относится к консументам как потребителям готовых органических веществ. Микроорганизмы относятся к редуцентам как разрушителям органических материалов. Они разрушают сложные органические вещества.

Основу классификации болотных биогеоценозов составляет минеральная геологическая среда: ее строение, состав, структурные особенности и свойства, в итоге определяющие обстановку и условия возникновения и развития болото- и торфообразовательного процесса. Независимо от генезиса минеральная геологическая среда сложена в основном раздробленным, раздельнозернистым, обломочным и водопроницаемым материалом, который по фрак-

ционному составу отвечает песку, супеси и суглинку, глине. Оптимальная глубина залегания грунтовых вод, при которой геологическая среда с поверхности становится обильно увлажненной, определяется прежде всего высотой капиллярного поднятия и наличием подвижного горизонта капиллярной каймы (ПГКК). В соответствии с этим положением устанавливаются условия возникновения и развития болото- и торфообразовательного процесса на отдельных участках поверхности суши при неглубоком залегании грунтовых вод. Если минеральная геологическая среда, независимо от генезиса, сложена песчаным материалом, то оптимальная глубина залегания грунтовой воды укладывается в интервале 10...100 см. Для супесчаного материала глубина залегания грунтовой воды отвечает диапазону в 150...200 см. Для геологической среды, сложенной суглинистым материалом, характерна глубина залегания грунтовой воды в интервале 200...400 см [9, 10]. Болотные биогеоценозы, занимающие различные участки поверхности суши, принято подразделять на три основные группы: региональные, локальные и линейные (рис. 2), которые с различным по составу обломочным материалом приурочены к природным объектам суши (таблица).



Рис. 2. Классификация болотных биогеоценозов на основе природных геологических процессов и явлений

Основные геологические процессы, области и генетические формы их распространения, литологический состав рыхлых отложений, определяющих классификацию болотных биогеоценозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пьявченко Н.И. О принципах биогеоценологической классификации болот // Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973. С. 174 – 189.
2. Сукачев В.Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фация» // Основы лесной биогеоценологии / под ред. В.Н. Сукачёва, Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1964. – С. 5-49.
3. Дубах А.Д. Очерки по гидрологии болот. – Редиздат ЦУЕГМС, 1936. – 119 с.
4. Дубах А.Д. Гидрология болот. – Л.: Гидрометеоздат, 1944. – 228 с.
5. Аболин Р.И. Опыт эпигеологической классификации болот // Болотоведение, 1914. № 3. С. 3-55.
6. Россия: водно-ресурсный потенциал / Под науч. ред. А.М. Черняева; РосНИИВХ. – Екатеринбург: Изд-во «Аэрокосмоэкология», 1998. – 342 с.
7. Макаренко Г.Л., Шадрин Н.И. Основы биогеоценологии болот (геологический аспект): Учебное пособие. – Тверь: ТГТУ, 1999. – 162 с.
8. Макаренко, Г.Л. Геолого-географические закономерности территориального размещения ископаемой ресурсной составляющей торфяных месторождений / Г.Л. Макаренко // Сборник научных трудов VII Международной конференции «Геология в школе и в вузе: геология и цивилизация». – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – Том I. С. 76-81.
9. Макаренко, Г.Л. Геосистемное природно-ресурсное размещение торфяных месторождений // Основы геологической природы, закономерности стратиграфии залежей торфяных месторождений, их георесурсная оценка: монография / Г.Л. Макаренко. Leipzig: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 186 с.
10. Makarenko G.L. About the geological nature of peat bog // European Science and Technology [Text]: materials of the II international research and practice conference, Vol. II, Wiesbaden, May 9th – 10th, 2012/ publishing office «Bildungszentrum Rodnik e. V.» – c. Wiesbaden, Germany, 2012. – p. 148 – 155.

УДК 622.331:631.445.12:551

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ДОЛИНЕ РЕКИ ВОЛГА НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**Макаренко Г.Л.***ГОУ ВПО «Тверской Государственный технический университет», Тверь, e-mail: mgl777@mail.ru*

Выявлены закономерности размещения торфяных месторождений в долине верхней Волги на территории Тверской области.

Ключевые слова: физико-географическая провинция, верхняя Волга, торфяное месторождение, тип строения залежи, удельный запас торфа

GEOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL LODGING PEAT OF DEPOSITS IN THE VALLEY OF THE RIVER VOLGA ON THE TERRITORY OF TVER REGION**Makarenko G.L.***Tver State Technical University, Tver, e-mail: mgl777@mail.ru*

The regularities of the of accommodation of peat deposits in a valley the Upper Volga in the Tver region.

Keywords: physical and geographical province, the upper Volga, peat deposits, type of deposit structure, specific reserves of peat

Геолого-географическое исследование торфяных месторождений в части бассейна верхней Волги проводится по 9 административным районам в пределах 3 физико-географических провинций на территории Тверской области (Валдайской, Смоленско-Московской и Верхневолжской). Следует отметить, что Валдайская провинция имеет молодой возраст речной сети (в основном четвертый порядковый уровень, частично пятый), а Смоленско-Московская и Верхневолжская более древний (шестой и седьмой порядковые уровни) (рис. 1 – 3) [1 – 5].

Территория Валдайской провинции характеризуется широким развитием сильно расчлененного ледниково-аккумулятивного рельефа, местами вознесенного на достаточно большую высоту. Обширные территории занимают волнистые зандровые и плоские озерно-ледниковые равнины, которые, как правило, сильно заболочены. Граница Валдайской провинции совпадает с линией максимального продвижения Валдайского ледника. Смоленско-Московская провинция отличается сравнительно большой абсолютной высотой в диапазоне 200 – 350 м и близким к поверхности залеганием известняков палеозоя. В провинции преобладают сглаженные увалистые морен-

ные и морено-эрозионные равнины. Четвертичные отложения с поверхности почти везде представлены покровными суглинками. В Верхневолжской провинции преобладают холмистые и полого-увалистые вторичные моренные равнины с абсолютными высотами 150–180 м, поверхность которых осложнена конечно-моренными грядами. Вследствие небольших уклонов современное эрозионное расчленение территории весьма слабое, что приводит к сильному заболачиванию отдельных частей провинции. Материнские породы представлены главным образом валунными моренными суглинками, а на востоке – покровными суглинками. Провинция имеет довольно густую гидрографическую сеть, однако русла большей части незначительных речек врезаются неглубоко. Поэтому гидрографическая сеть оказывает очень слабое дренирующее действие и не может предотвратить заболачивание всей территории в целом [1].

Средняя пнистость залежей в целом испытывает тенденцию к последовательному уменьшению от истока к пойме. При этом пнистость надпойменных террас и пойм укладывается в минимальные значения до 1,0%, что указывает на возможность их использования в сельском хозяйстве (рис. 4).

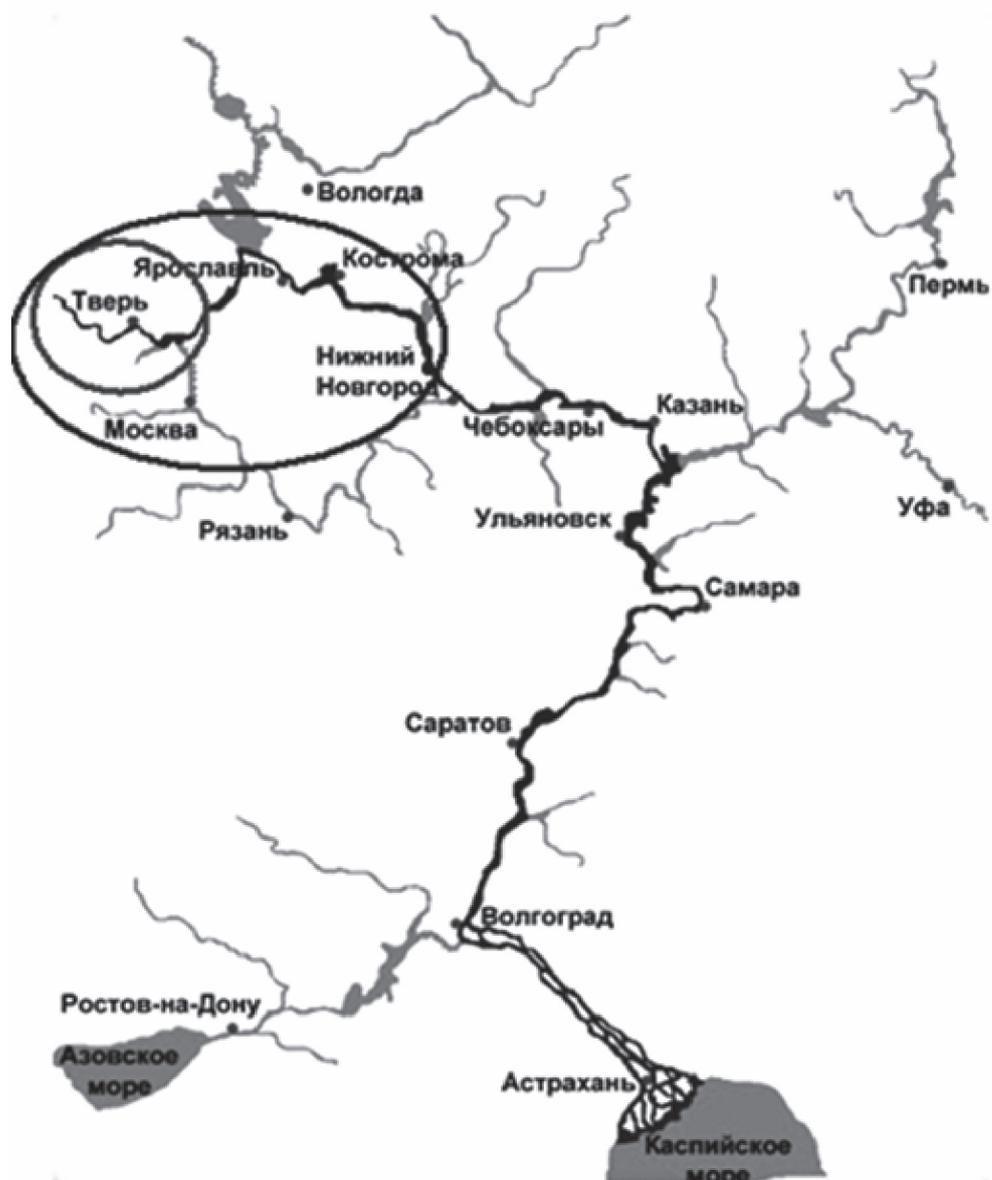


Рис. 1. Местоположение Тверской области в верхнем течении р. Волга

Что касается распределения типов строения залежей торфяных месторождений, то здесь выявляется ряд закономерностей: последовательно по Валдайской и Смоленско-Московской физико-географическими провинциями по долине р. Волга наблюдается общее численное снижение типов строения залежей; то же самое наблюдается и в Верхневолжской физико-географической провинции; при этом во всех случаях (по

каждому из административных районов) наблюдается четкая закономерность последовательного численного увеличения типов строения залежей от смешанного к переходному, верховому, низинному (рис. 5). Выявлена закономерность изменения запасов торфа в зависимости от площади промзалежи, что позволяет через эту взаимосвязь по площади промзалежи прогнозно оценивать запасы (рис. 6).

