

**ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**PROCEEDING OF THE
KABARDINO-BALKARIAN
STATE UNIVERSITY**

TOM V, № 3, 2015

Учредитель: Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова (КБГУ)

Главный редактор **Б.С. КАРАМУРЗОВ**
Первый зам. главного редактора **А.П. САВИНЦЕВ**
Зам. главного редактора **С.К. БАШИЕВА**
Зам. главного редактора **Х.Б. ХОКОНОВ**
Зам. главного редактора **А.А. ШЕБЗУХОВ**
Зам. главного редактора **Г.Б. ШУСТОВ**
Зам. главного редактора **М.М. ЯХУТЛОВ**
Ответственный секретарь **М.Ч. ШОГЕНОВА**

Редакционная коллегия

Волков Ю.Г., Гукешоков М.Х., Гуфан Ю.М., Дзамихов К.Ф., Карлик А.Е., Кетенчиев Х.А., Кочесоков Р.Х.,
Матузов Н.И., Мизиев И.А., Муратова Е.Г., Мустафаева З.А., Радченко В.П., Радченко О.А., Рубаков В.А.,
Фельдштейн Д.И., Фортон В.Е., Хавинсон В.Ц., Хохлов А.Р., Хуснутдинова Э.К., Шхануков-Лафишев М.Х.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-44485 от 31.03.2011 г.

Подписной индекс в Каталоге «Пресса России» 43720.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных
научных результатов диссертаций.

Доступ к рефератам статей журнала осуществляется на сайте научной электронной библиотеки
«eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru>).

ISSN 2221-7789

Адрес редакции: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Телефоны: (88662) 722313

E-mail: rio@kbsu.ru, <http://izvestia.kbsu.ru>

© Авторы, 2015

© Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова, 2015

Founder: Kabardino-Balkarian State University (KBSU)

Editor in chief **B.S. KARAMURZOV**
The 1st Deputy Editor **A.P. SAVINTSEV**
Deputy Editor **S.K. BASHIEVA**
Deputy Editor **H.B. KHOKONOV**
Deputy Editor **A.A. SHEBZUHOV**
Deputy Editor **G.B. SHUSTOV**
Deputy Editor **M.M. YAHUTLOV**
Executive sekretary **M.Ch. SHOGENOVA**

Editorial board

Volkov Yu.G., Gukepshokov M.Kh., Gufan Yu.M., Dзамikhov K.F., Kartik A.E., Ketenchiev Kh.A., Kochesokov R.Kh.,
Matuzov N.I., Miziev I.A., Muratova E.G., Mustafaeva Z.A., Radchenko O.A., Radchenko V.P., Rubakov V.A.,
Feldshtein D.I., Fortov V.E., Khavinson V.Ts., Hohlov A.R., Khusnutdinova E.K., Shkhanukov-Lafishev M.Kh.

Registration certificate PI № FS 77-44485 from 31.03.2011

Subscription index in the catalog «Russian Press» 43720

Access to abstracts of articles of the magazine is carried out on the Scientific Electronic Library Online
«eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru>).

ISSN 2221-7789

Editorial address: Kabardino-Balkarian State University, 360004, Nalchik, Chernyshevsky st., 173

Phone number: (88662)722313

E-mail: rio@kbsu.ru , <http://izvestia.kbsu.ru>

© Authors, 2015

© Kabardino-Balkarian State University, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Сергеев И.Н., Бжихатлов К.Ч., Шебзухов А.А. Поверхностная сегрегация и поверхностное натяжение грани (100) монокристаллов Cu–Al и Cu–Mn при различных температурах	5
Очков В.Ф., Устюжанин Е.Е., Хуснуллин А.Ш., Шишаков В.В., Ву Дж.Р. Методы и Интернет-ресурсы для расчета теплофизических свойств ионных жидкостей	10

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Бжихатлов Х.Г., Езаова А.Г. Задача Дирихле для некоторых уравнений эллиптического типа	18
Шогенова З.А., Кулиев Р.С. Разработка математической модели эндокринных заболеваний в Северо-Кавказском регионе	23

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Богатиков О.А., Гурбанов А.Г., Карамурзов Б.С., Винокуров С.Ф., Шевченко А.В., Газеев В.М., Лексин А.Б., Докучаев А.Я., Долов С.М., Дударов З.И., Боготов Н.Х., Хатуев З.А., Цуканова Л.Е., Лолаев А.Б., Оганесян А.Х., Дзедоев С.О. Экологические и технолого-экономические аспекты комплексной переработки промышленных отходов Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината. Часть 1	27
Богатиков О.А., Гурбанов А.Г., Карамурзов Б.С., Винокуров С.Ф., Шевченко А.В., Газеев В.М., Лексин А.Б., Докучаев А.Я., Долов С.М., Дударов З.И., Боготов Н.Х., Хатуев З.А., Цуканова Л.Е., Лолаев А.Б., Оганесян А.Х., Дзедоев С.О. Экологические и технолого-экономические аспекты комплексной переработки промышленных отходов Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината. Часть 2	34

МЕДИЦИНА

Анаева Л.А., Жетишев Р.А. Динамика частоты и структура тяжести асфиксии новорожденных в Кабардино-Балкарии	43
Мизиев И.А., Махов М.Х., Хатшуков А.Х., Дабагов О.Ю., Ахкубеков Р.А. Роль цистатина С в прогнозировании пререклинической болезни почек и субклинического острого повреждения почек у больных с сочетанной травмой	49
Шебзухов О.А., Слепушкин В.Д., Плиев А.М. Диагностика повреждений органов брюшной полости на догоспитальном этапе	53
Эльбаев А.Д., Эльбаева А.Д. Неинвазивный способ диагностики гликемии на основе взаимосвязи параметров гемодинамики и уровня глюкозы в крови	56
Узденова А.А., Тхазаплизева М.Т., Узденова З.Х., Бичекуева Ф.Х. Частота заболеваний пародонта и экстрагенитальной патологии у беременных Кабардино-Балкарии	62

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кучерова В.Ю. Применение синергетического подхода в решении задачи модификации аттрактора системы Ресслера	65
Эльбаева Р.И., Нартыжев Р.М. Повышение качества изготовления алмазных буровых коронок	71
Алокова М.Х., Иванова Д.М. Вынужденные изгибные колебания вертикальной стойки переменного сечения	74
Барагунова Л.А., Тилова З.А., Барагунов Т.М. Об устойчивости вертикальной стойки переменного сечения с оттяжками	79

ЭКОНОМИКА

Тхамитлокова Ю.О. Механизм информационного обеспечения как важнейший элемент эффективной системы управления сферой туризма в регионе	85
Шевлокова Т.А. Управление развитием интеграции как ведущей формы межрегиональных экономических связей	93

ПЕДАГОГИКА

Ежак Е.В. Представления педагогов о роли самовоспитания в контексте профессионального роста	96
Хеймашева М.С. Акмеология полиэтнической компетентности преподавателя вуза	102
Михайленко О.И. Подготовка школьного учителя в рамках классического университета в национально-культурном регионе	105
Требования к оформлению научной статьи, представляемой в журнал «Известия Кабардино-Балкарского государственного университета»	109

CONTENTS

PHYSICS

Sergeev I.N., Bzhikhatlov K.Ch., Shebzukhov A.A. Surface segregation and surface tension of (100) Cu–Al and Cu–Mn at various temperatures	5
Ochkov V.F., Ustyuzhanin E.E., Khusnullin A.S., Shishakov V.V., Wu J.R. Thermophysical properties of ionic liquids: methods and Internet-calculation resources	10

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Bzhihatlov H.G., Ezaova A.G. Dirichlet problem for some elliptic equations	18
Shogenova Z.A., Kuliev R.S. Development of mathematical models of endocrine diseases in the North-Caucasus	23

EARTH SCIENCES

Bogatikov O.A., Gurbanov A.G., Karamurzov B.S., Vinokourov S.F., Shevchenko A.V., Gazeev V.M., Lexin A.B., Dokuchaev A.Ya., Dolov S.M., Dudarov Z.I., Bogotov N.H., Khatuev Z.A., Tsukanova L.E., Lolaev A.B., Oganessian A.K., Dzeboev S.O. Environmental, technological and economic aspects of the complex processing of industrial waste Tyrnauz Tungsten-Molybdenum plant. Part 1	27
Bogatikov O.A., Gurbanov A.G., Karamurzov B.S., Vinokourov S.F., Shevchenko A.V., Gazeev V.M., Lexin A.B., Dokuchaev A.Ya., Dolov S.M., Dudarov Z.I., Bogotov N.H., Khatuev Z.A., Tsukanova L.E., Lolaev A.B., Oganessian A.K., Dzeboev S.O. Environmental, technological and economic aspects of the complex processing of industrial waste Tyrnauz Tungsten-Molybdenum plant. Part 2	34

MEDICINE

Anaeva L.A., Zhetishev R.A. Frequency dynamics and gravity structure of the newborn asphyxia in Kabardino-Balkarian Republic	43
Miziev I.A., Makhov M.H., Khatshukov A.H., Dabagov O.U., Akhkubekov R.A. The role of cystatin C in the prediction of preclinical kidney disease and subclinical acute kidney injury in patients with combined trauma	49
Shebzukhov O.A., Slepishkin V.D., Pliev A.M. Diagnosis of injury abdominal prehospital	53
Elbaev A.D., Elbaeva A.D. Non-invasive diagnostics method based on correlation of glycemia hemodynamics and blood glucose	56
Uzdenova A.A., Thazapligeva M.T., Uzdenova Z.H., Bichekueva F.H. The frequency of periodontal disease and extragenital pathology of pregnant Kabardino-Balkaria	62

ENGINEERING SCIENCES

Kucherova V.Y. Foundation of synergetic theory in the solution of a problem for Ressler's system attractor modification	65
Elbaeva R.I., Nartyzhev R.M. Improvement of manufacturing quality of diamond drilling bits	71
Alokoval M.H., Ivanova D.M. Forced flexural vibrations upright variable section	74
Baragunova L.A., Tilova Z.A., Baragunov T.M. Stability of variable cross-section upright with braces	79

ECONOMY

Tkhamitlokoval Iu.O. The mechanism of information security as an important element of an effective system of management of tourism in the region	85
Shevlokoval T.A. Management of the development of integration as the leading form of interregional economic relations	93

PEDAGOGY

Ezhak E.V. Teachers ideas about the role of self-education in the context of professional development	96
Heimasheva M.S. Akmeology of polyethnic competence of university lecturers	102
Mikhaylenko O.I. Preparation of school teachers in the framework of classical university in the national-cultural region	105
The demand to the design of the scientific article, represented in the magazine «Proceeding of the Kabardino-Balkarian State University»	109

ФИЗИКА

УДК 532.6:537.534

ПОВЕРХНОСТНАЯ СЕГРЕГАЦИЯ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ГРАНИ (100) МОНОКРИСТАЛЛОВ Cu–Al И Cu–Mn ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*Сергеев И.Н., Бжихатлов К.Ч., Шебзухов А.А.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*kfome@kbsu.ru

Методами электронной оже-спектроскопии и дифракции медленных электронов в диапазоне температур $T = 300 \dots 875$ К исследованы состав и структура поверхности монокристаллов (100) Cu-10 ат. % Al и (100) Cu-4 ат. % Mn. С использованием экспериментальных данных построена температурная зависимость поверхностного натяжения изученных монокристаллов. Показано влияние характера межатомных взаимодействий на сегрегационный эффект снижения поверхностного натяжения. Теоретическая оценка состава поверхности сопоставляется с экспериментальным профилем сегрегации.

Ключевые слова: твердые растворы, монокристаллы Cu–Al, Cu–Mn, поверхностная сегрегация, структура поверхности, поверхностное натяжение, электронная оже-спектроскопия, дифракция медленных электронов.

SURFACE SEGREGATION AND SURFACE TENSION OF (100) Cu–Al AND Cu–Mn AT VARIOUS TEMPERATURES

Sergeev I.N., Bzhikhatlov K.Ch., Shebzukhov A.A.

Kabardino-Balkarian State University

Composition and structure of a monocrystals (100) Cu-10 at. % Al and (100) Cu-4 at. % Mn surface is research by Auger electron spectroscopy and low energy electron diffraction in temperature range $T=300 \dots 875$ K. Temperature dependence of surface tension of the studied monocrystals is constructed by experimental data. Influence of character of interatomic interactions on segregation effect of a drop of interfacial tension is displayed. The theoretical estimate of the surface composition is compared with experimental segregation profile.

Keywords: solid solutions, Cu–Al monocrystals, Cu–Mn, surface segregation, surface structure, surface tension, Auger electron spectroscopy, low energy electron diffraction.

Введение. В последнее время растет число работ, в которых отмечаются перспективы применения явления поверхностной сегрегации для создания ультратонких функциональных слоев – диффузионных барьеров, адгезионно-активных и защитных пленок [1–3]. В процессе термообработки, например, свободная поверхность сплавов меди с марганцем и алюминием обогащается атомами примеси [4–6], что может существенно влиять на величину поверхностного натяжения [7]. Целью данной работы являются изучение температурной зависимости состава поверхности монокристаллических сплавов Cu-10 ат. % Al и Cu-4 ат. % Mn с плоскостью ориентации (100) и оценка методами электронной оже-спектроскопии и дифракции медленных электронов влияния термостимулированной сегрегации на поверхностное натяжение кристаллов.

Методика и результаты эксперимента. Исследование твердых растворов (100)Cu-10 ат. % Al и (100)Cu-4 ат. % Mn проводили на электронном спектрометре с четырехсечочным энергоанализатором тормозящего типа при базовом давлении $p \sim 10^{-8}$ Па. Эффективную концентрацию добавки в приповерхностном слое сплавов определяли с использованием низкоэнергетических оже-электронов ($M_{2,3}M_{4}M_{4}$ 60 эВ Cu, $L_{3}M_{2,3}M_{2,3}$ 67 эВ Al и L_{VV} 40 эВ Mn), для которых средняя глубина выхода λ составляет $\sim 0,4$ нм. В этом случае с учетом межплоскостного расстояния d на грани (100) ($d_{(100)} = 0,181$ нм) медного ГЦК-кристалла эффективная толщина зондируемой области близка к 2 монослоям (МС). Оже-спектры регистрировали как функцию температуры отжига в диапазоне $T = 300 \dots 875$ К при ступенчатом нагреве и охлаждении в условиях, когда амплитуды оже-пигов приблизились к установившимся значениям. Влияние сегрегации на атомную структуру поверхности контролировали методом ДМЭ. Более подробно методика эксперимента описана в работах [5, 6].

Поверхностные концентрации алюминия ($x_{Al}^{(\sigma)}$) и марганца ($x_{Mn}^{(\sigma)}$), рассчитанные по интенсивности соответствующих оже-пигов при различных температурах отжига, представлены на рис. 1 а и б (кривые 1). Эти данные, как отмечалось выше, зависят от средней глубины выхода оже-электронов и соответствуют в нашем случае концентрации добавки, усредненной по двум внешним атомным слоям. Как видно из рис. 1, состав поверхности обоих сплавов изменяется с температурой немонотонно. Восходящая часть концентрационных профилей $x_i^{(\sigma)}(T)$ отражает процесс установления равновесия на распыленной поверхности, который лимитируется диффузионной подвижностью атомов (область I). В области I поверхность обогащается атомами добавки, при этом $x_{Al}^{(\sigma)}$ достигает максимума $\sim 0,26$ (в ат. долях) вблизи 625 К, в то время как $x_{Mn}^{(\sigma)}$ стремится к предельной концентрации ($\sim 0,2$) при $T \sim 675$ К. Спадающая часть кривой $x_i^{(\sigma)}(T)$ соответствует равновесной сегрегации (область II). В соответствии с экзотермическим характером сегрегации в неупорядоченных сплавах [8] равновесная поверхностная концентрация Al и Mn должна снижаться с температурой, что и наблюдается в эксперименте.

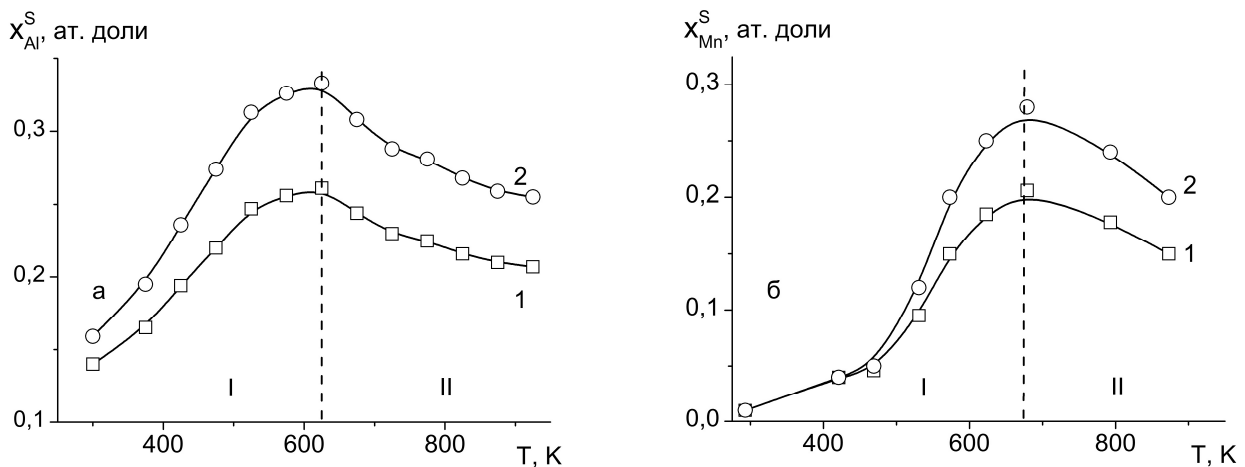


Рис. 1. Температурная зависимость концентрации добавки на поверхности сплавов (100)Cu-10 ат. % Al (а) и (100)Cu-4 ат. % Mn (б); 1 – эксперимент, 2 – расчет для 1-го монослоя. I – неравновесное состояние, II – равновесное состояние поверхности

Согласно данным, усредненным по двум внешним атомным слоям, степень обогащения поверхности сегрегантом ($x_{2_{max}}^{(\sigma)} / x_2^b$) в обоих сплавах невелика и составила 2,6 в случае Al и 5 для Mn. Пересчет этих же результатов для 1-го МС показан в виде линий 2 на рис. 1 а и б. В принятом приближении, как видно из рисунков, концентрация сегреганта во внешнем монослое заметно выше эффективных значений, причем различие растет с увеличением $x_{Al}^{(\sigma)}$ и $x_{Mn}^{(\sigma)}$. В частности, в точке максимума поверхностной концентрации превышение составляет примерно 27 и 40 % для $x_{Al}^{(\sigma)}$ и $x_{Mn}^{(\sigma)}$ соответственно.

Картины дифракции медленных электронов, полученные от поверхности сплавов Cu-Al и Cu-Mn после их отжига и охлаждения, не показали каких-либо признаков сверхструктурного упорядочения. Несмотря на заметное обогащение поверхности атомами добавки ДМЭ-картины состояли только из основных рефлексов, соответствующих структуре выбранной грани (100)–(1×1).

Термодинамический расчет поверхностного натяжения и поверхностной концентрации и сравнение результатов с экспериментальными данными

Для поверхностного натяжения справедливо выражение [9]:

$$\sigma = \sigma_{0i} + \frac{RT}{\omega_{0i}} \ln \left(\frac{x_i^{(\sigma)}}{x_i^b} \right) + \frac{\Delta H_{mix} \cdot Z_l}{Z \cdot (1 - x_i^b) \cdot x_i^b \cdot \omega_{02}} \left((1 - x_i^{(\sigma)})^2 - (1 - x_i^b)^2 \right) - \frac{\Delta H_{mix} \cdot Z_v}{Z \cdot (1 - x_i^b) \cdot x_i^b \cdot \omega_{02}} (1 - x_i^b)^2, \quad (1)$$

где x_1^b , x_2^b – объемные концентрации растворенного вещества (добавки) и растворителя (матрицы), $x_1^{(\sigma)}$, $x_2^{(\sigma)}$ – концентрации добавки и матрицы во внешнем (первом) монослое твердого раствора, T – температура, R – универсальная газовая постоянная, $\omega_{01(02)} \approx f_{yn} \cdot N_A^{1/3} \cdot (A/\rho)^{2/3}$ – молярная поверхность чистого вещества, N_A – число Авогадро, A – молярная масса, ρ – плотность, f_{yn} – коэффициент упаковки, Z – координационное число в объеме, Z_l – число соседних атомов в 1-м атомном слое и Z_v – в смежном атомном слое, σ – поверхностное натяжение сплава, σ_{0i} – поверхностное натяжение i -го вещества, ΔH_{mix} – теплота смешения сплава.