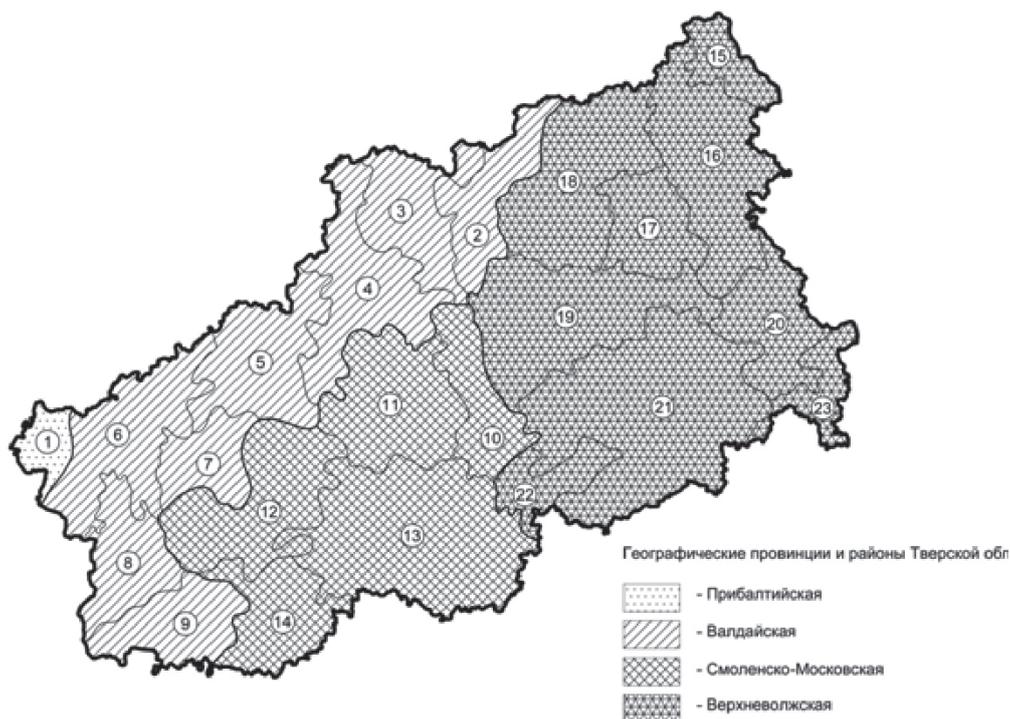


Рис. 2. Карта физико-географических провинций Тверской области [по А.А. Дорощеву; География...; 1992]. Физико-географические районы: 1 – Ловатский; 2 – Леснинско-Удомельский; 3 – Верхне-Мстинский; 4 – Шлино-Цнинский; 5 – Селигерский; 6 – Шейно-Бологовский; 7 – Охватский; 8 – Торпо-Западнодвинский; 9 – Среднемежский; 10 – Тверецкий; 11 – Осуго-Поведский; 12 – Тудовский; 13 – Ржевско-Старицкое Поволжье; 14 – Обиинский; 15 – Молого-Шекснинский; 16 – Восточно-Калининский; 17 – Верхне-Моложский; 18 – Средне-Моложский; 19 – Верхне-Медведицкий; 20 – Кашинский; 21 – Приволжско-Оршинский

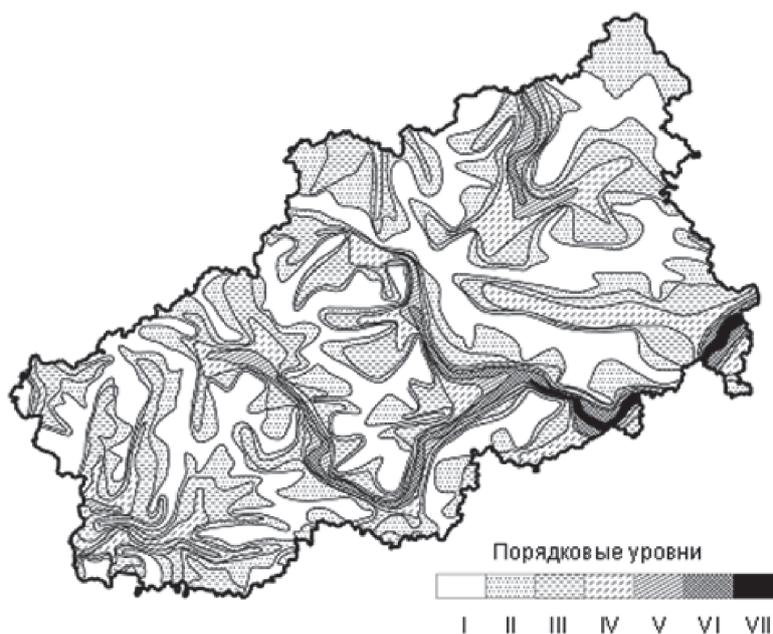


Рис. 3. Карта порядковых уровней Тверской области [1]



Рис. 4. Геоморфологическое распределение средних значений пнистости торфяных залежей по физико-географическим провинциям в долине р. Волга на территории Тверской области

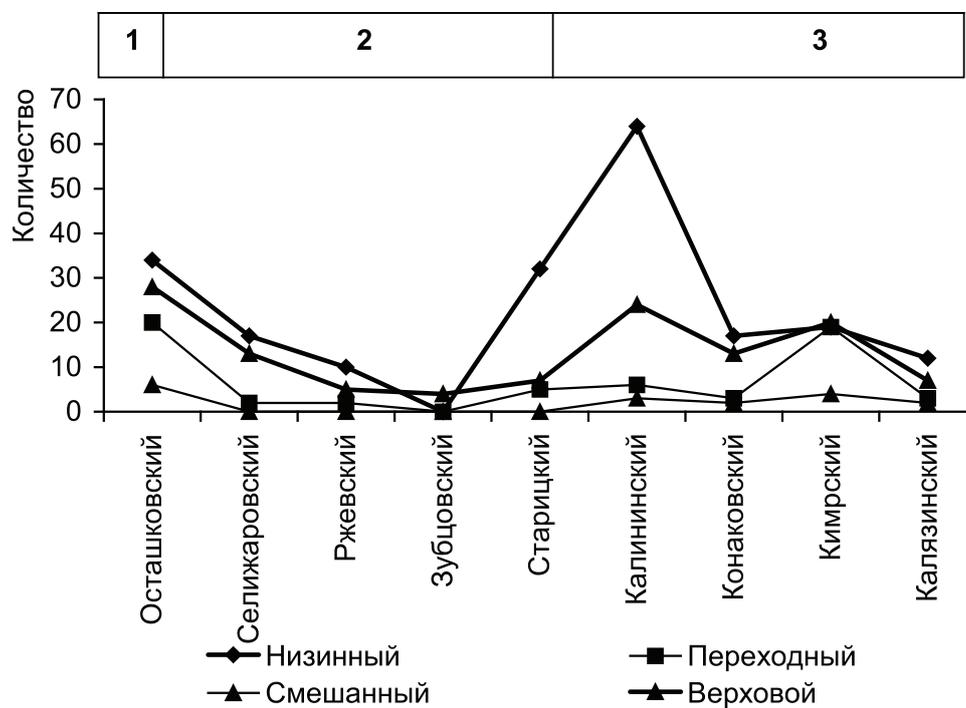


Рис. 5. Распределение типов строения залежей торфяных месторождений по физико-географическим провинциям в долине р. Волга. Провинции: 1 – Валдайская; 2 – Смоленско-Московская; 3 – Верхневолжская

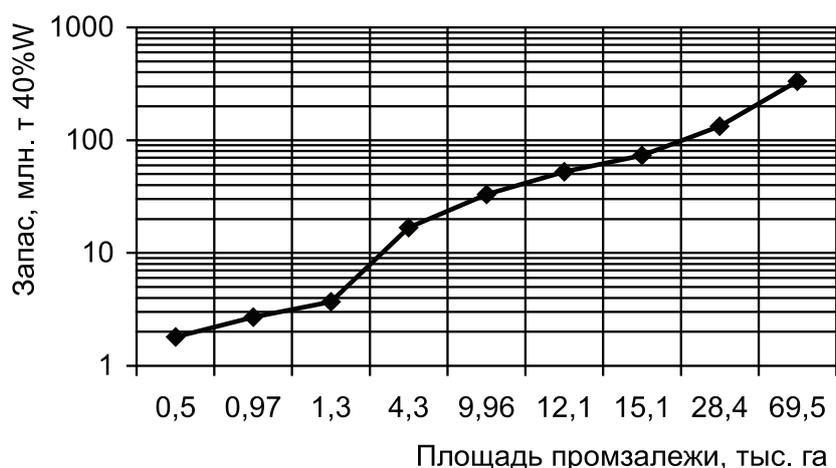


Рис. 6. Поландшафтное изменение запасов торфяных месторождений в зависимости от площади промышленной залежи

Таким образом, ландшафтный метод учитывает все многообразие природных факторов, границы которых стабильны и меняются в рамках геологического времени. Сходные (однотипные или одновидовые) ландшафты обладают близкими условиями жизни и хозяйственной деятельности людей, аналогичным ресурсным потенциалом и требуют однотипных мероприятий по охране и рациональному использованию торфяных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорофеев, А.А. География Тверской области / А.А. Дорофеев, А.А. Ткаченко, А.С. Щукина [и др.] // Тверь: ТГУ, 1992. – 289 с.

2. Макаренко, Г.Л. Оценка ресурсного потенциала природных объектов (на примере Тверской области) / Г.Л. Макаренко: Учебное пособие. – Тверь: ТГТУ, 2004. – 148 с.

3. Макаренко Г.Л. Геолого-географические закономерности территориального размещения ископаемой ресурсной составляющей торфяных месторождений. / Г.Л. Макаренко // Сборник научных трудов VII Международной конференции «Геология в школе и в вузе: геология и цивилизация» СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – Том I. – С. 76 – 81.

4. Makarenko G.L. About the Geological Nature of Peat Bog. / Makarenko G.L. // – 2nd International Conference on European Science and Technology. – May 9th to May 10th Wiesbaden, Germany, 2012 P. 148 – 155

5. Makarenko G.L. About the geological nature peat deposits of forest area Russia / Makarenko G.L. // 2nd International scientific conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches». – 18-19th February 2013 Stuttgart, Germany, 2013 P. 44 – 47

УДК 622.331:631.445.12:551

АГРО-ПРИРОДНО-РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ТОРФЯНЫХ И САПРОПЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОНАКОВСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Макаренко Г.Л.

*ГОУ ВПО «Тверской Государственный технический университет», Тверь, Россия,
e-mail: mgl777@mail.ru*

Выявлены закономерности размещения и перспективы использования местных природных ресурсов (торф и сапропель) в агропромышленном комплексе Конаковского района Тверской области.

Ключевые слова: торф, сапропель, торфяное месторождение, озеро, ландшафт

AGRO-NATURAL-RESOURCE ASSESSMENT OF PEAT AND SAPROPEL IN KONAKOVSKY DISTRICT OF TVER REGION

Makarenko G.L.

Tver State Technical University, Tver, e-mail: mgl777@mail.ru

The regularities of accommodation and prospects for the use of local natural resources (peat and sapropel) in agriculture in Konakovsky district of Tver region.

Keywords: peat, sapropel, The peat lands are, lake, landscape

Относительно низкий уровень механизации при производстве различных видов сельскохозяйственной продукции обуславливает большую потребность в трудовых ресурсах.

К настоящему времени в Нечерноземной зоне РФ и, в частности в Тверской области, сложилась критическая демографическая ситуация, характеризующаяся длительным миграционным оттоком сельского населения и существенным снижением его воспроизводства.

Эти процессы не только порождают трудности в обеспечении агропредприятий рабочей силой, но и обостряют ряд других серьезных проблем. Как показывает практика, на территории Конаковского района, входящего в состав Верхневолжской физико-географической провинции, отмечается дефицит использования органических удобрений в развитии АПК (табл. 1).

Таблица 1

Посевная площадь, га	Внесено органических удобрений, тонн	Удельное внесение на единицу площади, т/га
379875	331893	0,87

В Конаковском районе сельское население недостаточно занято в сельскохозяйственном производстве. Одним из путей ликвидации негативных последствий этой проблемы является устойчивое развитие сельскохозяйственного производства, разработка передовых способов его ведения, создание новых предприятий на территории Конаковского района.

Полезные ископаемые представлены нерудными ископаемыми, образовавшимися в четвертичный период это, прежде, всего торфяные месторождения и озерные месторождения сапропеля.

Длительное время торф имел широкое применение в сельском хозяйстве Тверской области, в том числе и района как удобрение, подстилка для скота и т. д.

Земледельческая освоенность указанного почвенного района в 60-х годах была невысокой: от 10% до 40% в его разных частях, а залесенность – от 20% до 40%. В современный период сельскохозяйственная освоенность территории Конаковского района значительно выше [1].

В районе немало земель малопригодных для сельского хозяйства без проведения соответствующих мероприятий по их улучшению.

Приоритетное развитие земледелия в настоящее время позволит обеспечить зональные потребности городского и сельского населения в продуктах питания, а промышленности в сырье.

В настоящее время в Конаковском районе основными используемыми в сельском хозяйстве почвами являются дерново-сред-

не-подзолистые и дерново-слабоподзолистые [1]. Торфяные месторождения и озерные месторождения сапропеля, болотные и подзолисто-болотные почвы характеризуются накоплением большого количества

органического вещества, свойства которых обусловлены ботаническим составом и агрохимическими свойствами отложений [3, 4] (рис. 1, табл. 2).

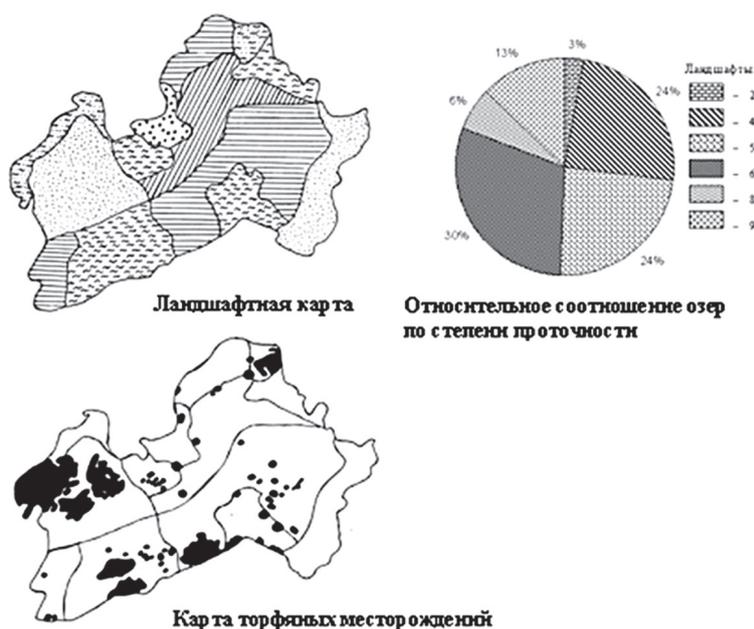


Рис. 1. Поландшафтное размещение торфяных месторождений на территории Конаковского района

Две трети озерных месторождений сапропеля приходятся на сточные котловины. Преобладающими видами сапропелевых отложений являются торфянистый и водорослево-песчаный. Средняя степень заполнения котловин составляет 0,23 при средней площади под сапропелем 10,8 га. Территорию Конаковского района отличает повышенная лесистость. Сапропели могут использоваться как органо-минеральные удобрения при условии известкования почв (рис. 2, табл. 3). Но получение высоких уро-

жаев на дерново-подзолистых почвах региона возможно только на фоне достаточного содержания в них гумуса с использованием местного природного сырья (табл. 4). В целом, биологическая продуктивность почв, освоенных сельским хозяйством района, несколько выше показателей по России. Малой пнистостью обладают торфяные месторождения пойм и надпойменных террас, которые в первую очередь могут использоваться их как луго-пастбищные угодья (рис. 3).

Таблица 2

Условные обозначения к ландшафтной карте [2]

Показатель	Номера и условные обозначения ландшафтов на карте					
	2	4	5	6	8	9
Морфометрический	Возвышенные крупнохолмистые с участками конечно-моренно-градного рельефа	Приподнятые возвышенные с участками холмистого рельефа	Низменные, реже приподнятые, преимущественно полого-волнистые с участками мелкобугристого рельефа	Низменные, плоские	Равновысотные, волнистые с участками холмистого рельефа	Низменные плоские полого-волнистые, часто с оловым мелкохолмистым рельефом
Степень прецируемости	Дренажируемые	Замещенно дренажируемые	Замещенно дренажируемые	Недренажируемые	Замещенно дренажируемые	Замещенно дренажируемые
Генетические формы рельефа	Моренные равнины Московского возраста	Моренные равнины Московского и Валдайского возрастов	Запрудные равнины Московского и Валдайского возрастов	Озерно-ледниковые равнины	Моренно-запрудные равнины	Аллювиальные и запрудно-аллювиальные равнины
Состав ошуненной	Волудно-супинистый	Сухесчано-супинистый	Песчаный	Песчаный, песчано-глинистый	Череду шхель и пески и валуны супиники	Песчано-супесчаный
Типы почв	Дерново-подзолистые, преимущественно супинистые	Дерново-подзолистые-глеевые супинистые	Подзолистые, дерново-подзолистые-глеевые песчаные	Дерново-подзолисто-глеевые и торфяно-подзолисто-глеевые песчаные	Дерново-подзолистые, дерново-подзолисто-глеевые различного состава	Дерново-подзолистые, дерновые различного механизма
Состав леса	Еловый, елово-сосновый, елово-мелколиственный	Еловый, елово-широколиственный, елово-мелколиственный	Сосновый и сосново-мелколиственный	Сосновый, елово-сосновый	Сосново-еловый, мелколиственный	Сосняки в сочетании со злаково-рыночными лугами
Освоенность	Среднеосвоенные	Среднеосвоенные	Слабо- и среднеосвоенные	Слабоосвоенные	Среднеосвоенные	Среднеосвоенные

Таблица 3

Качественная характеристика сапротеля

Количество разведанных месторождений		Свойства сапротеля					Преобладающий вид сапротеля	Лесистость территории
Поиски P ₂	Категория C ₂	A ^D , %	W, %	pH	CaO, %	Fe ₂ O ₃ , %		
2	1	$\frac{10-42}{18}$	$\frac{91-94}{92,8}$	$\frac{4,3-4,6}{4,5}$	$\frac{1,0-2,4}{1,4}$	$\frac{0,6-2,9}{1,1}$	Торфянистый, водорослево-песчаный	Повышенная

Таблица 4

Сводная агроресурсная оценка местного природного сырья на территории Конаковского района

Природно-сырьевая база							Население, чел.
Сапротель			Торф				
предполагаемые запасы, тыс. куб. м	разведанные запасы, тыс. куб. м	разведанные запасы, тыс. т 60%W	общие запасы, тыс. т 40%W	общие запасы малой степени разложения, тыс. т 40%W			
589	190	35	26639	770			97600
Основные показатели сельского хозяйства				Местные органические ресурсы			
посевная площадь в хозяйствах всех категорий, га	площадь, удобренная минеральными удобрениями, %	площадь, удобренная органическими удобрениями, %	внесено органических удобрений, тонн	удельные запасы			
				сапротеля, тонн 60%W/га	торфа, тонн 40%W/га	торфа малой степени разложения тонн 40%W/га	
18633	22,6	7,9	32199	1,9	1430	41,3	

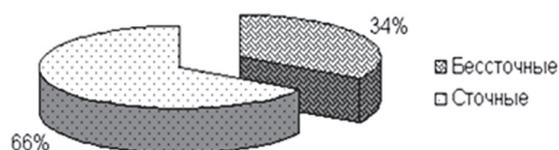


Рис. 2. Относительное соотношение озер по степени проточности

Торфяные месторождения пойменного залегания и надпойменных террас должны осваиваться с учетом особенностей их водного режима (продолжительность и высота половодья, влажность почвы и др.). Улучшение лугопастбищных угодий, которые содержат не менее 20% ценных трав и находятся в угнетенном состоянии, заключается в уборке одиночных камней, мусорка и посторонних предметов, выравнивании наилка на заливных лугах, бороновании и прикатывании, подкормке удобрениями (в качестве микроудобрений рекомендуется применять: медный купорос, пиритные огарки, бертолетовую соль, борный суперфосфат), уничтожении сорной растительности, рыхлении дернины и почвы, разравнивании экскрементов животных на пастбищах, уничтожении кустарников.

Коренное улучшение сенокосов и пастбищ предусматривает полное уничтожение существующего и создание нового травостоя, включая ликвидацию раздробленности лугопастбищных угодий. Состав травосмесей для залужения подбирается с учетом характера использования кормовых угодий, плодородия почвы, степени ее увлажнения и других факторов. Торфяные месторождения склонового и водораздельного залегания могут использоваться в качестве подстилочного материала, при производстве удобрений и т.д.

Переход земли в руки крестьян и фермеров вызывает необходимость в вооружении их точными и подробными знаниями о почвах своих земельных участков, что позволит им научно верно и рационально строить, на необходимом современном научном уровне, травопольные севообороты, определять виды и дозы внесения минеральных и органических удобрений и т.д.

В перспективе обозначилась следующая закономерность: при относительно высокой плотности населения, большая часть которого проживает в сельской местности,

посевная площадь важнейших сельскохозяйственных культур незначительна. При возделывании сельскохозяйственных культур от гумификации растительных остатков компенсируется только 50% убыли гумуса почвы. Недостающую часть необходимо ежегодно возобновлять, что при современном состоянии животноводства практически невозможно. По сравнению с навозом, торфо- и сапропелесодержащие виды удобрений имеют более высокий коэффициент гумификации. При условии, что использование чистого торфа характеризуется более низкой удобрительной ценностью и окупаемостью затрат, предпочтительнее приготовление компостов. Торф также может быть использован как подстилочный материал, а также для производства новых видов удобрений (компост многоцелевого назначения КМН, биогумус и др.)

Таким образом, разработка торфяных и озерных месторождений сапропеля Конаковского района, добыча торфяного и сапропелевого сырья, производство различных видов органических удобрений и других видов продукции на их основе будут способствовать повышению плодородия и продуктивности почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирзоев Б.С., Мирзоев А.Е. Конаковский район: краеведческий справочник. – Тверь: Изд-во ДК «Современник», 1995. – 332 с.
2. Дорофеев, А.А. География Тверской области / А.А. Дорофеев, А.А. Ткаченко, А.С. Щукина [и др.] // Тверь: ТГУ, 1992. 289 с.
3. Макаренко Г.Л. Природные ресурсы торфяных месторождений и озерных месторождений сапропеля экономических районов России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. № 8, – С. 95–101.
4. Makarenko G. L. Geological resources of peat deposits and of lacustrine sapropel deposits of economic regions of Russia. European Science and Technology [Text]: materials of the IV international research and practice conference, Vol. 1, Munich, April 10th – 11th, 2013 / publishing office Vela Verlag Waldkreiburg – Munich – Germany, P. 107 – 114 (776 p.).

УДК 551.14

КОНЦЕПЦИЯ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОСТИ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**Приходовский М.А.***ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
Министерства образования и науки РФ, Томск, e-mail: prihod1@yandex.ru*

Изучаются возможные причины отсутствия единой универсальной модели землетрясений. Делается попытка построения новой концепции, в рамках которой произойдёт отказ от стремления к универсальной модели, землетрясение предлагается рассматривать лишь как побочное явление множества разных по своей природе внутрипланетных и космических процессов.

Ключевые слова: землетрясение, модель землетрясения, очаг землетрясения**CONCEPT OF MULTI-MODEL OF THE EARTHQUAKE SOURCE****Prihodovsky M.A.***Tomsk state university of control systems and radioelectronics, Tomsk, e-mail: prihod1@yandex.ru*

In this article is explored possible reasons for the lack of a single universal model of earthquakes. An attempt to build a new concept, in which a malfunction occur from the desire for a universal model, the earthquake is proposed to consider only as a side effect of many different in nature inside – planetary and cosmic processes.

Keywords: earthquake, model of earthquake, the earthquake source

Современная сейсмология сталкивается со многими трудными и неразрешимыми проблемами и на данный момент не имеется достаточно полного объяснения наблюдаемых явлений. В рамках общепринятых моделей землетрясений, таких как дилатантно-диффузная (ДД) и лавинно-неустойчивого трещинообразования (ЛНТ), до сих пор не найдено надёжных предвестников. Нельзя достоверно считать, что процессы, происходящие в земной коре и приводящие к появлению очага землетрясения, точно соответствуют какой-либо из существующих на сегодняшний день моделей, иначе проблема точного прогноза давно была бы уже решена.

Так, например, выяснено множество закономерностей, которые не получили научного объяснения. «Сам факт сверхвысокой чувствительности сейсмического режима к сравнительно маломощным электрическим импульсам остаётся загадочным» [1, с. 109]. Обнаружено явление увеличения акустической активности нагружаемой модели под воздействием электрических импульсов, «природа обнаруженного явления остаётся неясной» ([1], с. 115). Физическая природа сейсмического затишья до сих пор не выяснена ([1], с. 147). Триггерный эффект воздействия магнитных бурь предполагается, но «пока не имеется достаточных экспериментальных или теоретических данных для суждения о природе обсуждаемого эффекта» [1, с. 252], «вопрос о механизме триггерного воздействия магнитных бурь на сейсмичность остаётся на сегодняшний день открытым» [1, с. 253].

Цель исследования: выявление и описание характерных ошибок в современных концепциях, не позволяющих приблизиться к методам прогноза.

1. Волны – лишь побочное явление

Множество исследований посвящено именно землетрясениям, так как именно сейсмические волны опасны для людей, но такой «волноцентризм» не смог привести к сколько-нибудь надёжным прогнозам уже на протяжении сотен лет исследований. В рамках волноцентризма задача прогноза землетрясений скорее всего принципиально не разрешима. Волны в земной коре являются только следствием высокоэнергетических глубинных процессов, и нельзя концентрироваться исключительно на изучении волн. Землетрясение нельзя рассматривать как отдельно взятый процесс, землетрясение – только побочное явление более глобальных процессов. Известно, что далеко не вся накапливаемая энергия выходит на поверхность в виде сейсмических волн. В виде землетрясений проявляется менее 1% энергии подземных процессов, поэтому для природы в целом они носят совершенно незначительный характер. Количество энергии, приходящейся на них, ничтожно для энергетического баланса в целом, более того, сейсмические волны могут возникать, а могут и не возникать в ходе перераспределения энергии, если не превзойдён некоторый критический уровень. Поэтому ошибочно было бы всегда рассматривать землетрясение как некоторое кульминационное явление, оно лишь одно из побочных

следствий, разрушительное для многоэтажных зданий, но не очень разрушительное для природы. Другие побочные следствия, которые могут иногда происходить или не происходить, как раз и называются предвестниками.

На протяжении многих лет преобладало стремление к построению некой «правильной» модели очага землетрясения. По мнению автора, эти споры лишены смысла, так как при этом упускается из виду очевидный факт: сейсмические волны могут зарождаться вследствие совершенно разных по своей природе процессов. Существует корреляция сейсмичности как с солнечной активностью, так и с литосферными приливами. Это логически доказывает, что существуют по меньшей мере несколько разных по своей природе процессов, которые влияют на зарождение сейсмических волн. Например, к таковым можно отнести:

1. Сброс накопленной механической энергии сжатия;
2. Термическое расширение при подземном электрическом разряде, обусловленном колебаниями магнитного поля при повышении солнечной активности;
3. Сдвиг литосферных плит и образование трещин в породах;
4. Подземные ядерные взрывы;
5. Движение магмы через трещины в земной коре в районах вулканической активности.