Для построения температурного профиля $\sigma(T)$ наряду со структурными характеристиками грани необходимы известные из литературы физические параметры и экспериментально измеренное содержание добавки в 1-м монослое поверхности. Для расчета $x_i^{(\sigma)}$ использовали методику, основанную на экспоненциальном затухании сигнала с глубиной выхода оже-электронов, а также предположение об экспоненциальном падении с глубиной избытка сегреганта [3]. Глубинный профиль экспоненциальной формы был выбран в связи с тем, что он хорошо описывает результаты ионного распыления приповерхностной области отожженных монокристаллов Cu–Al и Cu–Mn [4–6].

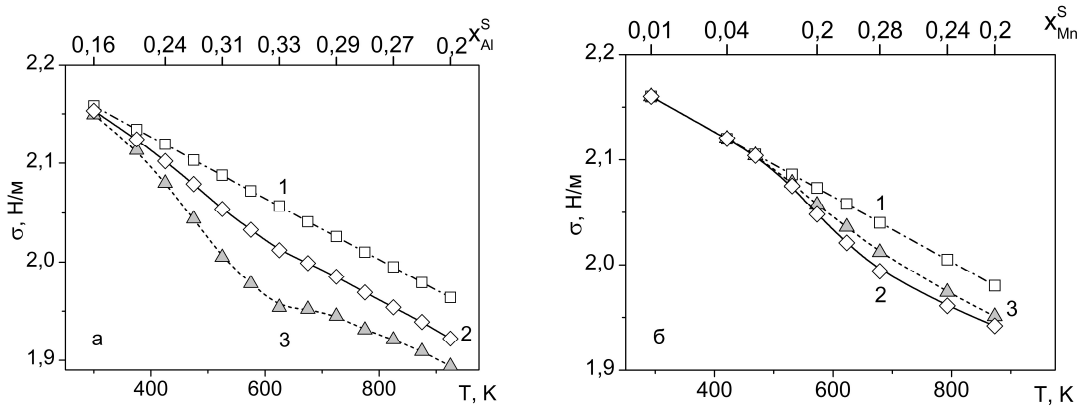


Рис. 2. Оценка по уравнению (1) температурной зависимости поверхностного натяжения твердых растворов (100)Cu-10 ат. % Al (а) и (100)Cu-4 ат. % Mn: 1 – поверхностное натяжение чистой меди, 2 – расчет для идеального раствора ($\Delta H_{mix}=0$), 3 – расчет с учетом межатомных взаимодействий.

По верхней горизонтальной оси отложены концентрации Al (а) и Mn (б) в 1-м монослое сплавов

Оценка поверхностного натяжения твердых растворов выполнялась по формуле (1) с учетом температурной зависимости σ чистой меди. Для расчетов использовали данные, полученные методом нулевой ползучести для поликристаллического металла – $\sigma_{Cu}=1,83$ Дж/м² ($T_0=1356$ K), $d\sigma_{Cu}/dT = -3,1 \times 10^{-4}$ Дж/(м²×K) [10]. При вычислениях полагали, что величина ΔH_{mix} зависит только от объемного состава сплавов. Теплота смешения в твердом состоянии для системы Cu–Al отрицательна и составляет (для 10 ат. % Al) $\Delta H_{mix} (Cu-Al) \approx -6$ КДж/моль [10], а в сплаве Cu–Mn эта величина положительна и равна (для 4 ат. % Mn) $\Delta H_{mix} (Cu-Mn) \approx 1$ КДж/моль [11]. Результаты расчетов поверхностного натяжения с использованием значений $x_i^{(\sigma)}(T)$ представлены на рис. 2а и б. Линия 1 соответствует уменьшению с температурой σ чистого растворителя (меди), кривая 2 показывает изменение σ твердого раствора без учета межатомных взаимодействий ($\Delta H_{mix}=0$, приближение идеального раствора), кривая 3 отражает влияние на σ температуры и поверхностной сегрегации с учетом межатомных взаимодействий. Для наглядности по верхней горизонтальной оси обоих графиков отложены температурные зависимости концентрации Al (а) и Mn (б) в 1-м монослое сплавов, вычисленные из данных ЭОС.

Как видно из рисунков, в рамках принятых приближений поверхностное натяжение твердых растворов уменьшается согласованно с поверхностной концентрацией добавки, однако влияние сегрегации на σ невелико. Величина снижения σ определяется не только составом поверхности, но и характером

межатомных взаимодействий. Преимущественное взаимодействие разнородных атомов отражает тенденцию к упорядочению (Cu–Al, отрицательная теплота смешения) и приводит к отрицательному отклонению от идеальности (кривая 3 ниже кривой 2 на рис. 2а). В системе Cu–Al при 10 ат. % добавки в объеме сплава максимальное снижение σ (по сравнению с чистой Cu) составляет ~5 %. Предпочтительное взаимодействие однородных атомов соответствует тенденции к расслоению (Cu–Mn, положительная теплота смешения) и положительному отклонению от идеальности (кривая 3 выше кривой 2 на рис. 2б).

В связи с тем, что данные для σ твердых растворов Cu–Al и Cu–Mn в литературе отсутствуют, наши выводы можно сравнить с результатами измерения поверхностного натяжения расплавов $\text{Cu}_{1-x}\text{Al}_x$ (где $0 \leq x \leq 1$), полученными бесконтактным методом с помощью техники электромагнитной левитации [12]. Анализ экспериментальной зависимости $\sigma(x)$ этого расплава показывает, что при $x_{\text{Al}}^b = 0,1$ ($T = 1375$ К) поверхностное натяжение раствора снижается относительно жидкой меди ($(\Delta\sigma/\sigma_{\text{Cu}}) \times 100$ %) приблизительно на 2,5 %. По мнению авторов цитируемой работы, σ уменьшается в результате слабой поверхностной сегрегации алюминия. С учетом того, что сегрегационные эффекты растут с понижением температуры до 500...700 К, наши оценки хорошо коррелируют с приведенными данными.

Из выражения (1) можно получить уравнение, в котором концентрация добавки во внешнем моно-слое $x_1^{(\sigma)}$ связана с объемными параметрами раствора и чистых компонентов:

$$\begin{aligned} \frac{RT}{\omega_{02}} \ln \left(\frac{x_2^{(\sigma)}}{x_2^b} \right) - \frac{RT}{\omega_{01}} \ln \left(\frac{x_1^{(\sigma)}}{x_1^b} \right) = \sigma_{01} - \sigma_{02} + \\ + \frac{\Delta H_{\text{mix}} \cdot Z_l}{Z \cdot x_1^b \cdot x_2^b} \left(\frac{(x_2^{(\sigma)})^2 - (x_2^b)^2}{\omega_{01}} - \frac{(x_1^{(\sigma)})^2 - (x_1^b)^2}{\omega_{02}} \right) - \frac{\Delta H_{\text{mix}} \cdot Z_v}{Z \cdot x_1^b \cdot x_2^b} \left(\frac{(x_2^b)^2}{\omega_{01}} - \frac{(x_1^b)^2}{\omega_{02}} \right), \end{aligned} \quad (2)$$

Используя итерационные методы, по формуле (2) можно прогнозировать изменение состава поверхности с температурой в области равновесной сегрегации. В качестве примера на рис. 3 представлена экспериментальная зависимость состава 1-го МС монокристалла (100) Cu-10 ат. % Al в сравнении с теоретической оценкой по формуле (2). Там же показана погрешность измерения концентрации методом ЭОС, которая в нашем случае составила ~10 %.

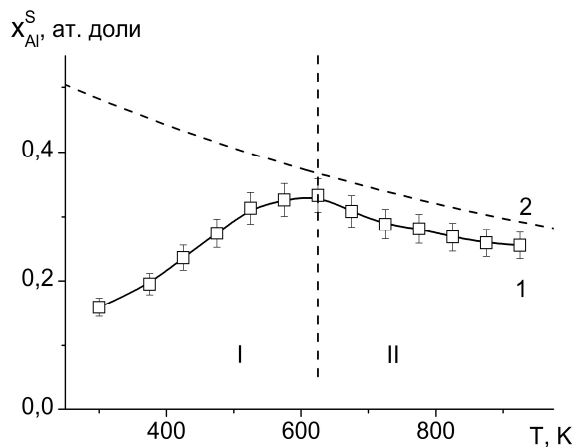


Рис. 3. Температурная зависимость концентрации Al в 1-м МС сплава (100)Cu-10 ат. % Al; 1 – эксперимент, 2 – расчет по уравнению (2). I и II – области неравновесной и равновесной сегрегации соответственно

Отметим, что область I на рисунке соответствует неравновесной сегрегации и не описывается данной моделью. В области II (равновесная сегрегация) экспериментальные значения близки к теоретическим. При этом совпадение лучше в случае сплава с отрицательной теплотой смешения.

Заключение. Результаты ЭОС и ДМЭ-измерений показывают, что в процессе термообработки поверхность твердых растворов (100)Cu-10 ат. % Al и (100)Cu-4 ат. % Mn обогащается атомами добавки, однако сегрегация не приводит к заметной реконструкции приповерхностного слоя. Для обоих сплавов на температурной зависимости состава наблюдается максимум (26 ат. % при $T = 625$ К для Cu–Ge и 20 ат. % при 675 К для Cu–Mn), отделяющий области неравновесной и равновесной сегрегации. В приближении экспоненциальной формы глубинного профиля содержание добавки в 1-м МС монокристаллов существенно превышает данные ЭОС, усредненные по глубине зондирования.

Модель монослойной сегрегации, учитывающая структурные особенности грани и температурную зависимость σ чистых компонентов [9], прогнозирует слабое снижение поверхностного натяжения твердых растворов. Эффект сегрегационного снижения σ в этой модели зависит от объемного состава и характера межатомных взаимодействий, что в случае системы Cu-Al хорошо согласуется с данными для расплавов. Кроме поверхностного натяжения, принятая модель удовлетворительно описывает состав поверхности сплавов в области равновесной сегрегации.

Библиография

1. Шебзухов А.А. Поверхностная сегрегация в разбавленных металлических растворах // Поверхность. Физ., химия, мех. 1983. № 8. С. 13–22.
2. Шебзухова М.А., Шебзухов А.А. Межфазная сегрегация на искривленных границах в бинарных системах // Изв. РАН. Сер. физическая. 2008. Т. 72, № 10. С. 1424–1426.
3. Yu Y., Sagisaka K., Fujita D. Surface segregation of aluminum atoms on Cu-9 at.% Al(111) studied by Auger electron spectroscopy and low energy electron diffraction // Surf. Sci. 2009. V. 603. P. 723–726.
4. Журтов З.М. Электронная спектроскопия и атомная структура поверхности моно- и поликристаллических сплавов Cu-Al и W-Mo: дисс. ... канд. физ.-мат. наук. Нальчик, 1991. 165 с.
5. Сергеев И.Н., Бжихатлов К.Ч., Шебзухов А.А. Атомная структура и электронные свойства поверхности монокристаллического сплава (100) Cu-4 ат. % Mn // Изв. РАН. Серия физическая. 2013. Т. 77, № 9. С. 1293–1296.
6. Сергеев И.Н. Энергия сегрегации и состав поверхности сплавов Cu-Mn по данным электронной оже-спектроскопии // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов: межвуз. сб. науч. тр. / под общ. ред. В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. Вып. 4. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. С. 270–276.
7. Смирнов А.Н. Определение изотерм поверхностного натяжения границ зерен на основе адсорбционных измерений // Поверхность. Рентген., синхротрон. и нейтрон. исслед. 2005. № 5. С. 94–97.
8. Polak M., Rubinovich L. The interplay of surface segregation and atomic order in alloys // Surf. Sci. Rep. 2000. V. 38. P. 127–194.
9. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. Л.: Химия, 1967. 388 с.
10. Hair J., Downie D.B. Thermodynamic properties of the Cu-Al system: correlation with bonding mechanisms // Faraday Symp. Chem. Soc. 1973. V. 8. P. 56–63.
11. Turchanin M.A., Agraval P.G., Abdulov A.R. Phase equilibria and thermodynamics of binary copper systems with 3d-metals. IV. copper – manganese // Powder Metall. Met. Ceram. 2006. V. 45, № 11–12. P. 569–581.
12. Schmitz J., Brillo J., Egry I., Schmid-Fetzer R. Surface tension of liquid Al-Cu binary alloys // Int. J. Mat. Res. 2009. V. 100, № 11. P. 1529–1535.

МЕТОДЫ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Очков В.Ф.¹, *Устюжанин Е.Е.¹, Хуснуллин А.Ш.¹, Шишаков В.В.¹, Ву Дж.Р.²

¹Национальный исследовательский университет МЭИ

²Университет транспорта, Сиань, КНР

*evgust@gmail.com

Проведен анализ источников информации, которые содержат данные о теплофизических свойствах ионных жидкостей (ИЛ). Рассмотрен ряд веб-сайтов, в том числе база данных NIST (США) и сайты ОИВТ РАН и ГСССД. Эти источники содержат данные о теплофизических свойствах широкого круга технически важных веществ, а также ионных жидкостей (ИЛ) в форме TF-ресурсов или табулированных свойств $R_i = (\rho, \lambda, h, \dots)$. Внимание авторов уделено технологии создания открытых интерактивных ресурсов (OI-ресурс), которые содержат определенный программный код, позволяющий осуществлять вычисление свойства R по некоторой формуле MF. Разработан ряд OI-ресурсов (пользовательские функции, шаблоны и др.), которые содержат справочную информацию о свойствах R_i жидкостей ИЛ. Создано программное обеспечение IRBOC, которое ориентировано на жидкости ИЛ и позволяет решать ряд задач, в том числе хранить информацию о теплофизических свойствах жидкостей ИЛ в форме первичных файлов. Обеспечение IRBOC размещено на сайте НИУ МЭИ и включает свойства R примерно двухсот жидкостей ИЛ.

Ключевые слова: теплофизические свойства, плотность, давление насыщения, ионные жидкости.

THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF IONIC LIQUIDS: METHODS AND INTERNET-CALCULATION RESOURCES

Ochkov V.F.¹, Ustyuzhanin E.E.¹, Khusnullin A.S.¹, Shishakov V.V.¹, Wu J.R.²

¹National Research University MPEI

²Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China

Some WEB sites containing information of thermophysical properties for ionic liquids (IL) are analyzed in the report. An information of Data base No 147 of TRC (WEB site of NIST, Boulder, USA) is considered.

Authors have made a research that includes: 1) analysis of literature works containing numerical data on IL thermophysical properties; 2) development of models, algorithms and Internet resources those are devoted to online calculations of IL thermophysical properties. A special server software is elaborated in the form of IRBOC (Interactive Reference Books and Online Calculations). IRBOC contains: 1) a search system; there are three search variants: by a compound, by a property and by a reference; 2) a data review page; all data from a selected numerical values is available on this page; 3) an online calculation page; 4) other components. A navigation is very simple in IRBOC. A current variant of «IL catalog» contains approximately 200 compounds and 1000 primary files, its demo – version is located in WEB sites.

Keywords: thermophysical properties, density, saturation pressure, ionic liquids.

Введение. На Интернет-сайтах известных организаций (ОИВТ РАН [1], ГСССД, NIST (National Institute of Standards and Technology), США [2] и др.) размещены данные о теплофизических свойствах широкого круга технически важных веществ. Авторами сделан анализ источников информации, которые содержат данные о теплофизических свойствах ионных жидкостей (ИЛ), при этом рассмотрен ряд веб-сайтов, включая базу данных NIST.

Установлено, что используются такие виды Интернет-ресурсов, как текстовые ресурсы (TF), открытые интерактивные ресурсы (OI), а также «закрытые» ресурсы. На указанных веб-сайтах помещены TF-ресурсы, содержащие табулированные свойства $R_i = (\rho, \lambda, h, \dots)$ для некоторого рабочего вещества (R134a, азот и др.) при фиксированных аргументах (P, T), где ρ – плотность, λ – теплопроводность, h – энтальпия. Обращаясь к TF-ресурсу и применяя последовательно опции «выбор вещества», «ввод

граничных параметров», «показ таблицы» и «копирование таблицы», пользователь получает табличные значения R_i для заданного вещества.

Термин «текстовый» показывает, что TF -ресурс не использует компьютерную программу, которая осуществляют вычисление свойств R_i по некоторой математической формуле (MF). TF -ресурсы относятся к наиболее распространенным Интернет-инструментам, в том числе они широко представлены на веб-сайтах [1, 2, 3].

OI -ресурс располагает определенным программным кодом, который осуществляет вычисление свойства R по некоторой формуле MF , если пользователь вносит входные параметры U , например, значения давления и температуры (P, T). Наряду с этим OI -ресурс располагает опцией «копирование формулы MF или кода в целом». Опция «копирование формулы MF или кода в целом» определяет положительное отличие OI -ресурса от закрытого ресурса; в последнем расчеты свойства R выполняются при помощи «закрытой программы» (*exe-file*). Например, в ресурсах [1, 3, 4, 5] пользователь может воспользоваться опцией «вычислить плотность данного вещества» и получить значение R , однако он не имеет доступа к соответствующей формуле MF , которая включена в *exe-file*.

Подчеркнем, что жидкости IL рассматриваются в настоящее время как новые рабочие тела для энергоустановок (ЭУ), например, солнечных энергопреобразователей.

В рамках типичной расчетной задачи (A), которую выполняет пользователь-проектировщик, предусмотрены: а) вычисление энергетических критериев Z (термический КПД, подводимая теплота и другие параметры цикла) применительно к установке ЭУ, б) использование *Mathcad*-программы, которая именуется как *Code_EU(Z, Y)*, здесь *Code_EU* – имя программы, Z – критерии, вычисляемые в этой программе, Y – граничные условия, представляющие собой следующие данные:

- (P_i, T_i) – давления и температуры в заданных точках цикла,
- термодинамические свойства $R_{cycle} = (P, T, v, h...)$, которые относятся к рабочему телу в заданных точках цикла,
- другие характеристики блоков ЭУ.

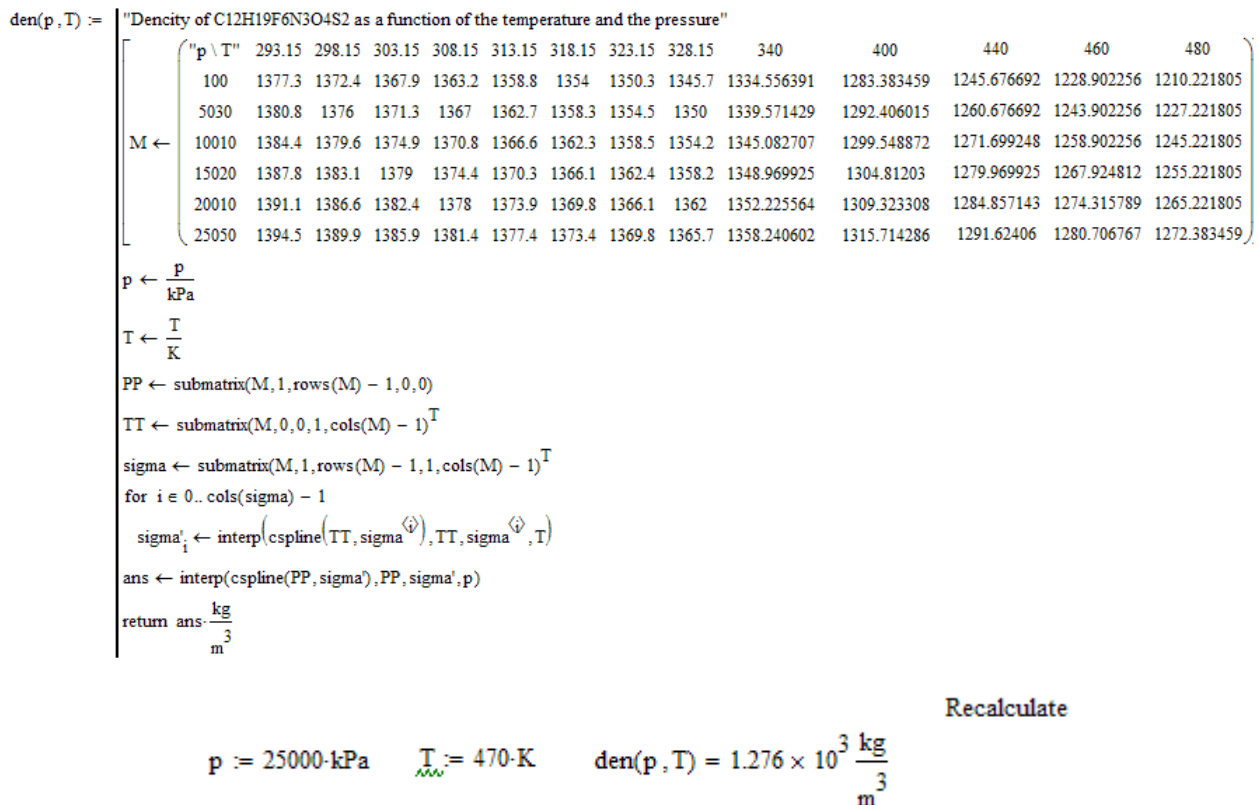


Рис. 1. *Mathcad* – поле ресурса *Res – OI – csplain(p, U, (http://klm), key(def))*

Как правило, пользователь вычисляет свойства R_{cycle} , которые необходимо вносить в *Code_EU(Z, Y)*, следующим образом:

- находит во внешнем источнике информации, например, в Интернете, табличные значения R_i ,

б) определяет свойства R_{cycle} на основе трудоемкого этапа интерполяции значений R_i при выбранном варианте условий Y .