Единой модели, как и единого предвестника всех этих процессов, принципиально не существует, и искомая единая модель очага землетрясения может оказаться невозможной. Каждое явление должно рассматриваться отдельно. Нужно постепенно стремиться к описанию всех возможных моделей процессов, приводящих к землетрясениям, одновременно понимая, что единой модели землетрясения в природе нет и в принципе быть не может.

Для сравнения, волны на поверхности воды образуются за счёт разных процессов, а именно:

- 1) ветра в атмосфере;
- 2) механического воздействия тел на поверхность воды;
- 3) движения тел под водой;
- 4) подводных землетрясений (порождаются цунами).

И это ещё не исчерпывающий список. Волны на поверхности имеют разный характер происхождения, поэтому какая-либо

«единая модель» образования волны отсутствует. Аналогичное утверждение применимо и для сейсмических волн: совершенно разные внутренние процессы внешне проявляются как землетрясения, в этом причина того, что долго не удавалось построить единую модель очага или разработать универсальный метод предсказания землетрясений. Универсальных моделей и методов просто не могло быть. Таким образом, спор о том, какая модель землетрясений – правильная, не имеет смысла. Взаимодействуют несколько моделей, и разные землетрясения вызваны разными причинами.

Важен также тот факт, что процессы, приводящие к землетрясению, в момент самого землетрясения не заканчиваются. Они влияют на земную кору и в период отсутствия землетрясений, постепенно изменяя её структуру и определяя будущее развитие сейсмических процессов в данном районе.

2. О недостоверности моделирования в лабораторных условиях.

При изучении землетрясений ставились эксперименты с блоками, находящимися под давлением [1]. Однако есть основания считать, что при этом изучаются совсем не те процессы, которые происходят в очаге землетрясения.

1. Появление и развитие микротрещин, получаемое при моделировании очага землетрясения в лаборатории на куске породы ограниченных размеров и окружённом менее плотной воздушной средой, может не иметь место в действительности. Поэтому деформации имеют принципиально иной характер, чем в реальных сейсмических процессах. Все породы на данной глубине находятся под давлением, и область, в которой действует давление, не ограничена. Конфигурация поля напряжений в этом случае совершенно иная, чем в ограниченном куске породы.

2. Глубокофокусные землетрясения зарождаются на границе коры и мантии, где вещество находится в расплавленном состоянии и трещины образовываться вообще не могут. Тем не менее, эти области могут являться очагами землетрясений, что не укладывается в рамки существующих моделей. Структура Земли как единого целого, если её рассматривать в реальном масштабе, обладает некоторыми аморфными свойствами.

3. Блоки, рассматриваемые в лаборатории, имеют примерно одинаковую плот-

ность, и оказываемое при эксперименте давление прессом на породу также примерно одинаково. В реальности плотность на масштабах километров изменяется с ростом глубины. Размеры области, где идёт процесс, порядка десятков километров.

4. Если при моделировании линейные размеры уменьшены в K раз, то площади и соответственно напряжения – уменьшаются в K^2 раз, объёмы и соответственно массы в K^3 раз. То есть миниатюрная модель вряд ли будет моделировать именно тот процесс, который есть в реальности. Это всё равно, что моделировать океанические течения в капле воды, где у всех молекул примерно равная температура, а не как на разных широтах земного шара.

3. Недетерминированность факторов, влияющих на землетрясения и невозможность долгосрочного прогноза

Множество исследований в сейсмологии сконцентрировано на изучении внутренних процессов в земной коре. Но Земля не является изолированной системой в космосе, ни гравитационно (так как постоянно подвергается приливным воздействиям со стороны Луны и Солнца), ни в электромагнитном смысле, так как любая вспышка на каком-либо участке фотосферы Солнца отражается на колебаниях магнитного поля Земли.

Существуют некоторые детерминированные внешние факторы, влияющие на землетрясения, такими например, являются приливные воздействия Луны и Солнца [4]. Периодичность землетрясений во многих регионах экспериментально установлена, например [2]. Гравитационные внешние воздействия можно рассчитывать на большой период времени. Но одной из главных проблем сейсмического прогноза является тот факт, что сейсмичность зависит и от солнечной активности, которую в свою очередь тоже не умеют предсказывать с достаточной точностью. Колебания магнитного поля, вызываемые процессами на Солнце, отражаются на электропроводности и других свойствах пород земной коры и влияют на ход сейсмических процессов, то есть сейсмические процессы на Земле сами по

себе являются недетерминированными, так как зависят от ещё и внешних причин. Поэтому даже если будет построена полная теория землетрясений, и мы достоверно будем знать, что происходит в очаге землетрясения, то для прогноза землетрясений на сколько-нибудь значимый период времени потребуется знание информации обо всех процессах на Солнце за этот же период. До того, как будет решена задача предсказания солнечных вспышек, не будет построена методика прогноза землетрясений. Кроме того, нужно будет по рассчитанным процессам на Солнце достоверно вычислить, в каких точках Земли и в какое время они приведут к зарождению сейсмического процесса.

Итак, на пути к достаточно хорошему долгосрочному прогнозу по меньшей мере три задачи, ни одна из которых на данный момент не решена.

Задача расчёта самих процессов в земной коре (даже если бы отсутствовало внешнее воздействие).

Задача расчёта процессов на Солнце, предсказания солнечной активности.

Задача расчёта влияния внешних процессов на процессы в земной коре.

Невозможность полного решения проблемы сейсмического прогноза предопределена и связана именно с тем, что она имеет решение не в рамках исследования коры планеты, а лишь в рамках более сложной задачи – предсказания всех процессов внутри солнца, приводящих к усилению солнечной активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соболев Г.А., Пономарёв А.В. Физика землетрясений и предвестники. – М.: Наука, 2003. 270 с.
2. Беляков А.С., Журавлев В.И., Лукк А.А. Суточная периодичность слабых землетрясений и высокочастотного подземного шума на Камчатке // Физика Земли. 2011. № 4. С. 16-38.
3. Приходовский М.А. К вопросу о моделях очага землетрясения и классификации предвестников // Естественные и технические науки. 2006. № 4. С. 168-171.
4. Приходовский М.А. Гравитационные силы – детерминированная составляющая причин сейсмической активности // Материалы межд. конф. «Сопряжённые задачи механики реагирующих сред, информатики и экологии». Томск, ТГУ, 2007. С. 153-154.

УДК 661.333

О НЕКОТОРЫХ ЮРИДИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ПРИСВОЕНИЯ СТАТУСА «ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ» ОБЪЕКТУ, ЯВЛЯЮЩЕГОСЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗОЙ

Шатов А.А., Сафаргалеева Е.А.

ОАО «Башкирская содовая компания», Стерлитамак, e-mail: shatov@soda.ru; lena_s@soda.ru

В работе подробно рассмотрены некоторые проблемы с присвоением статуса «памятник природы» горе, являющейся источником сырья для производства соды. На примере шиханов Башкирии показано, что в природоохранных документах недостаточно чётко определены критерии и профили отнесения объекта к «памятнику природы». Предлагается решать этот вопрос на законодательном уровне с внесением изменения в действующие нормативные документы.

Ключевые слова: экология, памятник природы, шиханы, природные охраняемые территории, законы

ON SEVERAL LEGAL, SOCIAL, CULTURAL AND HISTORICAL PROBLEMS OF NATURE MONUMENTS

Shatov A.A., Safargaleeva E.A.

Bashkir Soda Company JSC, Sterlitamak, e-mail: shatov@soda.ru; lena_s@soda.ru

The paper thoroughly considers some problems of giving a status of «nature monument». On the example of shikhans of Bashkortostan it shows that nature-conservation documents do not determine sufficiently the criteria of what is called a «nature monument». It is suggested to resolve the problem on the legislative level.

Keywords: ecology, nature monument, shikhans, natural protected areas

Все юридические, научные, социальные и культурно-исторические акценты в отношении природных охраняемых территорий расставлены с ударением на изъятии природных территорий из хозяйственной сферы. Но правильно ли это? Экономический рост – одна из основных задач государства. Если организация природных охраняемых территорий снижает экономический потенциал государства, то в этом случае переполнение парков туристами выглядит социально – экономическим недоразумением, а создание самих парков и других типов особо охраняемых природных территорий, в т.ч. «памятников природы» – явно ошибочно [4]. Приведём высказывание академика РАН Е.К. Фёдорова по этой проблеме: «Сохранение «естественного равновесия» во всём районе обитания, строго говоря, отвечает интересам лишь первобытного племени, существующего за счёт охоты и собирательства диких плодов и ягод, и то при стабильной его численности. Существование всех остальных форм общественного устройства, включающих рост численности и повышение жизненного уровня, обязательно связано с преобразованием окружающей среды в районе обитания».

Процесс освоения земель и нарушения экологического равновесия неравномерен. Он резко различен и в широко региональном плане и в локальном. В связи с этим нужна в пространственных системах при-

родных охраняемых территорий не везде ощущается с одинаковой силой. Там же, где антропогенный пресс на экосистемы весьма силён, сеть охраняемых территорий оказывается недостаточной для успешной природоохранной деятельности. Требуется более высокая степень организации и управления, юридического статуса и охраны особо выделенных территорий. Возникают специализированные природоохранительные учреждения типа национальных парков, заповедников, заказников, памятников природы и т.д. Однако одновременно возникает конфликт между целями производства и рекреации, наукой и развлечениями, а самое главное встаёт вопрос, как далее развивать промышленность. Поэтому и появился вопрос, который будоражит общественное мнение и остаётся спорным вот уже несколько столетий, но усиливается в последнее время: не слишком ли больших потерь требуют экологи и «зелёные» у населения и промышленности, навечно изымая с заповедными территориями и памятниками природы естественные ресурсы? Оправдывает ли цель средства?

Разве можно возразить, что лес, вода, горы, травы и дикие животные нужны населению? Ответ на вопрос очевиден, но за ним скрывается огромной важности – и не только экономической – проблема: как взвесить эффективность использования и эффективность не использования, сохра-

нения или не сохранения того или иного природного ресурса, как обеспечить действительно комплексное, сбалансированное освоение природных запасов сырья для промышленности? Что должно быть приоритетным в споре противоборствующих сторон? Сохранить первобытную природу и остановить развитие производства, отпустить безработных отдыхать и развлекаться в заповедных зонах, парках, любуясь памятниками природы или дальнейшее развитие производства с продуманной политикой в области охраны окружающей среды и памятников природы, не забывая при этом, что мы уже живём во «второй природе»? Природа едина, пользователь богатств в нашей стране один – государство, но в нём есть собственники земли, не только государственные, но и частные, так же как и потребители природных ресурсов, промышленные предприятия. Всё это является раздражающим фактором для определённой части населения, выступающих против передачи ресурсов под промышленную разработку, забывая при этом, что у «хозяев» предприятий работают тысячи наёмных работников.

Некоторые авторы [8] ставили во главу угла задачу не пассивной охраны природы и прежде всего генетического фонда планеты, а цель активного управления природными комплексами высокого иерархического уровня путём заповедания экосистем более низкого уровня. Заповедание определённого участка предстаёт не как изъятие его из хозяйственной сферы, а лишь как ограничение традиционного использования с передачей в особый хозяйственный цикл, социально-экономический может быть, по мнению авторов, более значимый, чем традиционные хозяйственные циклы. Заповеданный участок должен обеспечить долгосрочное экономическое развитие и саму возможность жизни и сохранения здоровья людей, а значит нужно изменить и подход к управлению природными охраняемыми территориями. По мнению этих авторов правомерно рассматривать систему охраняемых природных территорий как особую отрасль хозяйства, его равноправный сектор, обеспечивающий прирост валового внутреннего продукта (ВВП), правда, не прямо, а косвенно, через поддержание экологического баланса. На наш взгляд этот тезис спорный, особенно при рассмотрении особо охраняемой природной территории,

как «памятник природы», который, например, первоначально, до присуждения ему такого статуса был запроектирован как источник сырья для крупного промышленного комплекса. Прирост ВВП за счёт поддержания экологического баланса так же вызывает сомнения, если учесть, что из-за отсутствия сырья будет остановлен крупный промышленный комплекс с выброшенными на улицу тысячами безработных.

Правомерно ли присвоение объекту, являющегося сырьевой базой, статуса «памятник природы»?