В рамках задачи (А) процедура интерполяции выполняется многократно в связи с большим количеством вариантов условий Y .

Открытые интерактивные Интернет-ресурсы

Наш опыт [6–9] показывает, что актуальным является вопрос (В): «Какое программное обеспечение (ПО) можно предложить пользователю в Интернете, чтобы он мог адаптировать табулированные значения $R_i = (\rho, h, s, \dots)$ для применения в программе *Code_EU(Z, Y)?*». Рассмотрим вариант, отвечающий на вопрос (В), на примере создания Интернет-ресурса, который связан с (ρ, P, T) - данными жидкости IL1. Последняя имеет: а) формулу C12H19F6N3O4S2, б) индекс в международном каталоге веществ CASRN 382150-50-7. Массив (ρ, P, T) -точек можно видеть в виде таблицы на рис. 1.

На первом этапе нами была создана программа *Code_csplain*(ρ, Y), разработанная с привлечением пакета *Mathcad*, где *csplain* – имя, ρ – плотность IL1. Граничные условия $Y = (P, T, \dots)$, указанные в этой программе, представляют собой:

а) граничные аргументы $(P, T)_{max}$ и $(P, T)_{min}$,

б) параметры $U = (P = p, T = t)$, которые пользователь вводит в этот код и по которым вычисляется ρ ,

в) другие параметры.

Code_csplain(ρ, Y) содержит:

а) значения $P = p$, лежащие в интервале от 100 до 25050 кПа (см. первый столбец таблицы на рис. 1),

б) значения $T = t$, лежащие в интервале от 293.15 К до 480 К (см. первую строку массива на рис. 1),

в) массив $R_i = (\rho, P, T)$.

Этот код позволяет реализовать метод (С), предназначенный для вычисления значения ρ по входным параметрам $U = (P, T)$. В основе метода (С) лежит двойная сплайн-интерполяция массива R_i . Этот метод предложен нами для пакета *Mathcad*, при этом использована встроенная *Mathcad*-функция *cspline*(x, z), которая осуществляет однопараметрическую сплайн-интерполяцию (x, z) -данных.

На втором этапе нами было произведено размещение программы *Code_csplain*(ρ, Y) на удаленном сервере (BS) в форме *OI*-ресурса. Методической основой указанного *OI*-ресурса, действующего на сервере BS, является алгоритм, именуемый как открытый интерактивный алгоритм (*OI*-алгоритм) [6, 7]. Нами разработана определенная технология и использован ряд инструментов для создания *OI*-алгоритма, именуемого как *Algor-OI-csplain*($\rho, Y, (http://klm), key(def)$), здесь «*Algor-OI*» – имя, указывающее на то, что данный алгоритм является открытым интерактивным; *csplain* – имя, которое указывает на связь алгоритма с программой *Code_csplain*(ρ, Y) и соответствующим методом расчета плотности; ρ – плотность; Y – граничные условия; $(http://klm)$ – «URL – адрес»; *key(def)* – ключ/пароль.

В данном *OI*-алгоритме можно выделить несколько компонентов:

а) часть (1), которая связана с формулами *MF*, предназначенными для вычисления плотности ρ по значениям $U = (p, T)$, и соответствующей программой *Code_csplain*(ρ, Y),

б) текстовую часть (2), содержащую справочную информацию о плотности ρ и веществе (массив (ρ, p, T) -данных, химическая формула вещества, заголовки, комментарии к формулам *MF* и методу расчета (С), а также другая информация),

в) часть (3), связанную с информатикой и Интернет-технологиями,

г) программу *Code-OI-csplain*(ρ, Y).

С помощью рассмотренного *OI*-алгоритма и технологии, в которой нами использованы пакеты *Mathcad*, «*Mathcad Calculation Server*» и «*Microsoft Expression Web 3*» [10, 11], был создан Интернет-ресурс, который именуется как *Res-OI-csplain*($\rho, U, (http://klm), key(def)$), здесь *Res-OI* – имя, показывающее, что данный ресурс является открытым интерактивным; *csplain* – имя, которое указывает на связь *OI*-ресурса с программой *Code-OI-csplain*(ρ, Y), $U = (P, T)$ – входные данные. *Mathcad*-поле *OI*-ресурса показано на рис. 1.

Ресурс *Res-OI-csplain*($\rho, U, (http://klm), key(def)$) предоставляет клиенту, который обратился к нему по адресу *http://klm*, ряд опций, включая:

а) «вычисление свойства ρ » при введении данных $U = (P, T)$,

б) «считывание текстовой информации», в том числе массива (ρ, p, t) -данных,

в) «копирование формулы *MF* или кода в целом».

Опция «вычисление свойства ρ » позволяет рассчитать значение ρ , если введены $U = (P, T)$. На рис. 1 видны параметры $U = (P = 24000 \text{ кПа}, T = 470 \text{ К})$, введенные клиентом, и значение $\rho = \text{den}(P, T) = 1276 \text{ кг/м}^3$.

Опция «копирование формулы *MF*...» была обеспечена благодаря использованию пакетов «*Mathcad Calculation Server*» и «*Microsoft Expression Web 3*» [10, 11]. С помощью этой опции и ключа *key(def)*

клиент может скопировать формулы MF или $Mathcad$ -поле (рис. 1); в итоге клиент помещает программу $Code_OI-csplain(\rho, Y)$ в индивидуальный код $Code_EU(Z, Y)$ и выполняет на PC необходимые расчеты с помощью функции $\rho = den(P, T)$. на. Опция «копирование формулы $MF...$ » отсутствует в известных базах данных, включая [1, 2], которые оперируют закрытыми программами (*exe-files*).

Ресурс $Res_OI-csplain(\rho, U, (http://klm), key(def))$ можно отнести к группе OI -ресурсов, которые именуются как «пользовательская функция» (*a client function*). Начиная с 2010 г., эти функции размещаются на «Форуме $Mathcad$ », <http://twi.mpei.ac.ru> и других веб-сайтах.

Рассмотренное ПО дает возможность клиенту, знакомому с $Mathcad$ в общих чертах, весьма легко заменить массив (ρ, p, T) -данных, входящих в скопированную программу $Code_OI-csplain(\rho, Y)$, на собственный массив, содержащий аналогичные данные и имеющий прямоугольную форму. Используя программу $Code_EU(Z, Y)$ с подключенной модифицированной программой $Code_OI-csplain(\rho, Y)$, пользователь может выполнять теплофизические расчеты применительно к ЭУ, при этом значения ρ вычисляются на PC .

Ресурс $Res_OI-csplain(\rho, U, (http://klm), key(def))$ можно отнести к группе OI -ресурсов, которые именуются как «пользовательская функция» (*a client function*). Начиная с 2010 г., эти функции размещаются не только на «Форуме $Mathcad$ », но и других веб-сайтах, связанных с теплофизическими расчетами.

Возвращаясь к вопросу (B), рассмотрим еще один вариант OI -ресурса. Он содержит программу $Code_OI-csplain(\rho, Y)$, обсуждавшуюся выше, и размещен на сервере BS под именем $Res_OI-csplain(\rho, U)$, (<http://twi.mpei.ac.ru/TTHB/Ro-p-t.xmcdz>), здесь (<http://twi.mpei.ac.ru/TTHB/Ro-p-t.xmcdz>) – «URL-адрес» ресурса. Второй вариант предоставляет пользователю ряд опций, в том числе опцию «вычисление свойства ρ », в следующей форме. Пользователь помещает URL – адрес в форме $Mathcad$ -оператора, именуемого как «ссылка» (<http://twi.mpei.ac.ru/TTHB/Ro-p-t.xmcdz>), в программу $Code_EU(Z, Y)$, чтобы рассчитать значение плотности $\rho(P, T)$ для $IL1$ в рамках задачи (A). На рис. 2 показаны экран PC и часть программы $Code_EU(Z, Y)$:

а) указанный URL -адрес или ссылка на OI -ресурс,

б) параметры $U = (P = 24000 \text{ кПа}, T = 470 \text{ К})$, введенные клиентом, и значение $\rho = den(P, T) = 1276 \text{ кг/м}^3$.

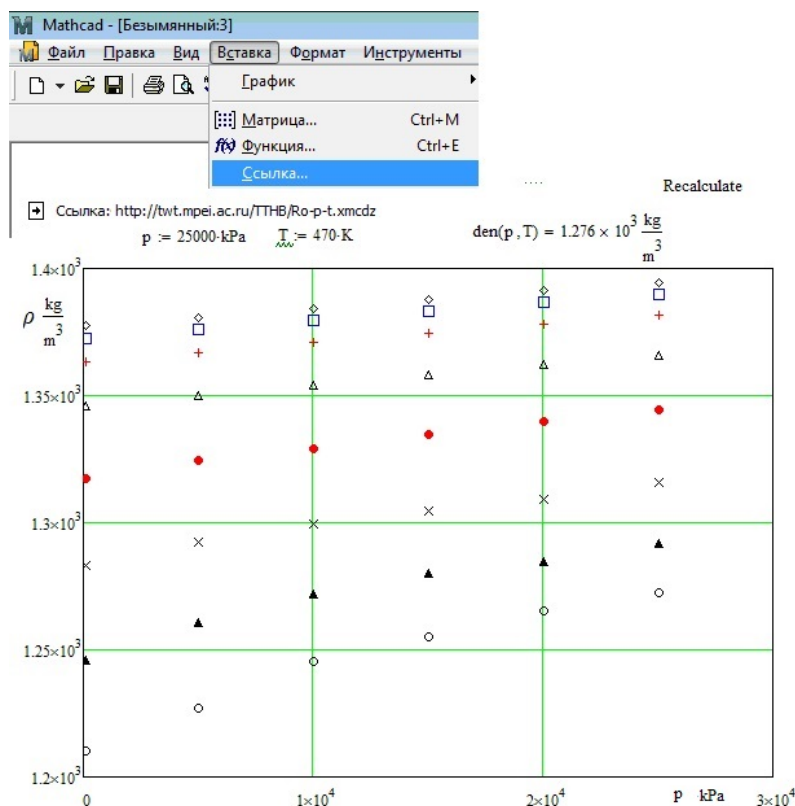


Рис. 2. Часть программы $Code_EU(Z, Y)$, содержащая ссылку и графическую зависимость ρ (кг/м^3) от P (кПа) и T (К) на изотермах для жидкости $IL1$

Отметим, что разработанная нами технология вычисления значения $\rho = den(P, T)$ предусматривает следующий набор действий:

- 1) пользователь обращается к ссылке, вводит параметры $U = (P, T)$,
- 2) значения $U = (P, T)$ передаются по Интернету в соответствии со ссылкой:
 - а) на сервер *BS* или «облачный» сервер,
 - б) на *OI*-ресурс,
- 3) *OI*-ресурс вычисляет значение ρ на основе «облачной» функции $\rho(p, t)$ и «возвращает» значение ρ по Интернету на *PC* пользователя.

Наряду с рассмотренной опцией данный *OI*-ресурс предоставляет клиенту дополнительные возможности. Во-первых, можно построить соответствующую поверхность по функции двух аргументов $\rho(P, T)$, используя 2D- и 3D-графики в среде *Mathcad*. На рис. 2 представлен 2D-график, построенный пользователем с помощью функции $\rho(P, T)$ при фиксированных значениях $T = (293.15; 298.15; 308.15; 328.15; 360; 400; 440; 480)$ К. О подобном варианте расчета плотности программисты говорят, что функция $\rho(p, t)$ становится «видимой» для пользователя. Подчеркнем, что график (рис. 2) поясняет распространенные термины «живые таблицы» по отношению к таблице, которая представляет собой массив $R_i = (\rho, p, T)$ и входит в *Code-OI-csplain*(ρ, Y).

Во-вторых, пользователь может с помощью ссылки и пароля *key(def)* получить доступ к данному *OI*-ресурсу, то есть в итоге на экране *PC* появляется *Mathcad*-поле, часть которого представлена на рис. 1. Используя опцию «копирование», пользователь переносит программу *Code-OI-csplain*(ρ, Y) в индивидуальный *Code_EU*(Z, Y). Это действие поясняет термин «открытый ресурс» по отношению к *Res-OI-csplain*(ρ, U , (<http://twi.mpei.ac.ru/TTHB/Ro-p-t.xmcdz>)).

В-третьих, пользователь может редактировать скопированную программу *Code-OI-csplain*(ρ, Y), то есть использовать *OI*-ресурс как «шаблон» (*a template*), который дает возможность, например:

- а) заменить исходный массив (ρ, p, T) -данных на сторонний массив R_i , содержащий аналогичные данные и имеющий прямоугольную форму,
- б) рассчитывать плотность ρ внутри программы *Code_EU*(Z, Y) на основе метода (C), опираясь на массив R_i и новые граничные условия.

Для построения функции $\rho(T)$, для которой имеется одномерный массив свойства R_i для некоторой жидкости *IL*, нами предложены шаблоны, в которых можно реализовать следующие опции:

- а) выбор полинома заданной степени,
- б) вычисление погрешности в виде среднего квадратичного отклонения,
- в) построение графика $\rho(T, \dots)$ и размещение трассера.

Пример текстового поля такого шаблона и вид аппроксимационного полинома дан на рис. 3.

Property: Specific Density at Constant Pressure, J/K/mol
 Compound: Name - 1-hexyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate
 Formula - C10H19BF4N2
 Sample No 1
 Source: Commercial source
 Initial Purity: Not stated
 Purification: Dried by heating in a vacuum
 Final Purity: .13 water mass%, 98 mass %
 Purity Analysis: Karl Fischer titration, Estimation by compiler
 Measurement Method: Small sample (50 mg) DSC

Specific Density at Constant Pressure as function of temperature (p = 1 atm):

T := K Select interpolation method: regress

n for regress := span for loess :=

Unit of heat capacity: Recalculate

$\rho(T) = 1144.03397$ $\Delta\rho(T) = 1.13281$ = "kg/m^3"

Formula (calculated by regress method):

$$\rho(T) = \sum_{i=0}^{\text{last}(k)} \left(k_i \cdot T^i \right) \quad k = (1.35 \times 10^3 \quad -0.687)$$

Рис. 3. *Mathcad*- и текстовое поля, которые содержат информацию о плотности жидкости C10H19BF4N2, включая *Mathcad*-операторы для вычисления плотности при $P = 1$ физ. атм.

Отметим, что *OI*-ресурсы (пользовательские функции, «облачные» функции, шаблоны) обладают определенными преимуществами перед *TF*-ресурсами и информацией, которая размещена в традиционных теплофизи-

ческих базах данных, относящихся к научным, образовательным и коммерческим организациям и имеющих разные формы (бумажные или электронные таблицы, графики, формулы или компьютерные программы). С учетом этого обстоятельства, а также упомянутого интереса к жидкостям *IL* нами разрабатывалось обеспечение ПО, которое ориентировано на жидкости *IL* и позволяет оператору решать важные прикладные задачи, в том числе

- анализировать теплофизическую информацию, размещенную в Интернете и литературных источниках,
- собирать и хранить в заданной форме указанную информацию,
- формировать первичные файлы, которые содержат текстовую информацию, численные данные о свойствах *R* и другие характеристики.

Демонстрационный вариант этого ПО имеет форму Интернет-ресурса под названием «*Interactive Reference Books & Online Calculations*» (*IRBOC*) и рассмотрен в [11].

В настоящее время это ПО ориентировано на жидкости *IL* и включает такие блоки, как:

1) система формирования первичных файлов (СПФ); эта система позволяет оператору работать с упомянутыми источниками информации, включая Интернет-сайты, и отбирать необходимые компоненты (тексты, численные данные о свойствах *R* и т.п.) в первичные файлы,

2) страница отображения (СО) компонентов и признаков ПО, в том числе текстовых полей, которые входят в СПФ; блок СО дает возможность оператору вызвать на экран *PC* информацию:

- о веществе,
- о численных данных по свойству *R* вещества, при этом используется опция «*Dataset*»,
- о наименовании публикации и др.,

3) система поиска теплофизической информации, входящей в СПФ; с помощью этой системы оператор выбирает необходимую информацию, используя ряд признаков:

- вещество,
- теплофизическое свойство *R*,
- литературный источник (журнал и т.д.),
- химическую формулу жидкости,
- другие признаки;

4) система онлайн-расчетов, ориентированных на теплофизические свойства *R*; эта система предоставляет возможность оператору:

- тестировать численные данные,
- построить график свойства, например, $R(T, P)$,
- вычислить свойство *R*, относящееся к заданному веществу, при различных входных параметрах состояния, например, при (T, P) -аргумента,

5) система генерации программных кодов; этот блок предоставляет оператору возможность строить аналитические функции, предназначенные для отражения свойства *R* как зависимость от параметров состояния; эта система использует методы расчета свойств *R*, рассмотренные в первой части статьи, и поддерживает ряд языков программирования (*Java*, *Mathcad* и др.).

The screenshot shows the IRBOC web application interface. At the top, there are navigation links: Data search, Help, Site info, and Backfeed. Below these is a search bar with the text "Search by: compounds :: property :: literature". The main section is titled "Search by compounds" and contains a form with "Compound name" and "Formula" fields. The "Formula" field contains "C12H19F6N3O4S2". Below the form is a "Search" button. Underneath the search bar, there is a link "Display all compounds" and a message "1 compounds found.".

The search results are displayed in a table with the following columns: "C12H19F6N3O4S2" and "1-hexyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethyl)sulfonylimide". The table lists various properties and their corresponding datasets, including:

- Enthalpy of transition or fusion
- Phase transition properties
- Specific density
- Volumetric properties
- 2008 Esperanca, J. M. S. S.; Guedes, H. J. R.; Lopes, J. N. C.; Rebelo, L. P. N. J. Chem. Eng. Data 53, 867-870
- Dataset #1 Info: Pressure-Density-Temperature (p-rho-T) Surface of [C6mim][NTf2]
- 2005 de Azevedo, R. G.; Esperanca, J. M. S. S.; Szydlowski, J.; Visak, Z. P.; Pires, P. F.; Guedes, H. J. R.; Rebelo, L. P. N. J. Chem. Thermodyn. 37, 888-899
- Dataset #1 Info: Thermophysical and thermodynamic properties of ionic liquids over an extended pressure range: [bmim][NTf2] and [hmim][NTf2]
- 2005 Kandil, M. E.; Marsh, K. N.; Goodwin, A. R. H. J. Chem. Eng. Data 52, 2382-2387
- Dataset #1 Info: Measurement of the Viscosity, Density, and Electrical Conductivity of 1-Hexyl-3-methylimidazolium Bis(trifluoromethyl)sulfonylimide at Temperatures between (288 and 433) K and Pressures below 50 MPa
- 2006 Lachwa, J.; Morgado, P.; Esperanca, J. M. S. S.; Guedes, H. J. R.; Lopes, J. N. C.; Rebelo, L. P. N. J. Chem. Eng. Data 51, 2215-2221
- Dataset #1 Info: Fluid-Phase Behavior of (1-Hexyl-3-methylimidazolium Bis(trifluoromethyl)sulfonyl) Imide, [C6mim][NTf2], + C2-C8 n-Alcohol Mixtures: Liquid-Liquid Equilibrium and Excess Volumes
- 2007 Widegren, J. A.; Magee, J. W. J. Chem. Eng. Data 52, 2331-2338
- Dataset #1 Info: Density, Viscosity, Speed of Sound, and Electrolytic Conductivity for the Ionic Liquid 1-Hexyl-3-methylimidazolium Bis(trifluoromethyl)sulfonylimide and Its Mixtures with Water
- 2010 Froba, A. P.; Rausch, M. H.; Krzeminski, K.; Assenbaum, D.; Wasserscheid, P.; Leipertz, A. Int. J. Thermophys. 31(11-12), 2059-2077
- Dataset #1 Info: Thermal Conductivity of Ionic Liquids: Measurement and Prediction
- 2005 Kato, R.; Gmehling, J. J. Chem. Thermodyn. 37, 603-619
- Dataset #1 Info: Systems with ionic liquids: Measurement of VLE and c1 data and prediction of their thermodynamic behavior using original UNIFAC, mod. UNIFAC(Do) and COSMO-RS(OI)
- 2006 Kumelan, J.; Kajnos, A. P.; S. Tuma, D.; Maurer, G. J. Chem. Thermodyn. 38(11), 1396-1401

Рис. 4. Страница отображения, содержащая ссылки применительно к веществу *IL*1 и свойству «плотность»

При формировании первичных файлов, во-первых, анализировались источники, которые содержат данные о теплофизических свойствах R примерно двухсот веществ IL , а также литературные публикации и Интернет-сайты, включая базу НИСТ [2]. Во-вторых, привлекалось ПО *IRBOC*. На рис. 4 представлен пример, на котором можно видеть страницу отображения, которая входит в *IRBOC*, относится к жидкости $IL1$ и содержит такие компоненты и признаки, как:

а) опция «*Data search*»,

б) признак «вещество» в виде формулы $C_{12}H_{19}F_6N_3O_4S_2$, которая относится к жидкости $IL1$,

в) признак свойства «*Specific density*».