Существуют различные подходы при выборе участков для особой охраны. Первый, весьма древний и основанный на глубоком эмпирическом опыте – идея необходимости ресурсоохраны. Относятся к нему – водоохранные, почвозащитные, склонозащитные, лесозащитные и некоторые другие участки. Тревога из-за гибели видов живого – генетических ресурсов – причина второго подхода, возникают заказники и заповедники – резерваторы. Стремление сохранить красоты дикой природы, её эстетической ценности – причина третьего подхода. Данный интуитивно-эмоциональный подход привёл к созданию национальных парков и подобных им территорий – «памятников природы», рекреационного назначения. Ко всем трём подходам вторичным по отношению к ним следует выделить религиозно-культурные основания при присвоении статуса «памятник природы». Свообразными «культурными заповедниками» древних государств, в какой-то мере, соответствовали охраняемые участки, имевшие довольно широкое распространение у коренных народностей нашей страны, особенно у тех, которые сохранили в своей религии те или иные формы язычества (шаманизм и т.д.). Поводом к их охране вызывался не чувством любви к природе или пониманием значения и красоты её памятников, а религиозными верованиями. С этими памятниками природы связывалось известное почитание, известные религиозные мифы, а потому они, естественно, и охранялись от уничтожения и порчи [1]. Таковы многочисленные и широко известные «святые места», различные «шаманские рощи», горы, холмы и т.п. Такие места были неприкосновенными, буквально заповедными и охранялись шаманистами от всякого рода разрушения, добычи минералов, загрязнения и осквернения. Здесь не полагалось

рубить деревья, ломать веточки, нарушать дёрн, косить траву [7]. Нельзя отрицать и чисто хозяйственные узковедомственные устремления самого различного типа, местные социально-психологические нужды, познавательные и научные цели при придании статуса «памятник природы». Иногда ситуация складывается таким образом, что, например, стоит гора, предназначенная для сугубо хозяйственных целей в качестве перспективного сырья для химического производства, а ей предлагается присвоить статус «памятник природы». На взгляд некоторых учёных, экологов, отдельных граждан, историков, культовых работников эта гора представляется более ценной в природном отношении, чем другая имеющаяся гора, особо оберегаемая или не оберегаемая, или подобной горы вообще нет. Как тут быть? По мнению большинства экологов, главным критерием при определении мест охраняемых природных территорий должны быть их функции, а не фактическое состояние тех или иных биоценозов. На наш взгляд, этот подход не совсем точно отражает функциональные особенности природных объектов – «памятник природы», их назначение и ценность. Все эти подходы и сами функции выделенных, так или иначе, участков (гор, холмов) весьма многообразны и порой трудноразличимы. Для лесопарка и защитной лесополосы, с точки зрения состояния окружающей среды по составу воздуха и кислорода в нём, такой подход будет очевиден, а, например, для горы неочевиден. Если охраняемыми документами это чётко не определено, то может привести к непредсказуемым последствиям после присвоения горе, являющейся сырьевой базой, статуса «памятник природы».

Многообразие, комплексность, интегральность природных явлений столь тесна, что с экологических позиций оторвать ресурсоохранную функцию от сырьевой образующей, средообразующей или градообразующей практически очень трудно. Иногда бывает практически не возможно, что бы учесть все мнения: научные, национальные, религиозные, политические, эмоциональные и т.п. При пропаганде идеи ресурсоохранной функции необходимо выяснить, что следует понимать под «памятником природы», какому из них и почему требуется охрана. Необходимо с другой стороны, считаться с экономическими потребностями населения, с требованиями

промышленности и т.д., с интересами различных представителей общества и частных лиц, с правом собственности и т.д. Не всякая скала, не всякий выход какой-нибудь замечательной горной породы, богатого ископаемыми известняка, требует охраны, а только там, где такие скалы или выходы редки или представляют известные особенности в эстетическом или научном отношении; недопустимо ставить преграды развитию промышленности запрещением. Нельзя препятствовать, например, добычи известнякового камня из горы (шихана), т.к. такой камень нужен для производства соды, цемента и эксплуатация его приносит доход населению, но возможно обставить эту эксплуатацию так, что бы были сохранены некоторые наиболее характерные или живописные участки скал и обнажений. Целесообразно, так же, рассмотреть вопрос о нахождении подобных месторождений или отдельных объектов в другом месте региона. Вообще вопрос о том, где и какие объекты природы должны охраняться, требует всякий раз особого рассмотрения; иногда ответ ясен и напрашивается сам собой, иногда очень сложен и нуждается в специальных доводах и доказательствах [5]. Можно лишь говорить о доминирующем значении той или иной функции. Особо спорные ситуации бывают по отношению к памятникам природы. Например, гора в одном месте может считаться памятником природы, а в другом месте не заслуживает никакой охраны в виду своей обыденности и наличия, подобных объектов в другом месте [3]. Не случайно, в начале 19 века в Европе единственный способ сохранения памятников природы был выкуп у их владельцев.

Термин «памятник природы», предложенный Гумбольдтом начал широко применяться в начале 19-го века и продолжает применяться во всём мире всё более и более. В России вопрос об охране памятников природы был поднят академиком И.П. Бородиным, по инициативе которого возникла в 1912 г. при Русском Географическом Обществе в Петербурге особая «Постоянная природоохранительная комиссия». Законодательно термин «памятник природы» впервые использован в ленинском декрете «Об охране памятников природы, садов и парков» (от 16 сентября 1921г.). Декрет предоставлял право Народному комиссариату просвещения ... объявлять участки природы и отдельные объекты (животные,

растения, горные породы и т.д.), представляющие особую научную и культурно-историческую ценность, неприкосновенными памятниками природы. Постановлением Совета Министров РСФСР от 23 сентября 1946 года, статья 9 «Об охране природы территории РСФСР» определение «памятник природы» было уточнено: участок природы, имеющий научное или культурно – историческое значение. Решением органов исполнительной власти – правительством России и субъектов Федерации природным объектам, таким как: вековой лес, роща среди целинных степей, роща среди степей, пещера, геологическое обнажение, водопад, скала, ущелье, озеро, дендропарк, лесопарк могли присвоить статус «памятник природы». Также допускалось отнесение к «памятникам природы» и других подобных объектов. В «Законе об охране природы в РСФСР», было сделано уточнение в определении «памятник природы»: режим государственных заповедников и заказников, объявляемые памятниками природы, устанавливаются как для значительных территорий, так и для небольших урочищ (рощи, озёра, участки долин и побережий). К ним отнесли так же отдельные объекты (водопады, пещеры, уникальные геологические обнажения, редкие или исторически ценные деревья и т.д.). На наш взгляд, в данном Законе также не достаточно точно и однозначно даётся определение «памятник природы» и довольно расплывчато, тем более наличие «т.д.» позволяло довольно субъективно относиться к отнесению объекта к памятнику природы. Некоторые авторы, поэтому, предлагали сохранить термин «памятник природы» за отдельными небольшими объектами, но и здесь была большая неопределённость, что в юридических документах недопустимо. Так, например, в 80-х годах прошлого столетия в России было выявлено около 6000 памятников природы. В большинстве случаев памятники природы представляли собой конкретный объект – старое дерево, валун, обнажение и т.д. В Федеральном законе № 33-ФЗ от 14.03.1995 года (редакция от 25.06.2012г., статья 25.1) даётся новое определение памятников природы. К ним отнесли уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. В статье 25.2 этого же Закона, сказано, что памятни-

ки природы могут быть федерального и регионального значения. В Положении о памятниках природы федерального значения в разделе III, п.4 приведены основные категории памятников природы. Он значительно расширил перечень участков суши и водного пространства, а так же одиночных природных объектов, которые могут быть отнесены к памятникам природы (приложение к Приказу Минприроды России от 25 января 1993 г. № 15). На региональном уровне также были приняты законопроекты: закон Республики Башкортостан от 31.07.1995 № 5-а (ред. от 31.01.2013) «Об особо охраняемых природных территориях». Памятники природы – это уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природные комплексы и их компоненты, а так же объекты естественного и искусственного происхождения (статья 25). Категории и профили памятников природы определены Постановлением Кабинета Министров республики Башкортостан (26.02. 1999 г., № 48, раздел 2) и приводятся в «Положение о памятниках природы». Категории: биологические, геологические, гидрологические, комплексные. Профили: ботанические, дендрологические, зоологические, геоморфологические, минералогические, палеонтологические, ландшафтные. Особо следует отметить, что о культовом профиле в Положении ничего не говорится.

О шиханах республики Башкортостан сказано очень много и спада публикаций не наблюдается. Более того, в мультимедийном проекте «Россия-10», призванный выбрать десять новых визуальных символов России посредством общенародного голосования, объект «Шиханы» по Федеральному Приволжскому округу поочередно, во время голосования, делил первые два места с Нижегородским кремлём. Вокруг голосования по объекту «Шиханы» на сайте «10Россия.рф» даже разгорелся скандал из-за массовой фальсификации голосов. Руководство федерального проекта вынуждено было периодически блокировать возможность голосования за объект «Шиханы». Всё это говорит о повышенном интересе к данному объекту. Шиханы (одиночные холмы, хорошо выделяющиеся в рельефе) Тратау, Шахтау, Юрактау и Куштау расположены вблизи города Стерлитамака республики Башкортостан. Шиханы представляют собой остатки древних рифов, образовавшихся в море,

по разным источникам, свыше 230-270 миллионов лет назад. В камнях, из которых образованы шиханы, сохранились отпечатки древнейших растений и животных. Шиханы сложены из известняков, поэтому гора Шахтау используется в качестве сырьевой базы для ОАО «Башкирская содовая компания» (ранее ОАО «Сода») и почти полностью использована. Остатков сырья хватит ориентировочно на пять лет. По первоначальному плану развития предприятия предполагалось, что в перспективе в качестве сырьевой базы будет использоваться следующие шиханы, в первую очередь шиханы Тратау и Юрактау. Но они были объявлены правительством Башкирии «памятниками природы регионального значения» (Постановления Совета Министров Башкирской АССР № 465 от 17.07.1965 г. и № 212 от 26.12.1985 г.), что привело к большим проблемам для ОАО «Сода» [9,10].

Рассмотрим данный вопрос с юридической, научной, социальной и культурно-исторической точки зрения. С юридической точки зрения, на наш взгляд, отнесение отдельных объектов к особо охраняемым территориям, в т.ч. к памятникам природы, постановлениями органов исполнительной власти (правительством) не правомерно. Вопрос необходимо решать на законодательном уровне, в частности, Курултаем – Госсобранием республики Башкортостан, путём публичного обсуждения проблемы с учётом мнения различных сторон участвующих в решении данного вопроса. Одно дело, когда статус «памятника природы» присваивается одинокому дереву и другое дело, когда горе (шихану), источнику сырья на многие десятки лет для многотысячного коллектива тружеников. Представители политических партий, общественных объединений и отдельные депутаты должны иметь возможность высказаться по данной проблеме, провести общественное обсуждение, встретиться с избирателями, объяснить свою позицию, с выводами, к чему приведёт принятие решения о присвоении памятника природы объекту. Рассказать, какой положительный или отрицательный эффект получат жители близлежащих регионов, какой убыток будет нанесён промышленности региона и какая польза будет от этого жителям. С подобными проблемами столкнулись США в 1906 году. Возник спор между законодательной властью, в лице Конгресса США, и исполнительной властью, в лице

Президента США, о полномочиях принятия решений по особо охраняемым территориям. В частности, ставился вопрос о том, чтобы Конгресс США принимал решения по паркам, а Президент США по памятникам природы.

Система природных охраняемых территорий эффективна до тех пор, пока каждый из её участников выполняет свою роль и пока она занимает определённый процент от площади региона. Поэтому частичное изъятие охраняемых территорий, порой необходимое в ходе хозяйственного развития, должно быть адекватно компенсировано с расчётом на сохранение общих функций системы. Но это должно быть утверждено на законодательном и юридическом уровне, иначе эффективность от природной охраняемой территории, в т.ч. памятника природы, может быть нулевой. Необходимо создавать условия для относительно бесконфликтного функционирования всех систем природы и общества, чтобы обеспечивать сохранение природного гомеостаза как основы для дальнейшего развития хозяйственной деятельности. Присвоение, например, месторождению известнякового сырья (шихану) статуса «памятника природы» Госсобранием республики Башкортостан не позволило бы высшему руководителю региона (Президенту РБ) единолично принимать решения: давать или не давать «памятник природы» под разработку месторождения полезных ископаемых. В этом случае бессилен будет и премьер-министр республики что-либо изменить. Отпадёт необходимость писать письма в разные инстанции, вплоть до Президента России. Отменить решение может только коллегиальный орган, который его принял, с учётом всех мнений заинтересованных сторон. Необходимо также в законе прописать порядок снятия статуса «памятник природы» с объекта, являющегося сырьевой базой для выпуска продукции стратегического назначения, кто может инициировать процесс, возможные компенсации (выкуп) за утрату статуса и порядок снятия. Если статус памятника природы Госсобранием республики не будет снят, то предусмотреть в Законе меры по бюджетированию затрат на разработку новых месторождений сырья. Должно быть записано за счет, каких средств (федеральных, региона, предприятия и т.д.), а так же действия органов власти по оповещению населения о начале разработки нового ме-

сторождения сырья. Оповещение необходимо для избежания волнений и протестов местного населения. Это случилось в Башкирии, когда Президент РБ отказался снять статус «памятник природы» с шихана Тратау, а при проведении геологоразведочных работ на выделенных альтернативных месторождений известняка – Каранское и Гумеровское – начались массовые протесты местных жителей под лозунгом защиты природы.

С научной точки зрения, шиханы Торатау и Юрактау, в виде отдельно стоящих гор, интереса не представляют. Всё, что можно было узнать о происхождении шиханов, химическом и физическом составе известняка, об окаменелостях, которые имеются в них, о других особенностях, можно было узнать по результатам наблюдений при разработке карьера шихана Шахтау. Возможно, в следующих шиханах имеются для науки неизведанные вещества, окаменелости и т.п., но без их разработки мы никогда не узнаем, что внутри гор находится, какая палеонтологическая ценность и что «похоронил» тропический океан сотни миллионов лет назад. Как можно изучить богатый органический мир шихана, например, трилобиты и гастроподы (типа ракообразных), из остатков растительного происхождения – водорослей (сине-зеленые водоросли – строматолиты), о которых пишут оппоненты, без горных работ? Относительно 19 видов «краснокнижных» видов редких растений (ясенец голостолбиковый, тимьян клоповый, тонконог желстколистый, полынь солянковидная и др.) на шихане Тратау и подлежащих охране животных (медянка, дыбка, богомол, бабочка аполлон и др.) ситуацию нельзя драматизировать. Подобные змеи, кузнечики, тараканы и растения находятся и в других районах Башкирии, России и мира. Так что природоохранная составляющая противников передачи шиханов под хозяйственную деятельность вызывает большие сомнения, если учесть противостояние этим растениям и животным тысячи безработных жителей Стерлитамака. Известный естествоиспытатель, географ и путешественник А. Гумбольдт в 1829 году совершил путешествие по Уралу, в т.ч. по его южным регионам, но о шиханах никаких заметок не сделал. Видный учёный, геолог и природовед Р. И. Мурчисон вместе с Е. Веонейль в 1841 году дважды пересёк Уральские горы от Орен-

бурга до Верхнеуральска и отсюда по Бело-рецкому тракту проехал до Стерлитамака. Но об уникальностях гор (шихан) в его записях ничего не сказано, был только составлен профиль Шахтау.

С социальной точки зрения, шиханы, представляют интерес как объекты, имеющие эстетическое и рекреационное значение. Там действительно можно провести мультигонку Shikhan Adventure Race – приключенческая гонка, состоящая из дистанций как для туристов и спортсменов, желающих проверить свои силы в мультиспорте. Можно совершить рекламное восхождение на вершину Торатау, как сделали это активисты регионального отделения и Центрального аппарата партии «Справедливая Россия», чтобы привлечь внимание жителей и сделать заявление: «Нельзя, чтобы такие уникальные памятники природы ... уничтожались в угоду чьих-то интересов». Об интересах нескольких тысяч содовиков и их семей ничего не сказано. Можно провести у подножья горы праздник сабантуй, рок – концерт, как это делают местные власти и т.д. Но ясно одно, что рекреационного назначения, для отдыха, восстановления и поддержания здоровья шиханы не могут быть. Примером может служить судьба базы отдыха на озере Тугар – Салган, который тоже имеет статус «памятника природы» (Постановление Совета Министров БАССР от 26.12.1985 г.), что у подножья шихана Тратау. Местный предприниматель создал там зону отдыха: огородил озеро забором, установил столы, скамейки, навесы, мусорные ящики, есть всё, чтобы обеспечить комфорт и чистоту. Более того планирует провести сюда электричество, думает о переводе рекреационной зоны на всезонный цикл работы. Однако, по мнению башкирской природоохранной прокуратуры, предприниматель осуществляет свою деятельность с нарушением закона. В статье 27, п.1 Закона Республики Башкортостан от 31.07.1995 № 5-а (ред. от 31.01.2013) «Об особо охраняемых природных территориях» говорится: «На территориях, на которых находятся памятники природы, и в границах их охранных зон запрещается всякая деятельность, влекущая за собой нарушение сохранности памятников природы». По-видимому, в новом Законе необходимо чётко определить, какие виды деятельности, включая создание рекреационных зон, можно проводить у памятников природы

или, как это ни абсурдно, «на» памятниках природы. Из-за неточности в формулировках Закона появляются в информационных материалах предложения в «большой компании провести отдых «на» шиханах, где есть большое количество участков, где можно установить палатки и разжечь костёр, остановиться в горах на ночь». В таком случае нарушается Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (статья 3), где говорится, что хозяйственная и иная деятельность органов власти, юридических и физических лиц, оказывающих воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе принципа приоритета сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов. В статьях 4,59,60 этого же Федерального закона говорится отдельно о защите растений, животных, леса. Об этом же говорит статья 24 Федерального закона «О животном мире». Таким образом, юридически отдых на шиханах (горах) Тратау и Юрактау неправомерен.

Отдельно следует остановиться на проблеме шиханов с культурно-исторической точки зрения и их природной красоты. По нашему мнению это самый главный аргумент противников передачи их под разработку. При этом следует отметить, как писалось выше, в «Положение о памятниках природы в республике Башкортостан», в ред. Постановления Кабинета Министров РБ от 10.02.2003 № 49, п.2.9, об этом профиле ничего не говорится. Приведём аргумент противников: «историки свидетельствуют, что эти горы почитали все жившие здесь народы. Для юрматинских башкир, потомки которых населяют близлежащие сёла, шиханы священны. И.И. Лепехин засвидетельствовал, что в его время (1768 г.) окрестные жители поднимались на Тратау только в исключительных случаях, предварительно выполнив определённые обеты; уносить что-либо с горы, считалось преступлением». Но далее И.И. Лепехин пишет, о чём забывают упоминать оппоненты: «Сожалея о башкирском заблуждении, а паче думая, что они отговариваются только для трудного на гору восхода, старался я им показать, что от горы ничего воспоследовать не может, и что она никакого обета не заслуживает». К, сожалению, об этом факте забывают, когда называют гору Тратау «священной». «Как может быть священной гора Тратау? Как можно ей поклоняться? Люди верят Аллаху и не поклоняются каким-то

речкам, горам. Если придут ко мне, начнут у нас рекламировать поклонение природным объектам, я буду бороться», – возмущается имам – хатиб Ришад – хазрат Стерлитамака, по поводу визита к горе шейха Мехмет из Турецкой республики – Северный Кипр.

Выводы

У многих людей доминирует устремление сохранить нечто редкостное – виды, объекты, их сочетание, законсервировать что-то в прошлом широко распространённое, а теперь исчезающее. Здесь возникает ещё одна сторона значения особо охраняемого природного объекта – памятника природы – познавательно-информационная – как «музея в природе», эталонов естественной и нарушенной человеком природы и хранителей генетической информации. Безусловно, шиханы уникальное и неповторимое явление природы, но в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях ценности не представляют. Можно отнести шиханы к музейному типу и можно признать, что это «чудо» природы, но появилось оно без волшебства и давно объяснено учёными. Необходимо признать, что ходить в музеи должны люди обеспеченные, уверенные в завтрашнем дне. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что с научной, социальной и культурно – исторической точки зрения присвоение статуса «памятник природы» шиханам Тратау и Юрактау не достаточно объективно и на данном этапе возможно снятие статуса «памятник природы» с шихана Юрактау для дальнейшего обеспечения сырьём ОАО «БСК». С юридической точки зрения, анализ вышеизложенных документов позволяет поставить вопрос о разработке нового Закона о памятниках природы или внести дополнения в действующий закон об особо охраняемых природных территориях. В него необходимо внести уточнения и изменения относительно придания статуса «памятник природы» объекту, являющегося сырьевой базой для промышленного предприятия, учитывая серьёзную неопределённость действующего Положения о памятниках природы. Если у властей Башкирии не возобладает здравый смысл к конструктивному диалогу, с участием всех заинтересованных сторон, то результат для работников ОАО «БСК» будет трагичен.

Кризис в отношениях между человеком и природой оказывается результатом

кризиса в отношениях между людьми. Безусловно, он не определяется одними лишь социальными характеристиками, но именно социальные моменты позволяют – на современном уровне развития человеческой цивилизации – совершить тот коренной поворот во взаимодействии мира людей с миром природы, который уже давно назрел [6]. Коренной поворот во взаимоотношениях с природой могут осуществить совместно люди, состоящие членами общества равных, общества, не имеющего антагонистических классовых группировок (что трудно в наше время) и не зависящего от частных, выгодных (желательно всем) какой – либо группе, решений. К сожалению, в яростной борьбе противников, зачастую не компетентных в этой области, и сторонников, зачастую слабо отстаивающие интересы передачи шиханов под разработку, антагонистические настроения приобретают главенствующую роль. Изменить ситуацию, на данном этапе, может только тщательно подготовленный новый закон Башкирии о «памятниках природы» или внесение изменений и дополнений в действующий закон об особо охраняемых природных территориях. Он должен быть принят с участием всех политических партий, движений, депутатов

разного уровня и кропотливая работа властей и руководителей разного уровня, в т.ч. собственников земель и предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анучин Д.Н. К истории искусства и верований у Приуральской чуди // Материалы по археологии восточных губерний. – М., 1899.
2. Анучин Д.Н. К истории ознакомления с Сибирью до Ермака // Древности, т. XIV, 1890.
3. Анучин Д.Н. Охрана памятников природы. – М.: Типография И.Н. Кушнарёв и К^о, 1905.
4. Бородин И.П. Охрана памятников природы // Природа и люди, 1911, № 12.
5. Конвец Г. Практика охраны памятников природы / пер. с нем. – Киев: Киевский Эколого-культурный центр, 2000.
6. Лаптев И.Д. Испытание разума // Педагогика, – М.: 1983.
7. Мельхеев М.Н. Географические названия Восточной Сибири. – Иркутск, 1995.
8. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. Мысль. – М., 1978.
9. Сафаргалеева Е.А., Шатов А.А. Право экологической безопасности и проблема природопользования (на примере шиханов республики Башкортостан). Фундаментальные исследования, № 6, 2013.
10. Шатов А.А. Кривая Кузнеця и проблема природопользования // Экономика и управление: научнопроизводственный журнал, № 5, 2011.

*V Международная студенческая электронная научная конференция
«Студенческий научный форум 2013»*

Педагогические науки

**ВЛИЯНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА ГЕРОЯ
НА СТАНОВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТИ ПОДРОСТКА**

Вараксин В.Н., Полякова Т.В.

ФГБОУ ВПО «ТГПИ имени А.П. Чехова», Таганрог,
e-mail: vvaraksin@yandex.ru

Подростковый возраст является самым трудным и сложным из всех детских возрастов, представляющий собой активный период становления личности. Интерес к тому, «каков я сам», живёт в сознании каждого человека. Когда об этом тайном процессе рассказывает талантливый писатель, который предстаёт перед читателем как честный, смелый совестливый человек, это удваивает влияние.

Главной особенностью подросткового возраста является формирование неповторимой личности, осознание своего места в мире. Подросток уже не просто получает информацию о мире, он пытается определить своё отношение к нему. Литература для подростков ставит перед читателем ряд глобальных вопросов о природе человека и смысле его жизни, и, отвечая на эти вопросы, он учится жить в мире людей.

Обозначенное выше позволяет судить о степени актуальности избранной темы исследования с точки зрения социально-психологического зрения, поскольку важным остаётся восприятие литературы современным читателем-учащимся и выявление из литературного материала самого значимого, того к чему надо стремиться и на кого можно равняться давно волновала исследователей с научной позиции. В настоящее время проблема восприятия литературы изучена в различных аспектах, таких как: основные особенности и этапы восприятия произведений различных жанров, возрастные особенности восприятия читателя-учащегося, структура читательского восприятия, взаимосвязь восприятия и анализа художественного произведения чётко обозначены в работах: Никифоровой О.И., Левидова А.М., Леонтьева А.А., Рез З.Я., Жабицкой Л.Г., Рожиной Л.Н., Якобсона П.М., Варшавской М.М., Демидовой Н.А., Качурина М.Г., Карсоловой Е.В., Марацманова В.Г., Полозовой Т.Д. и др., но не достаточно полно изучена проблема принятия на себя роли художественного героя, поскольку снижен потенциал чтения художественной литературы. Современный подросток больше увлечён компьютерными технологиями, мобильными телефонами и играми в них, просмотром телевидения и общением в социальных сетях.

Для психолого-педагогической практики данное исследование имеет большое значение, так как современный подросток черпает примеры подражания и поведения в ИНТЕРНЕТе и социальных сетях, а образы литературных героев, описанные в классической отечественной и зарубежной литературе, остаются непознанными.

Наше исследование было осуществлено в МОУ СОШ № 3 г. Таганрога, в исследовании приняли участие 30 учащихся в возрасте 13-16 лет. Задачу нашего исследования мы сформулировали как знакомство с современными героями художественных произведений, положительными и отрицательными образами и их влияние на подростков.

Сегодня на книжном рынке отсутствует такой жанр, как современная подростковая литература, классическими представителями которой в своё время были всеми любимые «Корттик», «Бронзовая

птица», «Каникулы Кроша», «Тимур и его команда», «Мальчик со шпагой» и др., – добрые и светлые книги, несущие позитивный нравственный заряд. За последние 15-20 лет российским подросткам в качестве замены были предложены сомнительного рода детективы, фэнтези, «ужастики» и тому подобная «литература». Место Тимура безраздельно занял Гарри Поттер и Человек Паук.

Если Тимур и его команда совершают добрые дела для детей и стариков тайно и получают от этого эмоционально-нравственное удовольствие, то современные подростки получают удовольствие от публичных нанесённых оскорблений тем же старикам и детям, а общество и окружающий социум ничего не делает, они просто боятся им сделать замечание. В семейных отношениях большинство отцов отстранилось от воспитания собственных детей, придумывая при этом различные причины.