Также видны:

а) ссылки, отобранные для плотности (дано 7 наименований источников, относящихся к семи первичным файлам, всего на рассматриваемой странице имеется 28 ссылок);

б) опция «*Dataset*»,

в) источник [12], который содержит значения R_i , включенные в массив (рис. 1).

В *IRBOC* имеются источники, содержащие как опытные данные о свойствах R , так и обобщающие зависимости, например, работа [13], описывающая уравнение состояния $IL1$.

Выводы. На основе анализа Интернет-ресурсов, содержащих информацию о теплофизических свойствах ионных жидкостей, сделан вывод об актуальности задачи, которая касается создания инструментов, ориентированных на вычисление теплофизических свойств R для ряда жидкостей IL и опирающихся на современные Интернет-технологии. Авторами разработан ряд открытых интерактивных Интернет-ресурсов (пользовательские функции, шаблоны и др.), которые содержат справочную информацию о теплофизических свойствах жидкостей IL .

Создано программное обеспечение *IRBOC*, которое ориентировано на жидкости IL и позволяет решать ряд задач, в том числе:

а) хранить информацию о теплофизических свойствах жидкостей IL ,

б) тестировать численные данные о свойствах R и формировать на их основе первичные файлы.

Обеспечение *IRBOC* размещено на сайте кафедры Технологии воды и топлива НИУ «МЭИ»: <http://www.ilthermo.irboc.com>. В нем отражены свойства R примерно двухсот жидкостей IL . Примеры созданных пользовательских функций имеются на этом же сайте, в том числе по URL-адресам:

а) <http://tw.t.mpei.ac.ru/TTHB/2/IL/index.html>,

б) <http://tw.t.mpei.ac.ru/MCS/Worksheets/IL/il-1-Khusnul.xmcd>.

Работа выполнена при поддержке РФФИ.

Библиография

1. Теплофизический сайт ОИВТ РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.thermophysics.ru.
2. Lemmon E.W., McLinden M.O., Friend D.G. Thermophysical properties of fluid systems // NIST Chemistry WebBook. NIST Standard Reference Database Number 69 / eds. P.J. Linstrom, W.G. Mallard. June 2005. National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg MD. 20899. <http://webbook.nist.gov>.
3. Levashov P.R., Khishchenko K.V., Lomonosov I.V., Fortov V.E. Database on shock-wave experiments and equations of state available via Internet // Shock Compression of Condensed Matter-2003 / Eds. M.D. Furnish, Y.M. Gupta, J.W. Forbes Melville. V. 706. New York: AIP, 2004. AIP Conf. Proc. 2004. P. 87–90 <http://teos.ficp.ac.ru/rusbank>.
4. Левашов П.Р., Ломоносов И.В., Хищенко К.В. Физика экстремальных состояний вещества Ч 2001 / под ред. В.Е. Фортова и др. Черноголовка: ИПХФ РАН, 2001. С. 127–129.
5. Levashov P.R., Khishchenko K.V., Lomonosov I.V. Analysis of typical shock-wave experiments and calculations of thermodynamic properties of substances via Internet // Zababakhin Scientific Talks-2005: International Conference on High Energy Density Physics. V. 849. New York: AIP Conf. Proc. 2006. P. 353–357.
6. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad_14/RusIndex.html.
7. Очков В.Ф. Физические и экономические величины в Mathcad и Maple. М.: Финансы и статистика, 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Units/Forword_book.htm.
8. Интернет-версия справочника «Теплоэнергетика и теплотехника. Инструментальные средства создания и развития» / под общ. ред. В.Ф. Очкова. М.: МЭИ, 2007. 160 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tw.t.mpei.ac.ru/TTHB/5>.
9. Очков В.Ф., Орлов К.А., Очков А.В., Знаменский В.Е., Волощук В.А., Чижмакова В.Ю. «Облачный» сервис по свойствам рабочих веществ холодильных установок // Вестник Международной академии холода. 2013. № 2. С. 23–28.

10. Очков В.Ф., Устюжанин Е.Е., Знаменский В.Е. Анализ Интернет-объектов, содержащих информацию о теплофизических свойствах рабочих тел // Труды Академэнерго. 2011. № 1. С. 110–123.
11. Очков В.Ф., Устюжанин Е.Е., Хуснуллин А.Ш., Ву Дж.Т. Теплофизические свойства ионных жидкостей: модели и численные данные в Интернете. Современная наука-2013 // Труды международной конференции «Современные проблемы теплофизики, гидро- и аэродинамики»: сборник научных статей. 7–10 окт. Алушта: ОАО «Практика – М», 2013. С. 34–30.
12. Esperanca J.M.S.S., Guedes H.J.R., Lopes J.N.C. et al. Pressure-density-temperature (p- ρ -T) surface of [C(6)mim][NTf₂] // Journal of chemical and engineering data. 2008. V. 53. Is. 3. P. 867–870.
13. Chirico R.D., Diky V., Magee J.W. et al. Thermodynamic and thermophysical properties of the reference ionic liquid: 1-hexyl-3-methylimidazolium bis[(trifluoromethyl) sulfonyl] amide (including mixtures). Part 2. Critical evaluation and recommended property values (iupac Technical Report) // Pure and applied chemistry. 2009. V. 81. № 5. P. 791–828.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 517.946

ЗАДАЧА ДИРИХЛЕ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ УРАВНЕНИЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА

Бжихатлов Х.Г., *Езаова А.Г.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*alena_ezaova@mail.ru

Рассматриваются несколько случаев, когда решение задачи Дирихле для некоторых эллиптических уравнений выражается через хорошо известные специальные функции. Это освобождает от изучения аналитических и структурных свойств найденных решений.

Ключевые слова: задача Дирихле, уравнения эллиптического типа, специальные функции, аналитические свойства решений, структурные свойства решений.

DIRICHLET PROBLEM FOR SOME ELLIPTIC EQUATIONS

Bzhihatlov H.G., Ezaova A.G.

Kabardino-Balkarian State University

We consider several cases where the solution of the Dirichlet problem for some elliptic equations expressed in terms of the well-known special functions. Is exempt from the study of analytical and structural properties of the solutions.

Keywords: Dirichlet problem, elliptic equations, special functions, analytical properties of the solutions, structural properties of the solutions.

Рассмотрим задачу Дирихле для частных случаев уравнения [1]:

$$\Delta u + \left[\frac{a(r) \sin^2 \theta + b(\theta) \sin^2 \theta + c(\varphi)}{r^2 \sin^2 \theta} \right] u = 0 \quad (1)$$

в сферической области, где

$$\Delta u = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial u}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}$$

оператор Лапласа (2).

Разделяя переменные в уравнении (1) дважды, получим:

$$R'' + \frac{2}{r} R' + \left[\frac{a(r) - \lambda}{r^2} \right] R = 0, \quad (2)$$

$$F'' + [\mu^2 + c(\varphi)] F = 0, \quad (3)$$

$$\sin \theta \frac{d}{d\theta} (\sin \theta \Theta') + [b(\theta) \sin^2 \theta + \lambda \sin^2 \theta - \mu^2] \Theta = 0. \quad (4)$$

Уравнение (4) с помощью замены $x = \cos \theta$ и $Z = \Theta(\theta)$ преобразуем к виду:

$$(1 - x^2) Z'' - 2x Z' + \left[\lambda + \bar{b}(x) - \frac{\mu^2}{1 - x^2} \right] Z = 0. \quad (5)$$

Рассмотрим теперь некоторые частные случаи уравнения (1). Если в (1) положить $a(r) = k^2 r^{2\kappa} + \frac{1}{4}$; $b(x) = -\frac{p}{1-x^2}$; $c(\varphi) = 0$, то уравнение (2), (3) и (5) соответственно примут вид [2]

$$R'' + \frac{2}{r} R' + \left(k^2 r^{2\kappa-2} + \frac{1}{4r^2} - \frac{\lambda}{r^2} \right) R = 0 \quad (6)$$

$$F'' + \mu^2 F = 0 \quad (7)$$

$$(1-x^2)Z'' - 2xZ' + \left(\lambda - \frac{\mu^2 + p}{1-x^2} \right) Z = 0. \quad (8)$$

Рассмотрим уравнение (7). Поскольку функция $F(\varphi)$ периодическая, то частные решения уравнения (7) запишутся в виде $F_1 = A_m \cos m\varphi$, $F_2 = B_m \sin m\varphi$, где m – целое неотрицательное число.

Если в уравнение (8) положить $\lambda = \nu(\nu+1)$, то одним из его решений будет присоединенная функция Лежандра 1-го рода: $P_\nu^{\sqrt{m^2+p}}(\cos\theta)$.

Рассмотрим уравнение (6), полагая в нем $\lambda = \nu^2 k^2$. Число k^2 подбираем таким образом, чтобы $\nu(\nu+1) = \nu^2 k^2$. В результате уравнение (6) примет вид:

$$R'' + \frac{2}{r} R' + \left(k^2 r^{2\kappa-2} - \frac{4\nu^2 k^2 - 1}{4r^2} \right) R = 0. \quad (9)$$

Если в (9) сделать замену $R = \frac{1}{\sqrt{rk}} R(r^\kappa)$ и положить $r^\kappa = t$, то получим уравнение Бесселя:

$$R''(t) + \frac{1}{t} R'(t) + \left(1 - \frac{\nu^2}{t^2} \right) R(t) = 0. \quad (10)$$

Ограниченным решением уравнения (9) является функция Бесселя 1-го рода $R = \frac{1}{\sqrt{rk}} J_\nu(r^\kappa)$.

Поставим следующую краевую задачу:

Найти ограниченное решение уравнения:

$$\Delta U + \left[\frac{\left(k^2 r^{2\kappa} + \frac{1}{4} \right) \sin^2 \theta - p}{r^2 \sin^2 \theta} \right] u = 0 \quad (11)$$

внутри сферы радиуса R , удовлетворяющее на поверхности сферы условию $u(r, \theta, \varphi)_{r=R} = \psi(\theta) \cos m\varphi$, где $\psi(\theta) \in L_{[-1,1]}^2$. В силу предыдущих результатов окончательное решение задачи запишется в виде:

$$U = \cos m\varphi \sqrt{\frac{R}{r}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{c_n}{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(R^\kappa)} J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(r^\kappa) P_n^{\sqrt{m^2+p}} \cos \theta. \quad (12)$$

Полученный результат можно обобщить на случай, когда ограниченное условие дается в виде $U_{r=R} = (A_m \cos m\varphi + B_m \sin m\varphi) \psi(\theta)$.

В этом случае искомое решение запишется следующим образом:

$$U = (A_m \cos m\varphi + B_m \sin m\varphi) \sqrt{\frac{R}{r}} \sum_{n=0}^{\infty} c_n \frac{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(r^\kappa)}{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(R^\kappa)} P_n^{\sqrt{m^2+p}}(\cos \theta), \quad (13)$$

где $C_n = \frac{2n+1}{2} \cdot \frac{\int_{-1}^1 \psi(\theta) P_n^{\sqrt{m^2+p}}(x) dx}{\int_{-1}^1 \left| P_n^{\sqrt{m^2+p}}(x) \right|^2 dx}$.

Рассмотрим случай, когда $a(r) = k^2 r^{2\kappa} + \frac{1}{4}$; $b(\theta) = -\frac{p}{\sin^2 \theta}$; $c(\varphi) = 16g \cos 2\varphi$. В этом случае уравнение (7) будет являться уравнением Хилла:

$$F'' + (\mu^2 + 16g \cos 2\varphi)F = 0. \quad (14)$$

Если в уравнении (14) положить $\mu^2 = a_0$, где a_0 – некоторое постоянное, то уравнение (14) обращается в известное уравнение Маттье:

$$F'' + (a_0 + 16g \cos 2\varphi)F = 0. \quad (15)$$

Его общее решение запишется в виде $F = c_1 e^{\mu_0 \varphi} \gamma_1(\varphi) + c_2 e^{-\mu_0 \varphi} \eta(-\varphi)$, где c_1 и c_2 – произвольные постоянные, а μ_0 – определенная функция от a_0 и g .

В этом случае граничное условие выберем следующим образом:

$$U(r, \theta, \varphi)_{r=R} = \psi(\theta) + c_1 e^{\mu_0 \varphi} \eta(\varphi) + c_2 e^{-\mu_0 \varphi} \eta(-\varphi).$$

В таком случае окончательно искомое решение запишется в виде:

$$U = \left| c_1 e^{\mu_0 \varphi} \eta(\varphi) + c_2 e^{-\mu_0 \varphi} \eta(-\varphi) \right| \sqrt{\frac{R}{r}} \sum_{n=0}^{\infty} c_n \frac{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(r^\kappa)}{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(R^\kappa)} P_n^{\sqrt{m^2+p}}(\cos \theta). \quad (16)$$

Теперь допустим, что $a(r) = k^2 r^{2\kappa} + \frac{1}{4}$; $b(\theta) = -\frac{p}{\sin^2 \theta}$; $c(\varphi) \neq 0$. В этом случае (7) примет вид

$$F'' + [m^2 + c(\varphi)]F = 0. \quad (17)$$

Допустим, что решением уравнения (17) является функция $F_m(\varphi)$. Граничное условие выберем таким образом: $U = (r, \theta, \varphi)_{r=R} = \psi(\varphi) F_m(\varphi)$. В результате, искомое решение запишется следующим образом:

$$U = F_m(\varphi) \sqrt{\frac{R}{r}} \sum_{n=0}^{\infty} c_n \frac{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(r^\kappa)}{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{\kappa}}(R^\kappa)} P_n^{\sqrt{m^2+p}}(\cos \theta). \quad (18)$$

Если в (1) положить $a(r) = k^2 r^{2\kappa} + \frac{1}{4}$; $B(\theta) = 0$; $c(\varphi) = 0$, то оно примет вид:

$$\Delta U + \left[k^2 r^{2\kappa-2} + \frac{1}{4} \right] U = 0. \quad (19)$$

Осуществив в нем дважды разделение переменных, придем к уравнениям:

$$R'' + \frac{2}{r} R' + \left(k^2 r^{2\kappa-2} + \frac{1}{4r^2} - \frac{\lambda}{r^2} \right) R = 0; \quad (20)$$

$$(1-x^2)Z'' - 2xZ' + \left(\lambda - \frac{\mu^2}{1-x^2} \right) Z = 0; \quad (21)$$

$$F'' + \mu^2 F = 0; \quad F(\varphi + 2\pi) = F(\varphi). \quad (22)$$

Граничное условие возьмем в виде $u(r, \theta, \varphi)_{r=R} = f(\theta, \varphi)$, где $f(\theta, \varphi)$ допускает разложение в равномерно сходящийся ряд по сферическим функциям.

Общее решение уравнения (19) запишется в виде:

$$U = \frac{1}{\sqrt{kr}} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{k}}(r^{\kappa}) P_n^m(\cos \theta) (A_{n,m} \cos m\varphi + B_{n,m} \sin m\varphi). \quad (23)$$

Используя граничные условия, находим:

$$A_{n,m} = \frac{a_{n,m} \sqrt{Rk}}{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{k}}(R^{\kappa})}, \quad B_{n,m} = \frac{b_{n,m} \sqrt{Rk}}{J_{\frac{\sqrt{n(n+1)}}{k}}(R^{\kappa})},$$

где $a_{n,m}$ и $b_{n,m}$ определяются формулами:

$$a_{n,m} = \frac{2n+1}{2\pi} \cdot \frac{(n-m)!}{(n+m)!} \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{\pi} f(\theta, \varphi) P_n^m(\cos \theta) \cos m\varphi \sin \theta d\theta d\varphi,$$

$$b_{n,m} = \frac{2n+1}{2\pi} \cdot \frac{(n-m)!}{(n+m)!} \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{\pi} f(\theta, \varphi) P_n^m(\cos \theta) \sin m\varphi \sin \theta d\theta d\varphi.$$

Если в уравнении (1) положить $a(r) = k^2 r^{2\kappa} + \frac{1}{4}$; $b(\theta) = \frac{a}{1-\cos \theta} + \frac{c}{1+\cos \theta}$; $c(\varphi) = 0$, то получим:

$$\Delta U + \left[k^2 r^{2\kappa-2} + \frac{a(1+\cos \theta) + c(1-\cos \theta)}{r^2 \sin^2 \theta} \right] U = 0. \quad (24)$$

В результате разделения переменных и элементарных упрощений придем к уравнениям (6) и (7), а уравнение (8) примет вид:

$$(1-x^2)z'' + 2xz' + \left[v(v+1) - \frac{m^2}{2(1-x)} - \frac{n^2}{2(1+x)} \right] z = 0. \quad (25)$$

Ограниченным решением этого уравнения является обобщенная присоединенная функция Лежандра 1-го рода $P_v^{m,n}$, определяемая формулой:

$$P_v^{m,n}(x) = (x-1)^{\frac{m}{2}} D^{\frac{m+n}{2}+v} (1+x)^{\frac{m-n}{2}+v} (1-x)^{\frac{m+n}{2}+v}.$$

В результате общее решение запишется в виде

$$U = \frac{A_p \cos p\varphi + B_p \sin p\varphi}{\sqrt{rk}} \cdot \sum_{v=0}^{\infty} D_v J_{\frac{\sqrt{v(v+1)}}{k}}(r^{\kappa}) P_v^{m,n}(\cos \theta). \quad (26)$$

Учитывая граничное условие $u_{r=R} = \psi(\theta)(A_p \cos p\varphi + B_n \sin p\varphi)$ и ортогональность функции $P_v^{m,n}(x)$, норма которых выражается формулой:

$$\delta_{r,r}^{m,n} = (-1)^{\frac{m-n}{2}} \cdot \frac{2}{2r+1} \frac{\left(r + \frac{m+n}{2}\right) \left(r - \frac{m-n}{2}\right) \left(r + \frac{m-n}{2}\right)!}{(r!)^2 \left(r + \frac{m+n}{2}\right)!},$$

найдем $D_v = \frac{c_v \sqrt{RK}}{J_{\frac{\sqrt{v(v+1)}}{k}}(R^k)}$, где $c_v = \frac{1}{\delta_{r,r}^{m,n}} \int_{-1}^1 \psi(\varphi) P_v^{m,n}(x) dx$.

Подставляя найденное значение D_v в (26), получим искомое решение уравнения (24):

$$U = A_\rho \cos \rho\varphi + B_\rho \sin \rho\varphi \sqrt{\frac{R}{r}} \sum_{v=0}^{\infty} c_v \frac{J_{\frac{\sqrt{v(v+1)}}{v}}(r^k)}{J_{\frac{\sqrt{v(v+1)}}{v}}(R^k)} P_v^{m,n}(\cos \theta).$$

Библиография

1. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. М., 1953. 379 с.
2. Векуа И.Н. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.–Л., 1048. 296 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭНДОКРИННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ

*Шогенова З.А., Кулиев Р.С.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*shogenova.88@mail.ru

В статье освещаются вопросы по разработке математических моделей заболевания щитовидной железы в Северо-Кавказском округе. В рамках исследования также намечено создание консультационно-диагностической автоматизированной системы для прогноза развития эпидемиологической ситуации в регионе.

Ключевые слова: математическая модель, эндокринные заболевания, популяционные модели.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF ENDOCRINE DISEASES IN THE NORTH-CAUCASUS

Shogenova Z.A., Kuliev R.S.

Kabardino-Balkarian State University

The article highlights the issues on the development of mathematical models of thyroid disease in the North-Caucasian District. The study also planned to create consulting and diagnostic automated system for forecasting the development of the epidemiological situation in the region.

Keywords: mathematical model, endocrine diseases, population models.

Эндокринные заболевания на современном этапе развития человечества продолжают оставаться серьезной угрозой, с которой людям приходится считаться при осуществлении своей деятельности в различных областях. Особую роль эта болезнь приобретает в условиях чрезвычайных ситуаций, когда нарушена сложившаяся система жизнеобеспечения населения.

Как известно, Северный Кавказ, в том числе и Кабардино-Балкарская Республика, является зоной распространения эндемичных заболеваний щитовидной железы. Развитие данного типа болезни вызвано природными особенностями региона. Можно сказать, что заболевание щитовидной железы носит эпидемиологический характер.

В отличие от других инъекционных болезней, эпидемия болезни щитовидной железы будет зависеть только от внутренних свойств популяции, а не от контактов между заболевшими и здоровыми. Знание динамики риска заболеваний позволит своевременно осуществлять комплекс мероприятий по защите населения, в том числе профилактического и лечебного характера.

Математическое моделирование динамики риска эндокринных заболеваний направлено на решение ряда задач, таких как создание комплексных математических моделей развития болезни. В ходе дополнительных исследований также намечено создание консультационно-диагностической автоматизированной системы для прогноза развития эпидемиологической ситуации.

Целью данной работы является разработка математической модели динамики риска эндокринных заболеваний, и наиболее подходящей является гипотеза о том, что продолжительность заболевания до того или иного исхода является случайной величиной.

Для выбора методик лечения и прогноза используется соответствующий аппарат теории вероятности. В качестве исходных данных служит собранный статистический материал, в котором отражен процесс рождаемости и смертности населения республики во всех возрастных группах.

Постановка задачи

В рамках выполнения данной работы рассматриваются два вида популяций мужчин и женщин. Вероятность заболевания щитовидной железы зависит от таких факторов как: пол, возраст, рождаемость, смертность, латентная форма заболевания (скрытая) и т.д.

Детализация возрастной структуры популяций приводит к классу моделей, впервые предложенных Лесли (1945, 1948 гг.), и применяемых в той или иной модификации практически во всех имитационных моделях реальных популяций.

Статистические данные для математического моделирования представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Возрастные коэффициенты рождаемости

Годы	Родившиеся в среднем за год на 1000 женщин в возрасте, лет								Суммарный коэффициент рождаемости ⁴⁾
	молоче 20 ²⁾	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	15–49 ³⁾	
1958–1959	28,4	157,9	156,4	101,9	57,7	19,9	3,0	82,9	2,626
1961–1962	27,2	156,7	142,8	91,8	47,3	15,7	1,7	78,4	2,417
1970–1971	29,7	152,6	109,5	68,0	32,5	8,3	0,8	54,4	2,007
1980–1981	43,6	157,6	102,0	52,0	18,8	4,6	0,4	60,1	1,895
1990	55,0	156,5	93,1	48,2	19,4	4,2	0,1	55,2	1,892
1995	44,8	112,7	66,5	29,5	10,6	2,2	0,1	35,9	1,337
2000	27,4	93,6	67,3	35,2	11,8	2,4	0,1	32,1	1,195
2001	27,3	93,1	70,2	38,0	12,9	2,4	0,1	33,1	1,223
2002	27,4	95,7	75,1	41,7	14,7	2,6	0,1	35,2	1,286
2003	27,6	95,1	78,3	44,1	16,0	2,7	0,1	36,5	1,319
2004	28,2	93,4	80,2	45,9	17,6	2,9	0,1	37,7	1,340
2005	27,5	86,8	77,9	45,5	17,8	3,0	0,2	36,8	1,287
2006	28,6	85,8	78,2	46,8	18,7	3,1	0,1	37,7	1,296
2007	29,1	87,5	86,3	54,5	22,8	3,8	0,2	41,4	1,406
2008	30,5	89,8	91,0	60,4	25,9	4,6	0,2	44,6	1,494

Таблица 2

Возрастные коэффициенты смертности

	1970–1971	1980–1981	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Всего умерших мужчин	9,4	11,9	11,6	16,9	17,3	17,8	18,6	18,9	18,6	18,8	17,4	16,7	16,6
из них в возрасте, лет:													
0–4	6,5	6,5	4,4	4,6	4,4	4,4	4,1	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,6
5–9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
10–14	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
15–19	1,6	1,8	1,6	2,4	2,1	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
20–24	2,7	3,2	2,6	4,4	4,9	4,4	4,0	3,9	3,9	3,8	3,4	3,2	2,9
25–29	4,0	4,3	3,3	5,6	6,0	5,8	5,7	5,9	6,1	6,5	6,2	5,7	5,1
30–34	5,0	5,4	4,3	7,4	7,0	7,1	7,3	7,5	7,8	8,2	7,8	7,4	7,3
35–39	6,6	7,9	5,6	10,1	9,1	9,4	9,9	10,2	10,2	10,3	9,1	8,5	8,2
40–44	8,2	9,8	7,7	14,3	12,7	13,1	13,9	14,4	14,2	14,3	12,4	11,4	11,0
45–49	10,9	13,7	11,7	19,5	17,9	18,7	19,6	20,1	19,5	19,4	16,7	15,3	14,8
50–54	15,1	17,9	16,1	27,5	24,4	25,7	26,9	27,9	26,8	26,9	23,6	21,3	20,9
55–59	21,0	24,7	23,5	34,3	33,4	33,9	34,7	35,0	34,4	34,4	31,0	28,6	28,9
60–64	31,2	35,5	34,2	46,4	44,5	46,4	49,4	49,7	47,5	46,9	41,7	39,1	38,8
65–69	46,5	48,8	46,6	60,6	59,5	59,9	61,2	60,6	59,2	58,8	55,1	53,6	54,0
70 и более	102,6	100,9	103,7	112,7	104,0	103,1	106,3	107,5	104,8	105,6	101,5	98,6	97,9
Всего умерших женщин	8,1	10,2	10,8	13,3	13,5	13,6	14,1	14,1	13,7	13,8	13,3	12,9	12,9
из них в возрасте, лет:													
0–4	4,9	4,9	3,3	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1
5–9	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
10–14	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
15–19	0,6	0,6	0,6	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6
20–24	0,8	0,8	0,7	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
25–29	1,0	1,0	0,8	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4
30–34	1,3	1,3	1,1	1,8	1,7	1,8	1,9	2,1	2,1	2,2	2,0	2,0	2,0
35–39	1,9	2,1	1,5	2,5	2,3	2,4	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,6	2,5
40–44	2,6	2,8	2,4	3,9	3,4	3,5	3,8	4,0	3,9	4,0	3,6	3,3	3,3
45–49	3,9	4,4	3,8	5,8	5,1	5,3	5,5	5,7	5,6	5,6	5,0	4,6	4,5
50–54	5,9	6,2	5,4	8,5	7,6	8,0	8,3	8,6	8,2	8,1	7,2	6,6	6,5
55–59	8,1	9,3	8,6	11,5	11,4	11,6	12,0	12,1	11,9	11,8	10,8	9,9	10,0
60–64	13,0	14,4	13,5	17,2	15,8	16,4	17,0	17,3	16,8	16,5	15,1	13,7	13,5
65–69	21,3	22,1	22,0	26,0	25,6	25,5	25,8	25,0	24,1	23,8	22,3	21,5	21,4
70 и более	71,5	70,2	77,9	85,6	79,9	78,6	80,5	80,9	78,3	78,8	76,9	73,8	72,5

Математическое моделирование

Пусть ресурсы питания не ограничены. Размножение происходит в определенные моменты времени: $t_1, t_2, \dots, t_n$. Пусть популяция содержит n возрастных групп. Тогда в каждый фиксированный момент времени (например t_0), популяцию можно охарактеризовать вектор-столбцом [1]:

$$X(t_0) = \begin{pmatrix} x_1(t_0) \\ x_2(t_0) \\ \vdots \\ x_n(t_0) \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Вектор $X(t_1)$, характеризующий популяцию в следующий момент времени, например, через год, связан с вектором $X(t_0)$ через матрицу перехода L :

$$X(t_1) = LX(t_0). \quad (2)$$

Установим вид этой матрицы. Из всех возрастных групп выделим те, которые производят потомство. Пусть их номера будут $k, k+1, \dots, k+p$.

Предположим, что за единичный промежуток времени особи i -й группы переходят в группу $i+1$, от групп $k, k+1, k+p$ появляется потомство, а часть особей от каждой группы погибает. Потомство, которое появилось за единицу времени от всех групп, поступает в группу 1 [1].

$$x_1(t_1) = \sum_{i=k}^{k+p} a_i x_i(t_0) = a_k x_k(t_0) + a_{k+1} x_{k+1}(t_0) + \dots + a_{k+p} x_{k+p}(t_0). \quad (3)$$

Вторая компонента получается с учетом двух процессов. Первый – переход особей, находившихся в момент t_0 в первой группе, во вторую. Вторым процесс – возможная гибель части из этой особей. Поэтому вторая компонента $x_2(t_1)$ равна не всей численности $x_1(t_0)$, а только некоторой ее части: $\beta_1 x_1(t_0), 0 < \beta_1 < 1$.

Аналогично получается третья компонента: $\beta_2 x_2(t_0)$, и все остальные. Предположим, что все особи, находившиеся в момент t_0 в последней возрастной группе к моменту t_1 , погибнут. Поэтому последняя компонента вектора $X(t_1)$ составляется лишь из тех особей, которые перешли из предыдущей возрастной группы $x_n(t_1) = \beta_{n-1} x_{n-1}(t_0), 0 < \beta_{n-1} < 1$.

В момент времени t_1 популяция имеет возрастную структуру, которая описывается вектором [1]:

$$X(t_1) = \begin{pmatrix} x_1(t_1) \\ x_2(t_1) \\ \vdots \\ x_n(t_1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=k}^{k+p} a_i x_i(t_0) \\ \beta_1 x_1(t_0) \\ \vdots \\ \beta_{n-1} x_{n-1}(t_0) \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Вектор $X(t_1)$ получается умножением вектора $X(t_0)$ на матрицу:

$$L = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & a_k & a_{k+1} & a_{k+p} & 0 & 0 \\ \beta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{n-1} & 0 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

По диагонали матрицы стоят нули, под диагональными элементами – коэффициенты выживания. На первой строке стоят члены, характеризующие число особей, родившихся от соответствующих групп. Все остальные элементы матрицы равны нулю. Это и есть знаменитая матрица Лесли.

Зная структуру матрицы L и начальное состояние популяции (вектор-столбец $X(t_0)$), можно прогнозировать состояние популяции в любой наперед заданный момент времени [1].

$$\begin{aligned}X(t_1) &= LX(t_0); \\X(t_2) &= LX(t_1) = LLX(t_0) = L^2 X(t_0); \\X(t_k) &= LX(t_{k-1}) = L^k X(t_0).\end{aligned}\tag{6}$$

Главное собственное число матрицы L дает скорость, с которой размножается популяция, когда ее возрастная структура стабилизировалась.

Заключение. Ранее математические модели популяционного типа создавались в ИВМ РАН профессором А.А. Романюхой. Данные модели рассматривали заболеваемость туберкулезом в некоторых регионах центральной России.

Структура населения, уровень жизни и природные условия на Северном Кавказе значительно отличаются от центральных областей России. Тем не менее, каждая группа заболеваний требует отдельной тщательной проработки.

Разработка математической модели популяционного типа и анализ клинических материалов для определения коэффициентов модели для заболеваний щитовидной железы позволит с большей вероятностью определить прогноз развития эпидемиологической ситуации не только в КБР, но и в СКФО в целом.

Библиография

1. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. М.–Ижевск: РХД, 2011. 560 с.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 348.21

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ТЫРНЫАУЗСКОГО ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА. ЧАСТЬ 1

Богатиков О.А.¹, Гурбанов А.Г.¹, Карамурзов Б.С.², Винокуров С.Ф.¹, Шевченко А.В.²,
Газеев В.М.¹, Лексин А.Б.¹, Докучаев А.Я.¹, Долов С.М.², Дударов З.И.², Боготов Н.Х.²,
Хатуев З.А.², Цуканова Л.Е.³, Лолаев А.Б.⁴, Оганесян А.Х.⁴, Дзебоев С.О.⁴

¹*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии Российской Академии наук*

²*Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова*

³*НИИ Физики Южного федерального университета*

⁴*ООО «ГЕОИНЖЕНИРИНГ», ВНЦ РАН и Правительства Республики Северная Осетия-Алания*

*dol-sp@yandex.ru

Статья посвящена решению важной экологической проблемы – полной утилизации промышленных отходов деятельности горно-обогатительных комбинатов, являющихся мощными и постоянными источниками загрязнения прилегающих территорий тяжелыми и канцерогенными металлами. Приведены данные о негативном воздействии хвостохранилищ Тырныаузского вольфрам-молибденового комбината (ТВМК) на экосистему и гидросферу. Дана оценка негативного воздействия промышленных отходов на почвы сельхозугодий и естественных пастбищ, прилегающих к хвостохранилищам.

Ключевые слова: Тырныаузский вольфрам-молибденовый комбинат (ТВМК), хвостохранилища, захороненные промышленные отходы, экономически значимые и экологически опасные элементы, загрязнение окружающей среды, полная утилизация отходов.

ENVIRONMENTAL, TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE COMPLEX PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTE TYRNYAUZ TUNGSTEN-MOLYBDENUM PLANT. PART 1

Bogatikov O.A.¹, Gurbanov A.G.¹, Karamurзов B.S.², Vinokourov S.F.¹, Shevchenko A.V.²,
Gazeev V.M.¹, Lexin A.B.¹, Dokuchaev A.Ya.¹, Dolov S.M.², Dudarov Z.I.², Bogotov N.H.²,
Khatuev Z.A.², Tsukanova L.E.³, Lolaev A.B.⁴, Oganessian A.K.⁴, Dzeboev S.O.⁴

¹*Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography,
Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences*

²*Kabardino-Balkarian State University*

³*NII Physics, Southern Federal University*

⁴*Ltd «Geoinženjering» VSC RAS and the Government of North Ossetia-Alania*

The article is devoted to solving major environmental problems – complete disposal of industrial waste activities of mining and processing enterprises, is a powerful and permanent sources of contamination of adjacent territories and carcinogenic heavy metals. The data on the negative impact of tailings Tyrnyauz tungsten-molybdenum plant (TTMP) on the ecosystem and hydrosphere has been presented. The adverse effects of industrial waste on the soil of farmland and rangeland adjacent to the tailings has been assessed.

Keywords: Tyrnyauz Tungsten-Molybdenum Combine (TTMP), tailings, disposal of industrial waste, economically important and environmentally dangerous elements, environmental pollution, full utilization of waste.

Введение. По данным геологической службы Тырныауского вольфрамowo-молибденового комбината (ТВМК), в настоящее время в двух хвостохранилищах находится 106 млн м³ промышленных отходов (соответственно 80 в новом № 1 и 26 млн м³ в старом № 2), которые были сформированы в процессе 50 летней работы ТВМК. При этом промышленные отходы составляют 99,5 % от массы технологической пульпы, а содержание в них основных рудных компонентов существенно различается (по различным данным), но в среднем составляет 0,03 % для WO₃ и 0,01 % для Mo. Кроме того, в этих отходах установлены аномальные концентрации многих редких и рассеянных элементов, которые можно разделить на полезные, представляющие экономический интерес при возможном их извлечении, и вредные или экологически опасные, требующие их удаления из основной массы отходов и специального захоронения. Следовательно, накопленная масса промышленных отходов являются огромным источником загрязнения окружающей среды [1–3], представляющим экологический аспект проблемы. Поэтому актуальной задачей для обеспечения экологической безопасности в Приэльбрусье является создание технологии комплексной переработки промышленных отходов, позволяющей выделять рудные элементы (W, Mo и, возможно, другие) и удалять вредные компоненты, с очисткой основной массы отходов до ПДК. Это даст возможность дальнейшего использования основной массы отходов в качестве сырья для производства экологически чистых строительных материалов, что является технологико-экономическим аспектом этой проблемы.

Экологический аспект проблемы

Огромная масса промышленных отходов, накопленная в хвостохранилищах ТВМК, представляет крупномасштабный источник загрязнения окружающей среды (гидросферы, литосферы и биосферы), осуществляющегося путем водного и воздушного разноса различных микрокомпонентов на значительные расстояния [1, 2]. В результате проведенных ранее исследований [3, 4] установлено, что загрязнение воды и почв негативно сказывается на живых организмах, в том числе и на человеке [5]. Известно, что загрязненная среда обитания оказывает как токсическое (легко определяемое), так и генетическое влияние на живые организмы которое выявить весьма сложно (его последствия обычно проявляются через длительный промежуток времени).

Среди поллютантов важная роль принадлежит тяжелым металлам (ТМ), что обусловлено их широким применением и многочисленными путями поступления в окружающую среду и в организм человека. Особую проблему создает малая подвижность ТМ в биогеоценозах, обусловленная их плохой растворимостью. ТМ, попавшие в окружающую среду, формируют стойкие соединения, которые практически не выводятся из биогеоценозов и постепенно накапливаются в природных объектах, и со временем могут достигать опасных концентраций даже при незначительных уровнях их поступления.

Проблема загрязнения окружающей среды ТМ в мире и в России является универсальной. В Кабардино-Балкарской Республике основным источником локального поступления ТМ в окружающую среду является Тырныаузский вольфрамowo-молибденовый комбинат (ТВМК), а именно – его отвалы, шахтные воды, хвостохранилища, а также водотоки, дренирующие базальные горизонты нижней юры и вытекающие из позднеюрских-меловых известняков.

Выявление основных источников загрязнения гидросферы. Анализы проб воды, отобранных в 2008 и 2010 гг. из защитных озер суперхранилища № 1 и из ряда водотоков, выполнялись методом ICP-MS в ИГЕМ РАН [1]. Значительная часть ТМ из разных горизонтов хвостохранилищ, особенно их новообразованные подвижные формы, могут проникать в подземную гидросферу, образуя обширные гидрохимические ореолы разнообразных токсичных веществ и загрязняя водоносные горизонты, часто используемые для водоснабжения. Кроме того, было установлено, что тонкодисперсный материал с поверхности хвостохранилищ переносится постоянно дующими вдоль долины р. Баксан ветрами на сельхозугодья и пастбища прилегающих территорий, а затем сносятся временными поверхностными водотоками, появляющимися после сильных дождей и интенсивного таяния снега, в р. Баксан, загрязняя ее воды, использующиеся для полива сельхозугодий [1, 6].

Для оценки степени загрязнения вод защитных озер и р. Баксан использовались фоновые пробы (ФП) относительно чистой воды из р. Гижгит перед ее впадением в большое защитное озеро суперхранилища № 1 и из верховья р. Баксан (перед обсерваторией «Нейтрино»). Анализ этих проб выполнялся методом ICP-MS в ИГЕМ РАН [1].

Вода в большом, частично проточном озере (за счет сброса излишков воды по деривационному тоннелю) обогащена (в разы) [1] по сравнению с «ФП»: Mn, Cu и Cd – в 3, Mo и W – в 5. Вода, вытекающая из деривационного тоннеля, загрязнена (в разы): Cu – в 2,5, Cd – в 3, W – в 5, Mo – в 10. Вода в малом, не проточном с 2005 г. озере загрязнена (в разы) следующими элементами: U – в 2, Cu – в 3, Sc – в 6, Cd – в 9, Sb – в 27, Cs – в 40, Mn – в 48, Mo – в 1000, W – в 4000 раз. Вода в пока маленьком ручье, вытекающем из основания насыпной дамбы и дренирующем 160-метровую толщу промышленных отходов суперхранилища 1, резко обогащена (в разы) рядом элементов: Ni, Cu, Rb – в 3, Sb – в 4, Sc – в 6, Si – в 7, Mn – в 21, Cd – в 43, W – в 21500, Mo – в 48000.

В результате при выходе на предгорную равнину р. Баксан (в 1.5 км южнее г. Баксан) в воде были определены [2] повышенные (в разы), по сравнению с «ФП», концентрации: Cd, U – в 1.5, Na, Mg, Si, Ca, Sb – в 2, Mn, Co и Rb – в 2.5, Sr – в 3, K – в 4, Cu – в 4.5, Sc – в 6, Mo – в 14, W – в 41.5 раза. Следовательно, установлено негативное воздействие захороненных промышленных отходов ТВМК на воду р. Баксан и существование новообразованных подвижных (коллоидных) минеральных форм или соединений Mo, Cd, Sc, Sr, Rb, U, Sb, W, легко растворимых в воде.

Для оценки динамики и степени загрязнения вод р. Баксан не только отходами ТВМК, но и водотоками, протекающими через отвалы карьеров ТВМК и вытекающими из верхнеюрских-меловых известняков, в 2014 г. были целенаправленно отобраны пробы воды из: защитных озер суперхранилища № 1 (№ 44-47/14); трех новых ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы (№ 42-43/14, 48/14); деривационного тоннеля (№ 49/14); ручья Большой Мукулан (№ 50/14) протекающего через отвалы карьеров ТВМК; левого притока р. Баксан (в 1.3 км южнее пос. Жанхотеко), вытекающего из верхнеюрских-меловых известняков (№ 41/14), и из р. Баксан при ее выходе на предгорную равнину (№ 40/14). Результаты анализа этих проб приведены в табл. 1 и 2.