Как отмечает И.С. Кон, представление о слабости и неадекватности отцов – один из самых распространённых стереотипов общественного сознания [3].

Во все времена людям хочется иметь рядом с собой того, на кого можно положиться. Может быть сейчас с развитием компьютерных технологий тема одиночества и умения общаться в виртуальном мире становится ещё более острой. Но это относится именно к подросткам. В литературной традиции двадцатого века подросток – это герой, который выходит из детства и пытается найти своё место в обществе. По своей сути он бунтарь. Причины его бунта не только возрастного, но и социального характера, он протестует против мира взрослых и социальных порядков, которые ему не подходят, поскольку он их не понимает и не включён в них.

Например, литературный бунт всегда питается ситуацией в обществе: европейская юношеская литература была связана со студенческими волнениями 60-70-х годов двадцатого столетия, американская – с движением хиппи, а советская молодёжная проза – с эпохой оттепели.

В повести Н.И. Леонова «Стервятники» образ подростка представлен внешне уважаемым юношей, у которого на первом месте двойная мораль. Автор не сглаживает остроту конфликта, но и не сгущает краски, поскольку в основе положен действительный факт. Цель автора – привлечь внимание к нравственному облику современного подростка и взрослых, и самих ребят, помочь им увидеть путь от бездумной, казалось бы, шалости к преступлению. Подтверждается народная мудрость – «Разрушение природы ведёт к разрушению человеческой души» [2].

Или другой пример, который приведён в произведении Е.В. Мурашовой «Класс коррекции». Она описывает, что происходит с душами современных детей, обучающихся в классе коррекции, которых и они сами, и окружающие считают людьми второго сорта. Реальность нашей жизни такова, что таковыми детей делает не природа, а взрослые: циничные завуч и директор школы, равнодушные педагоги, тщеславные родители [3].

Наше исследование показало, что современные подростки определяют перед собой те же нравственные ценности, что и в своё время их родители: честность, преданность, отзывчивость, справедливость, ответственность и мн. др.

Выполняя то или иное дело, подростки поступают совершенно противоположно так, как им преподно-

сится в информативном поле ИНТЕРНЕТА – если ты не обманешь, то тебя обманут, если ты не обидишь первый, то останешься обиженным и др., то есть идёт откровенная пропаганда двойных стандартов, которая заполонила всё информативное поле и межличностные взаимоотношения.

Таким образом, старшему поколению необходимо проявлять внимание к своей собственной духовной жизни и проявлять жесткую требовательность к самому себе, поскольку они, прежде всего, являются примером для подражания. Ограничить общение в социальных сетях и вернуть классическую литературу на столы учащихся, проявлять честность в оценках и характеристиках и демонстрировать уроки требовательного самоанализа, без которого не обходится юность и не может сформироваться нравственно-положительная личность.

Список литературы

1. Кон И.С. Ребёнок и общество. – М., 2003.
2. Леонов Н.И. Стервятники. – М., 2009.
3. Мурашова Е.В. Класс коррекции. – М., 2007. – 192 с.

МАЛЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭНЕРГИИ ВОЛН

Синюкова М.А., Першина Е.Ю.

*Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре,
e-mail: g.curl@mail.ru*

Most of the settlements in the coastal territory of Khabarovsk Krai are not connected to common power network. Up to 90% of the electricity of the Kamchatka and Sakhalin regions is produced on imported fuel. Due to high transport expenses power cost is higher than the global average in 5-6 times. In addition, the fuel supply is not always reliable and depends on the weather conditions and the availability of transport, and diesel generators often fail.

Sea waves have a higher energy density as compared with wind and sun. For example, the technical potential of wave force of the Pacific Ocean coast 10 km longwise is about 150 MW. It is the existing energy of all Kamchatka.

The purpose of this project is to develop the wave energy converter to supply small settlements and sites on the sea coast of the Far East with power.

Small marine energy converter of gravitational waves contains the flap rocked by waves, associated with the bottom edge of fixed base horizontal joints and connected to the hydraulic piston transducers. Righting moment is provided with flexible bonds, fixed on the flap and fixed base.

The principle of operation of the device is based on the following. Breaking wave affects hinged plate, deflecting it from the vertical position. Elastic connection with the float, ensure the return of the plate in the vertical position after wave set up. Power take-off unit carries out selection of wave energy and transfers it to a power generator.

Thus, the technical result is achieved by:

- the increased hydrodynamic qualities of flap;
- the possibility of tuning the device for optimum operation by adjusting the righting moment.

Over the past year the mathematical model of the converter is designed, a program of calculating the hydrodynamics and the experimental model of the converter is created. Calculations for different system parameters are performed, and experiments with model irregular rough waters are also conducted. Comparison of the results of calculations and experiments has shown that they close by match.

Actually, in recent years, very intensive work is conducted on wave energy. Experienced and effective exploiting wave power plant existed. But most of them focused on the rather large waves. The main idea of the project is to create small installations (with flaps up to 1-2 m high), and increase the efficiency of small waves (up to 0.5-1 m), which will allow to apply them for a large part of the coast and without long jam.

The consumers of small wave powers will be individual residents and administration of residential areas, villas, lodges, camps, commercial enterprises, military units, various stations of shore services. The variants of converters for use aboard ships and offshore structures are examined. They can also be used to convert wave energy directly into thrust, that is, to work as wave thrusters.

The economic efficiency of the wave converter for consumers expressed in the absence of costs for the purchase of fuel and reduced costs for maintenance and repair at a comparable (or less) cost of wave devices in comparison with wind generators.

Психологические науки

ОСОБЕННОСТИ СТРАХОВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Полякова Т.В.

*ФГБОУ ВПО «ТППИ имени А.П. Чехова», Таганрог,
e-mail: vnvaraksin@yandex.ru*

Среди человеческих эмоций самой распространённой и отрицательно окрашенной выделяется – страх, которая может быть и у детей и у их родителей. В ситуации межличностного общения родителей и детей всегда присутствуют отрицательные эмоции, которые вызывают страх, порой это происходит осознанно, и родители пытаются таким образом воздействовать на поведение ребёнка, забывая при этом, что чувство страха приводит к параличу сознания ребёнка и наносит ему ощутимый вред. Впоследствии этот детский страх мешает повзрослевшему ребёнку преодолеть жизненные ситуации, связанные с этим страхом. Зачастую само противодействие родителям становится для ребёнка важнее, чем неудовлетворённая потребность: он и не против бы осуществить ро-

дительский запрет, но не может смириться с тем, что ему запрещают что-то делать, пугая непонятными страхами и, лишая возможности самостоятельного выбора.

К. Левин, обсуждая психологическую ситуацию запрета и наказания, выделил четыре направления поведения детей: выполнение требования, принятие наказания, действия направленные на преодоление препятствия, борьба с взрослыми [4].

В отечественной и зарубежной психологии авторы с разных точек зрения подходят к определению содержания понятия «страх».

Например, З. Фрейд говорит, что страх – это состояние аффекта – объединение определённых ощущений ряда: удовольствие – неудовольствие с соответствующими иннервациями разрядки напряжения и их восприятия, а также вероятно, и отражение определённого значимого события [5].

Карпенко Л.А., характеризую эмоциональную составляющую страха, приводит следующие аргументы: ...В случае, когда страх достигает силы аффекта (панический страх, ужас), он способен навязать сте-

реотипы поведения (бегство, оцепенение, защитная агрессия) и др. [3].

В теории дифференциальных эмоций К.Э. Изард, описываются базовые эмоции человека, среди которых одно из основных мест занимает страх. Поскольку страх отнесён к базовым эмоциям, то его относят к врождённым эмоциональным процессам, имеющим, генетически заданный физиологический компонент, строго определённый мимическим проявлением и конкретным субъективным переживанием... [2].

Как правило, страхи возникают по вине самих родителей, которые пользуясь, случаем запугивают своих детей, не думая о последствиях. Если бы родители знали, что предупреждение и ограждение детей от страхов приходящих от семейных неурядиц, чрезмерной опеки, родительской невнимательности, неблагоприятным окружением и пр., то они более пристально следили бы за семейным комфортом и взаимоотношениями и тогда дети не накапливали тревогу и беспокойство.

Наше исследование проходило в детском санаторно-оздоровительном центре «Спутник», в анкетировании приняли участие 29 детей в возрасте от 6 до 11 лет.

Задачей исследования стало определение особенностей страхов у детей младшего школьного возраста и анализ психолого-педагогической литературы по проблеме исследования. Так как, появляющиеся в детском возрасте страхи несут за собой большие последствия, сопровождая уже, будучи взрослого человека, то мы считаем, что наше исследование имеет определённую актуальность

Отечественный исследователь А.И. Захаров, считает, что причиной детских страхов могут быть многочисленные запреты со стороны родителей и учителей, а также гнев и угрозы взрослых в адрес ребёнка. Самые распространённые – это внушённые страхи. Источником внушённых страхов выступают взрослые, окружающие ребёнка: родители, бабушки, воспитатели, педагоги и др., которые непроизвольно, слишком эмоционально, предупреждают ребёнка об опасности [1].

Взрослые часто предупреждают ребёнка об опасности короткими фразами: «Стой, а то упадёшь!», «Не трогай – обожжёшься!», «Не гладь собаку – укусит!» и т.д. Ребёнок до конца ещё не понимает, чем ему грозит общение с животными или выполнением той или иной не знакомой ему деятельности, но уже ясно ощущает тревогу в эмоциональном предупреждении, и у него возникает реакция страха, которая может закрепиться и распространиться на схожие жизненные ситуации. Поскольку ребёнок воспринимает в предупреждении лишь вторую часть «Упадёшь!», «Обожжёшься!», «Укусит!», то такие страхи могут зафиксироваться на всю жизнь и когда ребёнок вырастет, страх не притупится, но и не исчезнет.

Детская фантазия безгранична. Она ярко окрашена, наделена негативными эмоциями и представляется ребёнку как вполне реальное явление. Одной из причин страха у ребёнка может быть взаимоотношения со сверстниками. Например, если более сильный ребёнок запугивает малыша разными историями «страшилками». Однако, не смотря на то, что страх – это интенсивно выражаемая эмоция, обычно он кратковременен, обратим, исчезает с возрастом, не затрагивает глубоко ценностные ориентации человека, существенно не влияет на его характер, поведение и взаимоотношения с окружающими людьми.

Возвращаясь к исследованиям К.Э. Изард, мы обращаем внимание на выделенные исследователем факторы, которые участвуют в возникновении устойчивых страхов:

– наличие страхов у родителей, прежде всего у матери;

– тревожность в отношении с ребёнком, избыточное предохранение его от опасности и изоляция от общения его со сверстниками;

– излишне ранняя рационализация чувств ребёнка, обусловленная чрезмерной принципиальностью родителей или их эмоциональным неприятием детей;

– большое количество запретов со стороны родителя того же пола или полное предоставление свободы ребёнку родителем другого пола, а также многочисленные нереализуемые угрозы всех взрослых в семье;

– отсутствие возможности для ролевой идентификации с родителем того же пола, преимущественно у мальчиков, создающие проблемы в общении со сверстниками и неуверенность в себе;

– конфликтные отношения между родителями в семье;

– психические травмы типа испуга, обостряющие возрастную чувствительность детей к тем или иным страхам;

– психическое заражение страхами в процессе общения со сверстниками и взрослыми [2].

Используя данные, проанализированные в научной литературе и, проведя анкетирование во временном детском коллективе детского санаторно-оздоровительного центра «Спутник» в период летних каникул, мы выяснили, чего боятся дети в возрасте 6-11 временно изолированных от родителей:

1. Крови, ушибов, операций.
2. Потери родственников.
3. Одиночества.
4. Пауков, змей, клещей, собак.
5. Клоунов, кукол, восковых фигур.
6. Высоты.
7. Темноты.

Из приведённых выше страхов наибольший выбор остался за № 3 (Одиночество). Проведя беседы с обследованными детьми, оказалось, что причиной возникновения страха одиночества служит:

– привязанность к матери (начиная с раннего детства, ребёнок постоянно находится под опекой мамы, боится незнакомых людей, плачет, когда с ним разлучаются, подрастая, спрашивает одобрения, требует признания и любви);

– неполная семья или неблагоприятное окружение (недостаток любви приводит к тому, что ребёнок замыкается в себе, вследствие этого приходит состояние страх перед одиночеством).

Таким образом, проведённое теоретико-экспериментальное исследование дало нам основание для следующих выводов:

1. Анализ психологической, педагогической и специальной литературы по проблеме развития страха у детей младшего школьного возраста показал, что данная проблема достаточно разработана и обоснована. В ходе анализа было выявлено, что данной проблемой занимались многие учёные К.Э. Изард, З.Фрейд, А.И. Захаров, К.Левин, А.М. Прихожан, М. Ковач, Л.С. Выготский, С.В. Воликова, А.Б. Холмогорова, А.М. Галкина и др.

2. Анкетирование позволило выявить, что у большинства детей есть незначительный уровень страха. Страх не является первоначальной эмоцией, благоприятным показателем явилось то, что в основном дети задумывались о том, что их пугает. Некоторые отвечали сразу, но это объясняется тем, что они сталкиваются часто со своим страхом (пауки, темнота).