Элементный анализ этих проб проведен атомно-эмиссионным (iCAP-6500, *Thermo Scientific*, США) и масс-спектральными методами с индуктивно связанной плазмой ICP-MS(X-7, *Thermo Elemental*, США) в Аналитическом сертификационном испытательном центре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (АСИЦ ИПТМ РАН) с использованием стандартного образца питьевой воды «Trace Metals in Drinking Water» производства High-Purity Standards (США).

Для оценки степени загрязнения вод р. Баксан в связи с добычей руд на Мукуланском и Высотном карьерах ТВМК была взята проба воды № 50/14 из наиболее крупного водотока – руч. Большой Мукулан, протекающей через эти карьеры, отвалы вскрышных пород и впадающей в р. Баксан. В этой пробе установлены концентрации следующих элементов, превышающие (в разы) предельно допустимые концентрации (ПДК для питьевой воды): Ba=5.6; Ti=9.6; Mn=84; As=147; Fe=260; Li=7; Rb=2.4; Mo=26.7; Cd=12; Al=308; Si=8.4; Fe=260; Ni=6.9; Tl=32. Кроме того, в его воде установлены повышенные концентрации (в мкг/л): U=13.4; Th=3.9; Bi=26.5; Pb=341; La=29; Ce=58.8; Nd=31.5; W=31.6; S=96954; Cs=168. Следовательно, вода этого водотока вносит значительный негативный вклад в загрязнение вод р. Баксан вышеуказанными элементами еще до хвостохранилищ ТВМК.

– В воде малого непроточного «защитного» озера, в его западной (проба 44/14) и восточной (проба 45/14) частях, установлены концентрации ряда элементов, превышающие (в разы) ПДК: Na=1.7–1.6 (соответственно в пробах №44, 45/14); Al=33–6.4; Si=3.8–2.8; Ti=2.4; Mn=4.3–1.2; Fe=24–5.3; As=68.9–70; Hg=15; Li=1.8–1.6; Rb=4–2.3; Mo=29.8–30; Sb=1.9; Tl=4–2; W=50. Установлены также резко повышенные концентрации (в мкг/л) Cs=11.9; S=152954–146285; K=15049–13847; Ca=58200–30162.

– В воде из трех новых ручьев (пробы №№ 42, 43, 48/14), вытекающих из основания насыпной дамбы на вторую надпойменную террасу и затем впадающих в р. Баксан, установлены концентрации ряда элементов, превышающие (в разы) ПДК: Si=3–4.5 (соответственно в пробах № 42, 43, 48/14); B=1.9–1.0–0.6; Na=1.8–1.1–1.3; Al=1.2–1.1–0.4; Fe=3–3–0.3; Mn=1.5–1.1–0.1; As=2.4–1.3–7; Sb=0.8–1.0–1.1; Mo=35.5–35.7–10.9; W=88–80–80. Установлены и резко повышенные концентрации (в мкг/л) следующих элементов: K=13213–9323–6366; Ca=43585–16738–12875; Au=0.25–0.21–0.2; Nd=283–247–0.1; Gd=72 (проба 43/14); S=119200–45382–102094.

В связи с тем, что в воде малого непроточного защитного озера и в воде трех ручьев, вытекающих из основания дамбы хвостохранилища № 1, установлены резко повышенные концентрации ряда рудных, редких и рассеянных элементов, мы предполагаем, что в результате длительного хранения промышленных отходов, их взаимодействия как с остатками реагентов флотации, так и с водой защитных озер, нагреваемой солнечной энергией, возникли новые растворимые в воде и коллоидные формы или соединения W, Mo, S, As, Li, Sb, и др., переносимые напрямую как в р. Баксан, так и при инфильтрации – в аллювиальные водоносные горизонты. В 2015 г. в процессе экспедиционных работ планируется отбор проб воды из «защитных» озер, но уже с разных глубин и, по возможности, из донных илов, из водопроводов пос. Былым и Верхний Баксан, а также из всех опробованных в 2014 г. водотоков.

– В воде большого частично проточного (через деривационный тоннель) «защитного» озера, в его северной (проба 46/14) и южной (проба 47/14) частях, установлены концентрации ряда элементов, превышающие (в разы) ПДК: As=1.8–1.6 (соответственно); Mo=0.64–0.59; Li=1.3–1.3; Cd=7–0.1. Установлены также и резко повышенные концентрации (в мкг/л) следующих элементов: S=25275–25200 соответственно; K=3859–3811; Ca=32789–32051; Er=1.6–1.3; W=8–0.8. Такое резкое снижение содержаний всех микроэлементов в воде большого озера обусловлено тем, что в него впадает р. Гижигит с дебетом порядка 55 тыс. м³/год, а для поддержания необходимого уровня воды в озере ее излишки постоянно сбрасываются по деривационному тоннелю в р. Баксан. За счет этого озеро стало частично проточным и поэтому происходит разбавление концентраций микроэлементов в его водах.

Таблица 1

Результаты iCAP-6500 и ICP-MS анализов проб воды (в таблице жирным шрифтом обозначены значения, превышающие ПДК)

Элемент	ПДК (мкг/л)	ПО (мкг/л)	44/14	45/14	46/14	47/14	40/14	41/14	42/14	43/14	48/14	49/14	50/14
			С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л	С, мкг/л
B	500	0,6	297	298	205	205	66,1	82,2	597	505	307	242	0
Na	200000	19	271868	263445	20115	19427	4913	6580	367641	215976	256600	7289	11264
Mg	50000	6	26676	25396	29922	29941	9177	60532	2405	720	296	22312	52305
Al	200	0,9	6592	1277	59,5	48,0	5937	0,1	247	221	31,0	2633	61725
Si	10000	10	38721	28517	1439	1302	19207	5670	31487	41518	48780	6661	84942
S		26	152954	146285	25275	25200	14587	407227	119200	45382	102094	9564	96954
K		7	15049	13847	3859	3811	4563	1606	13213	9323	6366	1789	21775
Ca		18	58200	30162	32789	32051	45464	510961	43585	16738	12875	41601	2126295
Ti	100	0,5	243	36,1	1,5	1,0	275	0,1	0,1	0,1	0,1	18,3	961
V	100	0,09	13,9	3,9	0,30	0,17	10,5	0,1	1,3	0,1	0,1	7,8	117
Mn	100	0,09	430	123	5,7	4,0	198	1,1	154	113	15,2	208	8414
Fe	300	7	7288	1601	68,5	49,2	10133	31,9	951	974	97,9	6970	78137
Ni	20	0,3	5,9	0,1	0,1	0,1	7,0	0,1	0,1	0,1	0,1	7,2	138
As	10	0,05	689	701	18,4	16,6	6,3	0,1	24,7	13,7	70,0	2,5	1467
Sr	7000	0,05	266	214	1001	993	480	13822	154	55,7	52,5	122	5699
Ba	100	0,08	29,9	11,4	32,8	34,5	75,7	10,3	23,1	16,2	9,0	46,5	565
Hg	0,1	0,01	1,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	6,0	6,0	6,0	0,1	0
Pb		0,02	10,4	3,6	0,31	0,20	5,9	0,1	0,71	0,48	0,1	3,9	341
Li	20	3	35,8	29,2	26,9	26,7	11,6	19,2	10,7	3,5	2,3	26,6	147,0
Be	20	4	1,0	0,19	0,012	0,0001	0,34	0,0001	0,0001	0,0001	0,000,1	0,16	5,5
Rb	10	4	40,9	23,3	2,8	2,7	16,4	1,36	6,1	5,2	8,4	4,078	244,6
Nb	10	3	0,52	0,1	0,004	0,0001	0,21	0,0001	0	0	0,0001	0,025	0
Mo	100	5	2983	3040	64,1	59,4	4,27	13,18	3542,4	3575,9	10969,9	1,19	2671,8
Ag	2	5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,012	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	1,0
Cd	1	3	0,1	0,1	7,1	0,1	0,069	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,017	12,0
In		3	0,11	0,05	0,001	0,001	0,0097	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,005	0,4
Sn		5	0,368	1,3	0,08	0,082	0,11	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,3
Sb	5	5	9,5	9,5	0,55	0,49	0,18	0	4,72	5,3	5,47	0,34	0,2
Te		6	0,3	0,24	0,022	0,009	0,009	0,0001	0,0001	0,062	0,0001	0,0001	0,97
Cs		0,3	11,9	10,0	0,8	0,5	1,7	0,016	0,076	0,082	2,83	0,59	168,4
La		2	0,9	0,29	0,015	0,012	3,84	0,0001	0,165	0,143	0,0001	2,0	29,2
Ce		2	1,9	0,58	0,037	0,032	8,4	0,0001	0,485	0,434	0,0001	5,99	58,9
Pr		0,8	0,26	0,069	0,003	0,003	0,98	0,0001	0,064	0,05	0,0001	0,747	7,4
Nd		0,6	1,0	0,29	0,016	0,014	3883	0,1	283	247	0,0001	3,29	31,5
Sm		0,6	0,25	0,065	0,002	0,003	0,84	0,0001	0,078	0,059	0,0001	0,762	7,9
Eu		0,4	0,59	0,018	0,001	0,03	0,15	0,0001	0,016	0,15	0,0001	0,15	2,1
Gd		0,8	0,28	0,073	0,004	0,003	782	0,1	0,073	72,0	0,0001	69,0	8,7
Tb		0,2	0,048	0,012	0,0005	0,0005	0,11	0,0001	0,013	0,011	0,0001	0,097	0,0013
Dy		0,4	0,22	0,065	0,003	0,002	0,58	0,0001	0,069	0,044	0,0001	0,48	0,007
Ho		0,1	0,049	0,013	0,71	0,49	0,1	0,0001	0,011	0,01	0,0001	0,076	1,5
Er		0,5	0,12	0,031	1,6	1,3	0,26	0,0001	0,024	0,024	0,0001	0,18	4,3
Tm		0,2	0,017	0,005	0,0001	0,0001	0,034	0,0001	0,004	0,0001	0,0001	0,02	0,59
Yb		0,8	0,11	0,025	0,001	0,0008	0,213	0,0001	0,022	0,014	0,001	0,118	3,8
Lu		0,2	0,017	0,003	0,0003	0,0002	0,029	0,0001	0,004	0,003	0,0001	0,016	0,53
Hf		4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	11,0	0,0001	0,1	0,1	0,0001	0,008	0
Ta		4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	7,2	0,0001	0,1	0,1	0,0001	0,0001	0
W	50	4	1254,0	1246,0	8,0	6,8	0,33	0,084	4417,0	4002,0	4027,0	0,082	31,55
Re		0,4	0,145	0,14	0,006	0,0067	0,003	0,016	0,15	0,15	0,29	0,002	0,33
Au		1	0,07	0,067	0,0001	0,0001	0,0001	0,000,1	0,25	0,21	0,2	0,0001	0
Tl	0,1	0,4	0,2	0,056	0,016	0,012	0,116	0,0001	0,004	0,002	0,003	0,029	3,2
Bi	100	2	6,0	1,19	0,12	0,082	0,26	0,0001	0,126	0,029	0,079	0,032	26,5
Th		3	0,33	0,041	0,018	0,008	1,4	0,048	0,092	0,045	0,0001	0,66	3,9
U	100	0,7	1,3	1,08	0,61	0,614	2,38	0,58	0,071	0,022	0,026	0,39	13,4

Таблица 2

Элемент	Certified Reference Material "Trace Metals in Drinking Water"	
	Определено	Аттест. Знач.
B	0	—
Na	6014	6000
Mg	9080	9000
Al	119	120
Si	0	—
S	0	—
K	2245	2500
Ca	35269	35000
Ti	0	—
V	29,9	30
Mn	39,3	40
Fe	109	100
Ni	60,2	60
As	80,1	80
Sr	243	250
Ba	48,8	50
Hg	0	—
Pb	40,1	40
Li	19226	20000
Be	19884	20000
Rb	10095	10000
Nb	0	—
Mo	100061	100000
Ag	2087	2000
Cd	10076	10000
In	0	—
Sn	56,3	—
Sb	10291	10000
Te	3152	3000
Cs	0	—
La	0	—
Ce	0	—
Pr	0	—
Nd	0	—
Sm	0	—
Eu	0	—
Gd	0	—
Tb	0	—
Dy	0	—
Ho	0	—
Er	0	—
Tm	0	—
Yb	0	—
Lu	0	—
Hf	0	—
Ta	0	—
W	64,8	—
Re	0	—
Au	0	—
Tl	10191	10000
Bi	9981	10000
Th	0	—
U	10060	10000

– В воде, спускаемой с 1967 г. по деривационному тоннелю в р. Баксан, установлены концентрации следующих элементов, превышающие (в разы) ПДК: Mn=2; Mo=10,9; Al=13; Fe=23; Li=1,3. Выявлены также повышенные концентрации (в мкг/л): K=1789; Ca=41600; Gd=69; Cs=2,8; S=9564. Такое резкое снижение концентраций редких, рассеянных и канцерогенных элементов в воде, сбрасываемой в Баксан по деривационному тоннелю, обусловлено тем, что сбрасывается верхний, наиболее разбавленный слой воды из большого защитного озера. Однако, учитывая постоянный дебет (около 55000 м³/год [7]) водотока, текущего на протяжении более 48 лет, мы считаем, что он вносит определенный вклад в загрязнение вод р. Баксан.

– Для оценки позитивного или негативного воздействия на воду р. Баксан опробован ее левый приток, вытекающий из верхнеюрских-меловых известняков (проба 41/14). Его устье расположено в 1,3 км южнее сел. Жанхотэко и в 17 км южнее окраины г. Баксан. Вода в этом водотоке (дебет ~ 15 тыс. м³/год) всегда прозрачная (даже после сильных дождей) и холодная. Поэтому здесь организовано место пикников для многочисленных туристов, едущих в Приэльбрусье и пьющих эту воду. Но в воде этого водотока установлены концентрации элементов-токсикантов, превышающие ПДК в разы: Mg=1,2; Sr=1,9, а также повышенные концентрации (в мкг/л) S=407227; K=1606; Ca=510961. Следовательно, этот водоток также загрязняет в определенной мере воды р. Баксан Sr, S, Mg, K, Ca.

Приведенные выше данные убедительно показали, что воды р. Баксан довольно сильно и постоянно загрязняются как отходами из хвостохранилищ ТВМК, так и постоянно текущими шахтными водами и водотоками: 1) протекающими через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; 2) дренирующими нижнеюрские базальные горизонты конгломератов, спорадически содержащих U-Th минерализацию; и 3) вытекающими из верхнеюрских-меловых известняков. Причем, каждый из этих постоянных водотоков загрязняет воды р. Баксан целым рядом конкретных элементов, и этот процесс уже сейчас представляет постоянную угрозу экологической безопасности региона.

– Установлено, что в 2014 г. воды р. Баксан при ее выходе на предгорную равнину (проба 40/14) суммарно загрязнены (превышение ПДК в разы): Al=29,6; Si=1,9; Ti=2,7; Mn=1,9; Fe=33,7, а также в них установлено повышенное содержание (в мкг/л): S=14578; Cs=1,7; Tl=1,2; Th=1,4 и др., а также и следующими элементами (содержание в мкг/л): Y=2529; Nd=3883; La=3837; Ce=8399. Эти данные необходимо учитывать при строительстве водозаборов питьевой воды и оросительных систем для сельхозугодий, т.е. для обеспечения экологической безопасности населения, проживающего вдоль долины г. Баксан, как в ее горной части, так и на равнине, включая реки Малку и Терек.

В 2015 г в процессе экспедиционных работ планируется отбор проб воды из «защитных» озер с разных глубин и, по возможности, из донных илов, а также из всех опробованных в 2014 г. водотоков.

Результаты аналитических исследований проб воды в контрольных створах р. Баксан показали распространение негативного влияния на них сточных вод ТВМК вплоть до устья р. Баксан и далее по р. Малке [5, 8], после перебрасывания в нее по межреспубликанскому Баксан-Малкинскому каналу загрязненных баксанских вод.

Хотя ТВМК не работает 14 лет (с 10.2001 г.), пока не наблюдается изменения в лучшую сторону качества сточных вод ТВМК, а концентрации W и Mo на данном участке р. Баксан увеличиваются, и класс качества воды не изменился (шестой, очень грязная) [8].

В связи с загрязнением вод р. Баксан ее экологическое состояние как рыбохозяйственного водоема первой категории резко ухудшилось. Из рыбохозяйственного оборота было выведено 90 га ценных нерестовых и нагульных площадей. Из-за постоянного и резкого ухудшения геохимического состава вод р. Баксан появляется реальная опасность загрязнения ими других водоемов высшего порядка, что может привести к выведению из рыбохозяйственного оборота значительных нерестовых и нагульных площадей в бассейне р. Терек [5]. Например, в 2001 г. в воде р. Терек было установлено превышение (в разы) ПДК: Mo в 4–8; W в 4 и Cu в 2 раза [1, 7].

Следовательно, начала проявляться региональная экологическая катастрофа, проявившаяся в загрязнении ТМ радиоактивными элементами и элементами-токсикантами части среды (гидросферы) обитания человека. Причем экологически опасные элементы (Th, U, Tl, As, Sb, Cd, B, Li, Pb, Zn, W, Mo, Cu, Sr, Rb и др.) будут поступать из хвостохранилищ, шахтных вод ТВМК и из ряда водотоков (1 – протекающих через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; 2 – дренирующих нижнеюрские базальные горизонты конгломератов, спорадически содержащих U-Th минерализацию; и 3 – вытекающих из верхнеюрских-меловых известняков) в воду р. Баксан, постоянно загрязняя ее.

Выявлены основные источники загрязнения вод р. Баксан, для которых необходимо снизить уровень их загрязняющего воздействия на воды р. Баксан, а соответственно, и на здоровье населения. Это можно осуществить, пропуская воду этих водотоков через ионообменные колонны, оснащенные соответствующими наборами смол, на которые будут селективно или совместно осаждаться конкретные экологически опасные и экономически полезные элементы. После того как в воде, проходящей через эти колонны, концентрации нужных элементов достигнут ПДК, она будет сбрасываться в р. Баксан, не загрязняя ее. С ионообменных колонн периодически будут сниматься накопившиеся на смолах конкретные металлы.

Заключение

1. Воды р. Баксан загрязнены Al=29,6; Si=1,9; Ti=2,7; Mn=1,9; Fe=33,7, а также в них установлено повышенное содержание (в мкг/л): S=14578; Cs=1,7; Tl=1,2; Th=1,4 и др. Показано, что эти данные необходимо учитывать для обеспечения экологической безопасности населения, проживающего вдоль долины р. Баксан, как в ее горной части, так и на равнине, включая реки Малку и Терек.

2. Выявлены основные источники загрязнения вод р. Баксан, которыми являются: в первую очередь – промышленные отходы ТВМК, складированные в двух хвостохранилищах, а также постоянно текущие водотоки: а) через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; б) из деривационного тоннеля суперхранилища № 1; в) дренирующие базальные горизонты нижнеюрских конгломератов, спорадически содержащих U-Th-минерализацию; г) вытекающие из верхнеюрских-меловых известняков, содержащих спорадическую целестиновую минерализацию. Каждый из этих водотоков загрязняет воды

р. Баксан рядом элементов, и этот процесс уже сейчас представляет постоянную угрозу экологической безопасности региона. Для снижения степени загрязнения вод р. Баксан и негативного воздействия на здоровье населения водами этих водотоков предлагается использование ионообменных колонн, через которые должны пропускаться их воды. Ионообменные колонны должны оснащаться соответствующими наборами смол, на которые будут селективно или совместно осаждаться конкретные экологически опасные и экономически полезные элементы.

Работавыполнена по плану НИР на 2015 г. при поддержке Российского научного фонда (соглашения № 14-17-00474 от 01.07.2014 г.)

Библиография

1. Бортников Н.С., Богатилов О. А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Шаззо Ю.К., Газеев В.М., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Цуканова Л.Е. и др. Результаты исследования воздействия захороненных промышленных отходов Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината на воды р. Баксан и ее притоков // Вестник Владикавказского научного центра. 2013. Т. 13, № 3. С. 22–30.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской Республике в 2000 году. Нальчик, 2001. 117 с.
3. Гурбанов А.Г., Богатилов О.А., Карамурзов Б.С., Газеев В.М., Винокуров С.Ф., Лексин А.Б., Шевченко А.В., Долов С.М., Дударов З.И., Боготов Н.Х., Лолаев А.Б., Оганесян А.Х., Дзедоев С.О., Козинкин А.В., Козаков А.Т., Цуканова Л.Е. Проблемы утилизации промышленных отходов Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината (Кабардино-Балкарская Республика) в свете новых данных // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 1 (63). С. 82–90.
4. Бортников Н.С., Богатилов О.А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Газеев В.М., Шевченко А.В. Захороненные промышленные отходы Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината: состав, геохимические особенности и их утилизация как решение экологических и социальных проблем на территории Кабардино-Балкарской Республики (Россия) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2013. № 3. С. 231–249.
5. Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Реутова Т.В., Шевченко А.А. Исследование генотоксического влияния хвостохранилищ горно-обогатительного комбината // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 1 (63). С. 112–116.
6. Бортников Н.С., Богатилов О.А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Газеев В.М., Лексин А.Б., Шевченко А.В. Оценка воздействия захороненных промышленных отходов Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината на экологическую обстановку (почвенно-растительный слой) прилегающих территорий Приэльбрусья (Кабардино-Балкарская Республика, Россия) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2013. № 5. С. 405–416.
7. Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской Республики / под ред. И.И. Мазура. М.: Елима, 2005. С. 126–127.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской Республике в 2002 году. Нальчик, 2003. 257 с.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ТЫРНЫАУЗСКОГО
ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА. ЧАСТЬ 2**

**Богатиков О.А.¹, Гурбанов А.Г.¹, Карамурзов Б.С.², Винокуров С.Ф.¹, Шевченко А.В.²,
Газеев В.М.¹, Лексин А.Б.¹, Докучаев А.Я.¹, Долов С.М.², Дударов З.И.², Боготов Н.Х.²,
Хатуев З.А.², Цуканова Л.Е.³, Лолаев А.Б.⁴, Оганесян А.Х.⁴, Дзебоев С.О.⁴**

¹*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии Российской Академии наук*

²*Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова*

³*НИИ Физики Южного федерального университета*

⁴*ООО «ГЕОИНЖЕНИРИНГ», ВНЦ РАН и Правительства Республики Северная Осетия-Алания*

***dol-sp@yandex.ru**

В статье предложен вариант возможной очистки (в пределах норм ПДК) водотоков с помощью ионнообменных колонн, оснащенных соответствующими наборами смол или иных сорбентов. Для снижения степени риска людских потерь, минимизации возможного материального ущерба от природных и техногенных катастроф, снижения негативной нагрузки на экологическую обстановку в Приэльбрусье и на здоровье населения необходима полная утилизация промышленных отходов Тырныаузского вольфрам-молибденового комбината (ТВМК).

Ключевые слова: Тырныаузский вольфрам-молибденовый комбинат (ТВМК), хвостохранилища, захороненные промышленные отходы, экономически значимые и экологически опасные элементы, загрязнение окружающей среды, полная утилизация отходов.

**ENVIRONMENTAL, TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS
OF THE COMPLEX PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTE TYRNYAUZ
TUNGSTEN-MOLYBDENUM PLANT. PART 2**

**Bogatikov O.A.¹, Gurbanov A.G.¹, Karamurзов B.S.², Vinokourov S.F.¹, Shevchenko A.V.²,
Gazeev V.M.¹, Lexin A.B.¹, Dokuchaev A.Ya.¹, Dolov S.M.², Dudarov Z.I.², Bogotov N.H.²,
Khatuev Z.A.², Tsukanova L.E.³, Lolaev A.B.⁴, Oganessian A.K.⁴, Dzeboev S.O.⁴**

¹*Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography,
Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (IGEM)*

²*Kabardino-Balkarian State University*

³*NII Physics, Southern Federal University*

⁴*Ltd «Geoinženering» VSC RAS and the Government of North Ossetia-Alania*

A variant of a possible treatment (within the norms MPC) of water streams using ion-exchange columns, equipped with corresponding sets of resin or other sorbents has been offered. To reduce the risk of casualties, minimize the material damage caused by natural and man-made disasters, reducing the adverse impact on the environment in the Elbrus region and on public health, requires the full utilization of industrial wastes TTMP.

Keywords: Tyrnyauz Tungsten-Molybdenum Combine (TTMP), tailings, disposal of industrial waste, economically important and environmentally dangerous elements, environmental pollution, full utilization of waste.

Основные источники загрязнения литосферы (почвы пастбищ и сельхозугодий). В отвалах карьеров ТВМК накопилось 252771 тыс. т вскрышных пород, а в хвостохранилищах № 1 и 2 находится свыше 106 млн м³ отходов второго класса опасности, содержащих As, W, Mo, Sb, Zn, Cu и другие металлы [1, 2].

По данным ТВМК суммарные запасы (в тыс. тонн) металлов в хвостохранилищах составляют: W~ 230, Mo~ 50, Cu~ 15, Bi~ 4, а Au, Ag – первые тонны. Запасы неметаллического минерального сырья для производства строительных материалов исчисляются десятками млн. тонн, но они могут быть использованы только после извлечения из них тяжелых и канцерогенных металлов. По полученным дан-

ным [3, 4] в поверхностном (~ 1.5-3.0 м) слое находящегося в хвостохранилищах материала установлены следующие средние содержания элементов: в хранилище № 2 – Cr=64, V=55, Co=10, Ni=27, Cu=29, Zn=273, Rb=55, Sr=230, Zr=84, Ba= 164, Pb=31, As=111, Mo=115, W=511; в суперхранилище № 1 – Cr=66, V=55, Co=11, Ni=28, Cu=40, Zn=230, Rb=52, Sr=180, Zr=87, Ba=159, Pb=19, As=58, Mo=109, W=314. Эти данные помогут оценить масштабы ветрового разноса тонкодисперсного материала с поверхности хвостохранилищ на прилегающие естественные пастбища, сельскохозяйственные и населенные пункты. При разработке методики опробования почв учитывалось, что степень загрязнения пастбищ и сельскохозяйственных земель может зависеть от следующих факторов: 1 – от силы и скорости ветров, дующих утром и днем – вверх по долине, а вечером и ночью – вниз по долине; 2 – от размерности некультивируемых промышленных отходов, залегающих непосредственно на поверхности хвостохранилищ или обнажающихся в естественных промоинах, в искусственных шурфах и карьере.

Особую опасность представляет токсичная пыль с пляжной части хвостохранилища № 1, а также вскрытой части хвостохранилища № 2, используемой в настоящее время под карьер «инертных» материалов. Общая площадь поверхности, подвергаемой ветровой эрозии и порождающей огромные тучи токсичной пыли, составляет порядка 25000 м² [5]. Пыль оседает на территории г. Тырныауза, пос. Былым, в поймах р. Баксан и ее притоков и на склонах, используемых под естественные пастбища.

На основании анализов РФА и РСА 62 пунктирных бороздовых проб, отобранных каждые 1.5 м из керна 2-х скважин, пробуренных на полную мощность (19 и 30 м) старого хвостохранилища № 2, и 2-х скважин (глубиной по 20 м), пробуренных на новом суперхранилище № 1, установлены средние, минимальные и максимальные содержания (в г/т) следующих, наиболее важных с экологической и экономической точек зрения, элементов (табл. 1).

Таблица 1

Средние, минимальные и максимальные содержания (в г/т) элементов в промышленных отходах хвостохранилищ (по данным анализов методами РФА и РСА)

Элементы	Хвостохранилище № 2. 31 проба			Хвостохранилище № 1. 31 проба		
	среднее (в г/т)	минимальное (в г/т)	максимальное (в г/т)	среднее (в г/т)	минимальное (в г/т)	максимальное (в г/т)
W	520	200	1450	420	200	910
Mo	129	36	320	145	100	240
Cu	72	21	183	65	39	120
Pb	25	9	66	26	14	68
Zn	279	200	430	290	230	460
As	69	25	143	96	39	180
Sb	10	4	17	5	5	5
Sr	303	240	340	315	220	350
Sn	68	40	86	89	57	85
Rb	не опред.	не опред.	не опред.	118	69	170
Bi	не опред.	не опред.	не опред.	16	11	35
Cs	не опред.	не опред.	не опред.	<5	<5	<5
Tl	не опред.	не опред.	не опред.	<5	<5	<5
Th	не опред.	не опред.	не опред.	7	3	120
U	не опред.	не опред.	не опред.	8	6	10

Кроме того, для решения вопроса о загрязнении вод в озерах, в кернах 2-х скважин на суперхранилище № 1 были дополнительно определены содержания (в г/т) следующих элементов: **Rb; Bi; Cs; Tl; Th; U** (табл. 1).

Ветровой разнос. Объекты промышленной разработки рудных полезных ископаемых являются источниками значительного поступления и негативного влияния минеральных тонкодисперсных частиц на окружающую среду [6]. Получены данные о химических составах и геохимических особенностях почв с дерниной с пастбищ и сельскохозяйственных, прилегающих к хвостохранилищам ТВМК. Изучено распределение в них содержания [7] как промышленно полезных (Zn, Pb, Sb, Mo, W и др.), так и экологически вредных (S, P₂O₅, Zn, Pb, As, Sb, Cs, Sr, Rb, U, Th, Ba и др.) химических элементов (рис. 1).

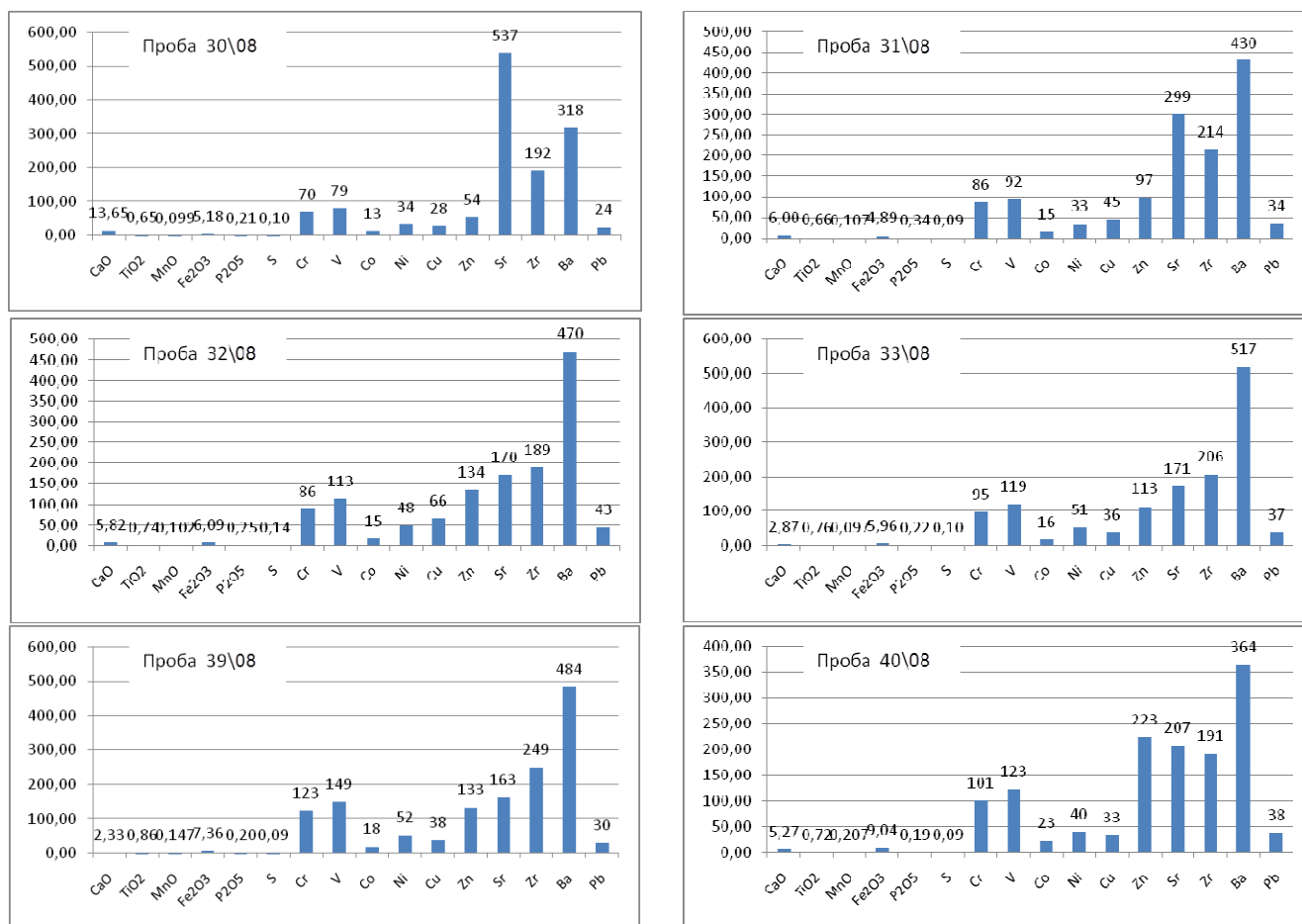


Рис. 1. Содержания (г/т) микроэлементов в почвах пастбищ и сельхозугодий (капустные поля), определенные методом рентгено-флюоресцентного анализа. Примечание, пробы: 30/08 (ФП) – почва, расположена в 1 км южнее пос. Жанхотеко севернее эскарпа Скалистого хребта, левый борт долины р. Баксан; 31/08 – (почва с дерниной), отобрана в 1.5 км выше моста через р. Бол. Бедык на сенокосе, правый борт долины р. Баксан; 32/08 – в 3 км выше по долине р. Баксан, в ее левом борту, перед Скалистым хребтом; 33/08 – черная жирная почва, взята на пастбище, в 0.4 км севернее окраины пос. Бедык; 39/08 – почва с небольшим количеством дернины) взята с пастбища на левом борту долины р. Баксан на четвертой надпойменной террасе, напротив пос. Былым, в 600 м восточнее насыпной дамбы суперхранилища 1 ТВМК; 40/08 – почва с дерниной, с пастбища на левом борту долины р. Баксан на четвертой надпойменной террасе в 180 м С-В насыпной дамбы суперхранилища 1 ТВМК

При обработке результатов геохимического исследования почв с дерниной с пастбищ и сельхозугодий, прилегающих к хвостохранилищам промышленных отходов ТВМК, учитывалось, что они могли заражаться рядом тяжелых и канцерогенных элементов не только за счет разноса постоянными ветрами тонкодисперсных фракций с поверхности хвостохранилищ, но и за счет отброса образовавшихся при массовых взрывах на Высотном и Мукуланском карьерах в период работы ТВМК [7]. После таких взрывов в атмосферу на высоту до 1 км поднимались большие облака тонкой пыли с рудными элементами (W, Mo, Sb, As, Zn, Th, U, Ti и др.), которые (в зависимости от скорости и направления движения воздушных масс в нижних слоях атмосферы) разносились ветрами вверх и вниз по долинам р. Баксан и ее боковых притоков.

В составе техногенной пыли тонкодисперсные частицы (аэрозоли) занимают относительно небольшую по объему долю, но являются ее наиболее активной и подвижной частью. Зона поражения сельхозугодий и пастбищ техногенными аэрозолями может измеряться сотнями километров. Наибольшую экологическую опасность при этом представляют выбросы кварцевой пыли (в хвостохранилищах ТВМК доля кварца достигает 49 %) и пыли тяжелых металлов. По существующим оценкам общая масса тонкодисперсных аэрозолей в горнодобывающей промышленности (для одного среднего по запасам месторождения) оценивается в 10 т/год, из которых не менее 10–12 % составляют ультрамелкие частицы [7–9].

При скорости ветра 5 м/сек начинается интенсивный разнос сухой пыли с поверхности, а при 8 м/с этот процесс резко усиливается [6, 7]. Интенсивность выдувания и разноса пыли зависит от конструкции бортов хвостохранилищ отвалов вскрышных пород на карьерах и степени их защищенности рельефом местности и растительностью. Для ТВМК, особенно для карьеров Мукуланский и Высотный, интенсивность пылевого потока должна быть весьма значительной в связи с тем, что на таких высотах (2400–2900 м), где расположены карьеры, характерны постоянные и довольно сильные ветры и отсутствует растительность. Значительное количество пыли продолжает поступать в биосферу также и из отвалов с карьеров Мукуланский и Высотный в балки с водотоками – Большой и Малый Мукулан. При этом естественное зарастание лишенных растительного покрова пылящих поверхностей отвалов может продолжаться достаточно долго – для самопроизвольного восстановления растительного покрова требуются десятки лет [7, 10].

Техногенная пыль, поступающая в атмосферу, может быть не только пассивной, но и активной, образующей в почвах подвижные минеральные формы. Подавляющее большинство горных предприятий являются источниками пассивной пыли, распространение которой происходит за счет переноса воздушными массами. Но при попадании такой пыли на почву, имеющую слабо- и среднекислотную реакцию, может происходить выщелачивание из нее металлов с последующей их миграцией.

Для оценки степени загрязнения почв с пастбищ и сельхозугодий, примыкающих к хвостохранилищам ТВМК, была отобрана фоновая проба 30/08 (далее «ФП») расположенная в 1 км южнее пос. Жанхотеко. Эта почва образовалась за полем распространения верхнеюрско-меловых известняков, слагающих эскарп Скалистого хребта, который задерживает пылевые облака, образовавшиеся как от ветров, дующих вдоль долины р. Баксан, так и от массовых взрывов на карьерах ТВМК. Поэтому в ФП наблюдается повышенное содержание CaO , Fe_2O_3 и Sr (в верхнеюрских-меловых известняках известны спорадические целестиновые рудопоявления – поставщики Sr).

Пробы 31/08 и 32/08 расположены севернее Скалистого хребта, через который облака с рудной пылью, образовавшиеся после массовых взрывов на карьерах ТВМК, не могли «переваливаться». Поэтому степень заражения рудными элементами почв здесь, по сравнению с ФП, оказалась несколько меньше, чем к югу от хребта.

В пробе 33/08, по сравнению с «ФП», установлено повышенное содержание (в разы): Cr , V , Ni , Ba , Pb , Sc , Sb , As , Mo , Zn ; W – в 5.

В пробах 34–38/08 почв, отобранных на капустных полях пос. Былым на 2–3–4-й надпойменных террасах р. Баксан, установлено превышение (в разы), по сравнению с «ФП», содержания Cr , V , Co , Ni , Fe_2O_3 , Sb , Ba , Sc , Rb , Cs , Th , U , Pb , Mo – в ~1.5; Zn , As , Se , W – в 2–3.

В пробе 39/08 установлено повышенное (в разы), по сравнению с «ФП», содержание MnO , Co , Ni , Cu , Ba , Pb , Rb , Cr , V , Sc , Cs , Mo – в ~2; Fe_2O_3 , Na_2O , As , Zn – в 2–2.5; Sr – в ~3; Sb – в ~4; W – в ~7 раз.

В пробе 40/08 установлено повышенное (в разы), по сравнению с «ФП», содержание Na_2O , Fe_2O_3 , Cu , Ba , Pb , Rb , Cr , V , Co , Pb , Sc , Cs – в 1.5–2; MnO – в 2; As – в 3; Zn – в 4; Sn – в 7; Sb , Mo – в ~9.5; W – в 50 раз.

Следовательно, показано, что загрязнение тяжелыми и канцерогенными металлами современных почв как на пастбищах, так и на сельхозугодьях пос. Былым происходит за счет ветрового разноса захороненных в хвостохранилищах промышленных отходов. Причем наиболее сильно загрязнены почвы пастбищ, непосредственно примыкающих к этим хвостохранилищам (проба 40/08). Кроме того, судя по элементному составу руд ТВМК, наблюдается и реальный вклад разноса ветрами облаков тонкодисперсной пыли, образовывавшейся при массовых взрывах на Мукуланском и Высотном карьерах.

Для характеристики степени техногенного загрязнения почв на пастбищах и сельхозугодьях пос. Былым тяжелыми металлами использован коэффициент накопления, равный отношению содержания конкретного элемента в загрязненной почве к его содержанию в фоновой пробе (ФП). При загрязнении несколькими тяжелыми металлами степень загрязнения оценивается по величине суммарного показателя концентрации (Z_c). Далее использовалась предложенная ИМГРЭ шкала загрязнения почвы тяжелыми металлами. Результаты техногенного загрязнения почв по этой методике приведены ниже.

Проба 30/08 является фоновой («ФП»). Суммарные величины Z_c в остальных пробах составляют: 6.9 – в пробе 31/08; 12.3 – в пробе 32/08; 17.9 – в пробе 33/08; 16.8 – в пробе 34/08; 23.7 – в пробе 35/08; 4.7 – в пробе 36/08; 18.2 – в пробе 37/08; 29.5 – в пробе 38/08; 41.3 – в пробе 39/08; 108.9 – в пробе 40/08. При величине $Z_c < 16$ категория почв относится к допустимой и не превышает ПДК. Они могут использоваться под производство любых культур – это пробы почв 30/08, 31/08, 32/08 и 36/08. При величине Z_c от 16.1 до 32.0 категория почв относится к умеренно опасной, с превышением ПДК при лимитирующем общесанитарном и миграционном водном показателе вредности, но ниже ПДК по транслокационному пока-

зателю, и такие почвы могут использоваться под любые культуры при условии постоянного контроля качества продукции растениеводства – это пробы почв 33/08, 34/08, 35/08, 37/08 и 38/08. При величине Z_c в от 32.1 до 128.0 категория почв относится к высоко опасной, с превышением ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности, и такие почвы могут использоваться только под технические культуры без получения на них продуктов питания и кормов – это пробы 39/08 и 40/08). Здесь рекомендуются мероприятия по снижению уровня воздействия источников техногенного загрязнения почв.