Следовательно, можно говорить о том, что детские страхи создают неблагоприятную ситуацию для

эмоционального развития ребёнка, способствуют формированию депрессивной и тревожной симптоматики у детей младшего школьного возраста, ведёт к недоразвитию социальных навыков. Чтобы оказать действенную помощь, таким детям необходима современная профилактика эмоционального состояния, помощь должна носить комплексный характер. В фокусе внимания специалистов по коррекции детских страхов должны быть непосредственно ребёнок, его родители (их воспитательные установки), педагоги и учебное заведение. Помимо оказания индивидуальной помощи детям и их родителям, государство должно проявить максимум усилий по налаживанию

позитивного информативного поля СМИ, детской литературы, искусства и кино. Эта необходимость обусловлена, в том числе, проблемами психологического благополучия детей.

Список литературы

1. Захаров А.И. Как преодолеть страх у детей. – М., 1986. – 112 с.
2. Изард К.Э. Теория дифференциальных эмоций // Психология эмоций. – СПб., 2007. – 464 с.
3. Карпенко Л.А. Краткий психологический словарь. – М., 1985. 431 с.
4. Левин К. Динамическая психология. Избранные труды. М., 2001.
5. Фрейд З. Психология бессознательного. – М., 1989. – 296 с.

Экономические науки

ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В СФЕРЕ ТУРИЗМА

Якименко М.В., Виленская М.С.

*Южный федеральный университет, Таганрог,
e-mail: My-lords@yandex.ru*

Сегодня основным инвестором инфраструктурных проектов в сфере туризма является государство. Государственно-частное партнерство выступает в качестве одной из форм реализации таких проектов. Частные инвесторы нуждаются в поддержке со стороны государства. Обеспечение коммунальной инфраструктурой и решение транспортного вопроса являются важными условиями успешного функционирования частного туристского предприятия.

Перечислим проблемы, которые существуют при использовании механизмов государственно-частного партнерства в туризме:

- ограничение самостоятельности частных предпринимателей;
- низкий туристский потенциал выбранных для развития туризма с помощью государственно-частного партнерства регионов;

– низкая степень окупаемости инвестиций для инвесторов;

– ограничение вливаний бюджетных средств при государственно-частном партнерстве;

– отсутствие комплексного развития туризма в регионах для поддержки уже реализованных проектов государственно-частного партнерства.

Ключевую роль в развитии туризма в регионах страны должны сыграть туристские кластеры. Туристские кластеры появились сравнительно недавно. Есть предпосылки для того, чтобы центром притяжения инвестиций в туристическом секторе стали именно они. С ними связаны льготы для бизнеса, которые можно получить в рамках реализации Федеральной целевой программы. Государство софинансирует проекты туристских кластеров в части создания инфраструктуры, а также субсидирования процентной ставки по заемным средствам. В последние годы наблюдается, как туристская инфраструктура отдельных регионов развивается в преддверии проведения там крупных международных мероприятий. Если объединить усилия государства и частных партнеров в решении вышеуказанных проблем, то можно качественно улучшить результат от сотрудничества.

*Геолого-минералогические науки***О НЕ РЕШЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ
СРЕДНЕРИФЕЙСКОГО ВУЛКАНИЗМА НА
ПРИМЕРЕ МАШАКСКОЙ СВИТЫ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

Ардисламов Ф.Р., Савельев Д.Е.

*ФГБУН «Институт геологии Уфимского научного
центра РАН», Уфа,
e-mail: Ardislamov_Fan@mail.ru*

На протяжении почти 40 лет вопрос о среднерифейском вулканизме на Южном Урале рассматривали С.Н. Иванов, К.С. Иванов, А.Ф. Ротару, В.И. Парначев, А.А. Алексеев, А.В. Маслов, В.Н. Пучков, В.И. Козлов, С.Г. Ковалев и другие. К настоящему времени большинство исследователей сходятся во мнении о внутриплитном или континентально-рифтогенном характере вулканизма.

Богатый фактический материал, собранный за последние годы, позволил уточнить строение машакской свиты в стратотипической местности [1, 2]. Вместе с тем, обозначился ряд новых проблем, требующих решения. Одним из главных является вопрос о положении в разрезе «верхней базальтовой толщи». Не ясно, принадлежат ли подстилающие и перекрывающие её кварцито-песчаники к зигальгинской свите или к самым верхам машакской.

Дискуссионна принадлежность к низам машака или верхам юшинской свиты конгломератов, обнажающихся в ряде пунктов: на западном склоне горы Дунасунган, на водоразделе рек Большая и Малая Казавда. Как показало изучение указанных разрезов, машакские риолиты и риодациты залегают на них с угловым несогласием, а соотношение их с юшинскими отложениями не определено.

Одной из задач будущих исследований является расчленение «нерасчлененного машака» на левом берегу р. Бол. Инзер, а также сопоставление с ним образований аюсапканской и белетарской свит, считающихся аналогами машакской свиты в Маярдакском антиклинории [3].

Следующая проблема, требующая своего решения – наличие в основании машакской свиты практически непрерывного горизонта кремнекислых эффузивов с варьирующей мощностью от 30 до 150 м. Растекание очень вязких кремнекислых эффузивов на большой площади с образованием почти непрерывного горизонта маловероятно. Для объяснения указанного факта можно предложить два варианта: 1) образование кремнекислых вулканических по-

род «на месте», за счет алевро-песчаных отложений юшинской свиты, 2) излияние кремнекислых пород при сильном избытке воды. Обе точки зрения нуждаются в более надежном петрологическом обосновании.

Важная особенность машакской свиты – большая однородность и выдержанность по разрезу и по площади вулканогенных горизонтов по сравнению с осадочными породами. Данный факт может говорить об очень быстром (катастрофическом) накоплении осадочного материала, которое происходило одновременно с вулканическими излияниями. Резкая изменчивость литологии осадочных уровней разреза машака по площади может свидетельствовать о выпадении осадков из мощных потоков. Для одного из таких потоков, который сформировал отложения нижней осадочной толщи, может быть определено направление с запада на восток. Именно в этом направлении происходит постепенное уменьшение размера обломков, это же направление фиксируется по ориентировке уплощенных галек в конгломератах горы Нараташ. Высказанное положение в настоящее время следует рассматривать как одну из гипотез, которая требует более веских доказательств, но на наш взгляд, оно пока является наиболее логичным объяснением геологического фактического материала по сравнению с надуманными стадиями вулканизма и осадконакопления и их перерывами, длящимися многие миллионы лет без каких бы то ни было свидетельств (образования кор выветривания, складчатости и т.д.).

Последняя проблема заключается в удивительно выдержанном пологом залегании машакских образований на большой площади, слабой тектонической нарушенности и четкой связи с современным рельефом. Данные факты не согласуются с весьма древним, как полагают, возрастом пород и имеющими место быть несколькими фазами складчатости после их образования.

Список литературы

1. Ардисламов Ф.Р. Геология машакской свиты Ямантауского антиклинория (Южный Урал): Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – М.: МГУ, 2012. 150 с.
2. Савельев Д.Е., Пучков В.Н., Ардисламов Ф.Р., Сначев В.И. Вулканогенные породы машакской свиты среднего рифея: геология и петрохимия // Литосфера, 2009, № 4. С. 3-26.
3. Швецов П.Н. Нижний и средний рифей западного склона Башкирского Урала (основы структурно-формационного анализа): Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – Свердловск, 1974. 199 с.

*Технические науки***ВЫДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМУМОВ
ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ КАРТИН В РЕАЛЬНОМ
МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ**

Носков М.Ф.

*ГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет, филиал,
Саяногорск, e-mail: Eggl@rambler.ru*

В работах [1-3] описана методика повышения точности определения координат интерференционных полос, основанная на выделении максимумов интерфе-

ренции при помощи фоторегистратора с нелинейной характеристической кривой. Методика применялась для аттестации сверхгладких поверхностей высоко-мощных лазеров. Альтернативный метод многолучевой интерферометрии еще более трудоемок, поскольку он подразумевает нанесение на исследуемую поверхность слоя с высоким коэффициентом отражения, проведение самой аттестации и затем удаление нанесенного слоя. Основным недостатком методики нелинейной фоторегистрации являлась длительность цикла

контроля, поэтому автор поставил задачу максимально сократить время нелинейного преобразования интерференционной картины. [4, 5].

Цель исследования. В настоящей работе кратко излагаются возможности применения метода нелинейной фоторегистрации в реальном масштабе времени при помощи видеокамеры и ноутбука ASUS X54H, причем для получения эффекта выделения экстремумов полос используется именно нелинейность экрана ноутбука.

Материал и методы исследования. Для проведения исследований был собран двухлучевой интерферометр Майкельсона, в качестве источника излучения использовался полупроводниковый лазер типа SD 303 с длиной волны 546 нм и выходной мощностью 300 мВт. В качестве видеокамеры использовалась USB-камера производства ЛОМО.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенных экспериментов на экране ноутбука в реальном масштабе времени вместо существующей двухлучевой интерференционной картины с синусоидальным распределением интенсивностей наблюдалась картина с пикообразным распределе-

нием интенсивностей, характерная для многолучевой интерферометрии. По предварительной оценке чувствительность измерений повысилась примерно в 5 раз.

Список литературы

1. Кондратьев А.И., Носков М.Ф., Рахманов В.Ф. Выделение экстремумов интерференционных полос при фотографической регистрации // Приборы и техника эксперимента, – 1983. – № 2. – С. 218-220.
2. Скоков И.В., Носков М.Ф. Нелинейная фоторегистрация двухлучевых интерференционных картин // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1984. – № 1. – С. 32-36.
3. Носков М.Ф. Оптимизация режимов фоторегистрации интерференционных картин // Приборы и техника эксперимента. – 1985. – № 5. – С. 214-215.
4. Носков М.Ф. Повышение чувствительности оптико-физических измерений путем нелинейной обработки изображений: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Новосибирск, СГГА, 2007. – 48 с.
5. Носков М.Ф. Повышение чувствительности оптико-физических измерений путем нелинейной обработки изображений: дис. ... докт. техн. наук. – Новосибирск, СГГА, 2007. – С. 127-135.

**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, шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1,5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), 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 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**¹Шварц Ю.Г., ¹Артанова Е.Л., ¹Салеева Е.В., ¹Соколов И.М.***¹ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава 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 – инсульта 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**¹Shvarts Y.G., ¹Artanova E.L., ¹Saleeva E.V., ¹Sokolov I.M.***¹Saratov 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 приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и приставных 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.

Марьянских 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.

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 КПП 583701001 ООО «Издательство «Академия Естествознания»	Сч. №	40702810822000010498
Банк получателя АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва	БИК Сч. №	044525976 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. 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;

edition@rae.ru

<http://www.rae.ru>;

<http://www.congressinform.ru>

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№ 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, 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, 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. Николаямская, 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, 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, ул. Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, 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, комн. 401.

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

ДЛЯ ВАШЕГО УДОБСТВА ПРЕДЛАГАЕМ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ
ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Стоимость подписки

На 1 месяц (2013 г.)	На 6 месяцев (2013 г.)	На 12 месяцев (2013 г.)
720 руб. (один номер)	4320 руб. (шесть номеров)	8640 руб. (двенадцать номеров)

Заполните приведенную ниже форму и оплатите в любом отделении сбербанка.



Извещение	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>	
	ООО «Издательство «Академия Естествознания»	
	(наименование получателя платежа)	
	ИНН 5837035110	40702810822000010498
	(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)
	АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва	
	(наименование банка получателя платежа)	
	БИК 044525976	30101810500000000976
	КПП 583701001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)
	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____		
Подписка на журнал « _____ »		
(наименование платежа)		
Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. «_____» _____ 201_г.		
Кассир	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен	
	Подпись плательщика _____	
	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>	
	ООО «Издательство «Академия Естествознания»	
	(наименование получателя платежа)	
	ИНН 5837035110	40702810822000010498
	(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)
	АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва	
	(наименование банка получателя платежа)	
	БИК 044525976	30101810500000000976
КПП 583701001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)	
Ф.И.О. плательщика _____		
Адрес плательщика _____		
Подписка на журнал « _____ »		
(наименование платежа)		
Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. «_____» _____ 201_г.		
Кассир	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен	
	Подпись плательщика _____	



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 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

Информация об оплате способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
Сканкопия платежного документа об оплате	
ФИО получателя полностью	
Адрес для высылки заказной корреспонденции индекс обязательно	
ФИО полностью первого автора запрашиваемой работы	
Название публикации	
Название журнала, номер и год	
Место работы	
Должность	
Ученая степень, звание	
Телефон (указать код города)	
E-mail	

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 845-2-47-76-77, 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

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.

ПРИСУЖДЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО СЕРТИФИКАТА КАЧЕСТВА РАЕ

Сертификат присуждается по следующим номинациям:

- Лучшее производство – производитель 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.

С подробной информацией о деятельности РАЕ (в том числе с полными текстами общероссийских изданий РАЕ) можно ознакомиться на сайте РАЕ – www.rae.ru

105037, г. Москва, а/я 47,
Российская Академия Естествознания.
E-mail: stukova@rae.ru
edition@rae.ru