При сравнении концентраций элементов, установленных в почвах на пастбищах и сельхозугодьях в районе пос. Былым, с существующими ПДК [1] выявлено превышение ПДК (в разы) для:

№ образца	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	37/08	38/08	39/08	40/08
CaO (%)	13,65	6	5,82	2,87	2,42	2,73	3,36	2,21	5,77	2,33	5,27
TiO ₂ (%)	0,65	0,66	0,74	0,76	0,79	0,71	0,72	0,86	0,63	0,86	0,72
MnO (%)	0,099	0,107	0,102	0,097	0,109	0,1	0,096	0,129	0,054	0,147	0,207
Fe ₂ O ₃ (%)	5,18	4,89	6,09	5,96	6,33	5,72	5,25	7,02	4,56	7,36	9,04
P ₂ O ₅ (%)	0,21	0,34	0,25	0,22	0,25	0,19	0,18	0,26	0,16	0,2	0,19
S (%)	0,1	0,09	0,14	0,1	0,08	0,06	0,06	0,07	0,13	0,09	0,09
Cr (ppm)	70	86	86	95	100	92	98	115	77	123	101
V (ppm)	79	92	113	119	115	101	99	146	96	149	123
Co (ppm)	13	15	15	16	19	15	15	22	13	18	23
Ni (ppm)	34	33	48	51	51	47	43	61	36	52	40
Cu (ppm)	28	45	66	36	31	30	30	46	32	38	33
Zn (ppm)	54	97	134	113	117	103	86	149	71	133	223
Sr (ppm)	537	299	170	171	185	182	161	194	211	163	207
Zr (ppm)	192	214	189	206	227	221	230	230	190	249	191
Ba (ppm)	318	430	470	517	528	506	554	565	403	484	364
Pb (ppm)	24	34	43	37	39	35	32	40	29	30	38
As (ppm)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	56
Mo (ppm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	84
W (ppm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	381
Sn (ppm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	70

Анализ величин ПДК по ряду тяжелых и канцерогенных элементов в почвах с пастбищ и сельхозугодий пос. Былым показал в целом высокую степень их техногенного загрязнения и позволил выявить участки с разной степенью загрязнения тяжелыми металлами, занесенными сюда ветрами как с хвостохранилищ, так и с карьеров ТВМК при массовых взрывах.

Возможное негативное воздействие на экологическую обстановку сейсмических и селевых явлений. Оценивая экологическую безопасность этого региона, необходимо учитывать, что хвостохранилища располагаются в селе- и сейсмоопасном районе [5, 11] и в случае возникновения сильных селевых потоков может быть нарушена целостность защитных дамб. В этом случае огромные объемы захороненного материала попадут в реку Баксан, что приведет к региональной экологической катастрофе. Наши визуальные наблюдения за состоянием дамбы помогли выявить несколько микронарушений в насыпной дамбе, фиксирующихся новообразованными маловодными ручейками. Дамба представляет собою серьезную экологическую опасность, так как в случае проявления мелкофокусных землетрясений с глубиной эпицентров до 10 км и с $M=6-7$ она может быть разрушена. В результате огромный техногенный сель пойдет вниз по долине р. Баксан, разрушая и загрязняя все на своем пути, что будет уже региональной экологической катастрофой с соответствующими последствиями.

Выводы по экологическому аспекту проблемы

1. Воды р. Баксан довольно сильно и постоянно загрязняются промышленными отходами из хвостохранилищ ТВМК и постоянно текущими шахтными водами и водотоками: а) протекающими через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; б) дренирующими базальные горизонты нижнеюрских

конгломератов, содержащих спонтанную U-Th-минерализацию; и в) вытекающими из верхнеюрских меловых известняков. Причем каждый из этих постоянных водотоков загрязняет воду р. Баксан целым рядом элементов, которые в совокупности представляют постоянную угрозу экологической безопасности региона. В итоге в 2014 г. воды р. Баксан при ее выходе на предгорную равнину суммарно загрязнены (превышение ПДК в разы): Al=29,6; Si=1,9; Ti=2,7; Mn=1,9; Fe=33,7; P=1470, а так же в них установлено повышенное содержание (в мкг/л): S=14578; Cs=1,7; Tl=1,2; Th=1,4 и др.

Эти данные необходимо учитывать при строительстве водозаборов питьевой воды для населенных пунктов и оросительных систем для сельхозугодий, т.е. для обеспечения экологической безопасности населения, проживающего вдоль долины р. Баксан как в ее горной части, так и на равнине, включая низовья рек Малка и Терек.

2. Содержание как полезных (W, Mo, Zn, Pb – представляющих экономическую ценность при их извлечении), так и экологически вредных (As, Sb, Sr, Rb, Zn, Pb, S, P и др.) элементов значительно превышает ПДК как в суперхранилище 1, так и (особенно) в хвостохранилище №2.

3. Показано, что происходит в целом постоянное загрязнение тяжелыми и канцерогенными металлами современных почв на пастбищах и на сельхозугодьях пос. Былым, непосредственно прилегающих к хвостохранилищам 1 и 2. Это загрязнение почв происходит в связи с разносом ветрами тонкодисперсной пыли как с поверхности хвостохранилищ, так и образовавшейся после массовых промышленных взрывов на Мукуланском и Высотном карьерах в период работы ТВМК. При этом на пастбищах ситуация в отношении элементов, привнесенных из хвостохранилищ, является относительно удовлетворительной. Однако в ряде мест (в пробах) содержание Mo, W и Sn превышает ПДК до десяти раз, а для As, Sb, Co, Ni, Sr, Rb и Zn – в 2–6 раз. Эти пробы были отобраны в участках резкого перегиба рельефа, где мог накапливаться переносимый ветром материал из хвостохранилищ.

4. При хранении все отходы, состоящие как из минеральных компонентов, так и из флотационных реагентов (керосин, растительные масла и др.) претерпевают изменения, которые обусловлены физико-химическими превращениями под влиянием внешних условий и внутренних факторов. В результате подобных превращений появляются значительные количества новообразованных соединений, являющихся более токсичными и подвижными, чем исходные соединения [11, 12]. Эти соединения могут попадать в грунтовые и подземные воды, а после частых ливней и интенсивного весеннего таяния снежного покрова могут переноситься поверхностными водотоками в р. Баксан, загрязняя ее воды, используемые для питья и полива сельхозугодий.

5. Определенная негативная нагрузка на почвы в Приэльбрусье обуславливается и сильным загрязнением атмосферного воздуха Pb и другими элементами из-за интенсивного движения в этом районе автотранспорта, часто использующего бензин и дизельное топливо низкого качества. Как известно, газо-паровые выбросы автомобильного транспорта и автодорожного комплекса содержат загрязнители 3 и 4 классов опасности, а из веществ 1 класса наибольшую опасность представляют соединения свинца [2, 11, 13].

6. Хвостохранилища ТВМК расположены в селе- и сейсмоопасном районе. В случае возникновения природных катастрофических явлений (сход мощных селей или возникновение землетрясения с магнитудой около 7) может разрушиться насыпная дамба суперхранилища 1, и вниз по долине р. Баксан пойдет разрушительный техногенный сель с соответствующими катастрофическими последствиями.

7. Для снижения степени риска людских потерь, минимизации возможного материального ущерба от природных и техногенных процессов, снижения негативной нагрузки на экологическую обстановку в Приэльбрусье и на здоровье населения стала очевидной необходимость полной утилизации промышленных отходов, находящихся в хвостохранилищах ТВМК, с комплексным извлечением из них экономически ценных металлов и элементов-токсикантов [12, 13].

Технологико-экономический аспект проблемы

По современным представлениям [6], объекты промышленной разработки рудных полезных ископаемых являются источниками значительного поступления и негативного влияния минеральных тонкодисперсных частиц (наночастиц) на окружающую среду. Изучение полигонов с присутствием привнесенных минеральных наноразмерных частиц в районах действующих ГОКов (с оценкой их количеств, выяснением характера распределения, возможности извлечения и использования) имеет определяющее значение для перспективного промышленного развития регионов, так как с течением времени сокращаются запасы легко обогатимых руд. Большое значение приобретают руды, в том числе и во вторичных (техногенных) месторождениях, в которых полезные компоненты полностью или частично находятся в виде субмикронных частиц. Эти руды имеют высокую «химическую» и «физическую» упорность, что требует для их переработки создания новых технологий обогащения [9], основанных на новых данных о строении, свойствах и способах разрушения минеральных агрегатов с наноразмерными включениями рудных мине-

ралов. Решение этой проблемы возможно при целенаправленном повышении роли вторичных ресурсов, находящихся в хвостохранилищах ГОКов и горно-металлургических комбинатов (ГМК). Установлено, что их использование является в ряде случаев рентабельным.

В результате комплексного минералого-геохимического исследования отобранных на хвостохранилищах ТВМК проб получена информация о формах нахождения и закономерностях распределения рудного минерального вещества отвальных хвостов в кернах 4х скважин, пробуренных в 2014 г. в главных опорных пунктах хранилищ ТВМК. Установлена закономерность в характере распределения содержания ряда элементов, выраженная: в увеличении концентраций W и Mo в вертикальном разрезе от поверхности и до основания хвостохранилища № 2 [12]; и в менее явном увеличении содержаний этих же элементов от поверхности до глубины 20 м для суперхранилища № 1.

Полученные данные позволяют обосновать целесообразность извлечения рудных элементов из отвальных хвостов и разработки оптимальных технологических методов проведения полной утилизации промышленных отходов ТВМК. Суммарные запасы металлического минерального сырья в двух хвостохранилищах, по данным ТВМК, составляют (в тыс. тонн): W~ 230; Mo~ 50; Cu~ 15; Bi~ 4; Au, Ag – первые тонны. Запасы неметаллического минерального сырья для производства строительных материалов исчисляются десятками млн тонн, но они могут быть использованы только после извлечения из них тяжелых и канцерогенных металлов.

Средний удельный вес отходов ~ 3.1 г/см³ при их следующем количественно-минеральном составе (в вес. %): кварц (49.25), кальцит (16.7), пироксен-геденбергит (13.3), гранат-андрадит (8.9), полевые шпаты (3.4), флюорит (3.0), волластонит (1.5), везувиан (1.5), биотит (1.2), амфибол (1.0), хлорит (0.25). Реже встречаются: молибдошеелит, шеелит, молибденит, повеллит, халькопирит, борнит, ковеллин, пирит, пирротин, арсенопирит, сфалерит, магнетит, циркон, рутил, дистен, апатит.

За длительное время хранения промышленных отходов в них должны были произойти существенные изменения и преобразования под воздействием многих внешних и внутренних факторов [12, 13]. При электронно-микроскопических исследованиях в пробах, обогащенных W и Mo, выявлены монокристаллы и поликристаллические образования размером от долей до первых микрон (мкм). Энерго-дисперсионным рентгеновским анализом были выявлены новообразованные тонкодисперсные низкотемпературные минеральные формы вольфрама и молибдена: шеелит, тунгстит, молибдотунгстит и вольфрамата кальция [13].

По полученным данным, среднее содержание (в г/т) рудных элементов (таблица 1) в хвостохранилищах (по кернам 4-х скважин глубиной до 20–30 м) составляет: Mo – 138, W – 470, Pb – 26, Zn – 285, Cu – 69 и As – 83, что несколько выше как данных ТВМК, так и полученных нами ранее для верхних 1.5–3.0 м хвостохранилищ [14]. Причем, содержание Cu, Sb выше, а W значительно выше в старом хвостохранилище № 2, чем в суперхранилище № 1, а Mo, Pb, Zn, As, Sr, Sn – выше в суперхранилище № 1. Это можно объяснить как изменением состава добываемых руд, так и изменением технологии и степени извлечения полезных компонентов. Следовательно, в хвостохранилищах запасы металлов должны быть выше, чем подсчитанные геологической службой ТВМК, а это может несколько повысить рентабельность за счет извлечения большего количества металлов при полной утилизации промышленных отходов ТВМК. При этом концентрации Pb, Cu, Sn, Sr имеют низкие значения, близкие к кларковым в гранитах, и они не опасны в экологическом плане. Повышенное содержание W, Mo, Zn может представлять практический интерес при наличии эффективной методики их извлечения. Полученные данные показали низкое (субкларковое) слабо дифференцированное содержание Au и Ag во всех проанализированных фракциях [12].

Эти данные позволяют обосновать целесообразность извлечения рудных элементов из отвальных хвостов и разработки оптимальных технологических методов проведения полной утилизации промышленных отходов ТВМК. Наиболее перспективной, по нашим данным, представляется адаптация термогидрометаллургического способа [14] для комплексной переработки промышленных отходов ТВМК. С учетом огромного количества находящихся в хвостохранилищах отходов (~106 млн м³) для выбора оптимального способа их переработки в 2-х сводных пробах по каждому хвостохранилищу проведены опыты по разделению «хвостов» на легкие и тяжелые фракции гравитационным и электромагнитным методами [12].

Предполагалось, что все экономически значимые рудные минералы (W, Mo, Zn) попадут в тяжелую фракцию, объем которой не должен превышать первых процентов от общей массы «хвостов», а в легкой фракции концентрации Pb, Cu, Sn, Sr, As, Rb не будут превышать кларковых величин для гранитов, и эта фракция не будет экологически опасной. Однако, разделение на эти фракции не произошло (объем тяжелой фракции составлял 30–35 % от общего объема пробы, а объем электромагнитной фракции составлял 47–73 % от общего объема тяжелой фракции). Это обусловлено тем фактом, что по данным микронзондовых и электронно-микроскопических исследований, рудные минералы хвостов нахо-

дятся в тончайших сростках с нерудными минералами и поэтому не различаются по физическим свойствам, а «свободные» рудные минералы (без сростков с нерудными минералами) были извлечены из пульпы в процессе флотации [12]. В связи с этим целесообразно проведение опытов по магнитному их разделению с попыткой выделения сильно магнитной фракции.

Ввиду резко повышенных концентраций (в мкг/л) в воде малого защитного озера экономически важных (Mo, W, Be, Sn, Bi) и экологически опасных (As, Li, Rb, Tl, Sb, Cs, Hg) элементов решено использовать эту воду вместо воды из водопровода в замкнутой системе в серии лабораторных опытов по адаптации термогидрометаллургического способа полной утилизации промышленных отходов ТВМК. В результате из вод этого озера будут дополнительно извлечены экономически полезные металлы, а извлечение (или перевод в твердую фазу) экологически опасных металлов благотворно отразится на экологической обстановке региона.

Заключение

1. Показано, что происходит постепенное и постоянное загрязнение тяжелыми и канцерогенными металлами современных почв как на пастбищах, так и на сельскохозяйственных пос. Былым, непосредственно прилегающих к хвостохранилищам 1 и 2. Загрязнение почв происходит в связи с разносом ветрами тонкодисперсной пыли как с поверхности хвостохранилищ, так и образовавшейся после массовых промышленных взрывов на Мукуланском и Высотном карьерах в период работы ТВМК.

2. Выявлено, что при хранении все отходы претерпевают изменения, обусловленные физико-химическими превращениями под влиянием внешних условий и внутренних факторов. В результате этих превращений формируются значительные количества новообразованных соединений, являющихся более токсичными и подвижными, чем исходные соединения [11, 12]. Эти соединения могут попадать в грунтовые и подземные воды, а после частых ливней и интенсивного весеннего таяния снежного покрова они переносятся поверхностными водотоками в р. Баксан. Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что хвостохранилища расположены в селе- и сейсмоопасном районе. В случае возникновения природных катастрофических явлений (сход мощных селей или возникновение землетрясения с магнитудой около 7) может разрушиться насыпная дамба суперхранилища № 1, и вниз по долине р. Баксан пойдет разрушительный техногенный сел с соответствующими катастрофическими последствиями [12, 13].

3. Для снижения степени риска людских потерь, минимизации возможного материального ущерба от природных и техногенных процессов, снижения негативной нагрузки на экологическую обстановку в Приэльбрусье и на здоровье населения стала очевидной необходимость полной утилизации промышленных отходов, находящихся в хвостохранилищах ТВМК, с извлечением из них экономически ценных металлов и элементов-токсикантов [12, 13]. Исходя из результатов предварительных лабораторных испытаний мы пришли к выводу о том, что наиболее вероятным вариантом комплексной переработки промышленных отходов ТВМК без предварительного их фракционирования на легкую и тяжелую фракции будет адаптация термогидрометаллургического и других способов [14]. Учитывая подсчитанные запасы W, MoZn и возможную стоимость этих металлов, можно сделать вывод, что утилизация промышленных отходов, вероятнее всего, не будет иметь экономическую рентабельность и потребует дополнительных инвестиций от госструктур или частных компаний.

Работавыполнена по плану НИР на 2015 г. при поддержке Российского научного фонда (соглашения № 14-17-00474 от 01.07.2014 г.)

Библиография

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской Республике в 2000 году. Нальчик, 2001. 117 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской Республике в 2002 году. Нальчик, 2003. 257 с.
3. Бортников Н.С., Богатилов О.А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Шаззо Ю.К., Газеев В.М., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Цуканова Л.Е. и др. Результаты исследования воздействия захороненных промышленных отходов Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината на воды р. Баксан и ее притоков // Вестник Владикавказского научного центра. 2013. Т. 13, № 3. С. 22–30.
4. Бортников Н.С., Богатилов О.А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Газеев В.М., Лексин А.Б., Шевченко А.В. Оценка воздействия захороненных промышленных отходов Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината на экологическую обстановку (почвенно-растительный слой) прилегающих территорий Приэльбрусья (Кабардино-Балкарская Республика, Россия) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология, 2013. № 5. С. 405–416.

5. Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской Республики / под ред. И.И. Мазура. М.: Елима, 2005. С. 126–127.
6. Чантурия В.А. Прогрессивные технологии обогащения руд комплексных месторождений благородных металлов // Геология рудных месторождений. 2003. Т. 45, № 4. С. 321–328.
7. Смирнова О.К., Сарапулова А.Е., Цыренова А.А. Особенности нахождения тяжелых металлов в геотехногенных ландшафтах Джидинского вольфрамо-молибденового комбината // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2010. № 4. С. 319–327.
8. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Грехнев Н.И., Крупская Л.Т., Ионкин К.В. Основные направления решения экологических проблем минерально-сырьевого комплекса в Дальневосточном регионе // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2009. № 6. С. 483–489.
9. Чантурия В.А., Трубецкой К.Н., Викторов С.Д., Бунин И.Ж. Наночастицы в процессах разрушения и вскрытия геоматериалов. М., 2006. 216 с.
10. Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Реутова Т.В., Шевченко А.А. Исследование генотоксического влияния хвостохранилищ горно-обогатительного комбината // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 1 (63). С. 112–116.
11. Вагин В.С., Голик В.И. Проблемы использования природных ресурсов Южного Федерального округа. Владикавказ: Проект-Пресс, 2005. 192 с.
12. Гурбанов А.Г., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С., Газеев В.М., Винокуров С.Ф., Лексин А.Б., Шевченко А.В., Долов С.М., Дударов З.И., Боготов Н.Х., Лолаев А.Б., Оганесян А.Х., Дзедоев С.О., Козинкин А.В., Козаков А.Т., Цуканова Л.Е. Проблемы утилизации промышленных отходов Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината (Кабардино-Балкарская Республика) в свете новых данных // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 1 (63). С. 82–90.
13. Бортников Н.С., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Газеев В.М., Шевченко А.В. Захороненные промышленные отходы Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината: состав, геохимические особенности и их утилизация как решение экологических и социальных проблем на территории Кабардино-Балкарской Республики, Россия // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2013. № 3. С. 231–249.
14. Патент на изобретение. Термогидрометаллургический способ комплексной переработки медного концентрата с извлечением цветных и благородных металлов / Винокуров С.Ф. М., 2005. Бюлл. № 18.

МЕДИЦИНА

УДК 616-053.2

ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ И СТРУКТУРА ТЯЖЕСТИ АСФИКСИИ НОВОРОЖДЕННЫХ В КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

* Анаева Л.А., Жетишев Р.А.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

* anaeva.lima78@mail.ru

В статье представлены данные ретроспективного анализа медицинской документации Республиканского перинатального центра Кабардино-Балкарии за 2007–2011 гг., изучены динамика частоты и структура тяжести асфиксии новорожденных.

Ключевые слова: новорожденные, асфиксия новорожденных, доношенные дети, степень недоношенности.

FREQUENCY DYNAMICS AND GRAVITY STRUCTURE OF THE NEWBORN ASPHYXIA IN KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

Anaeva L.A., Zhetishev R.A.

Kabardino-Balkarian State University

According to a retrospective analysis of medical records of the Republican Perinatal Center of Kabardino-Balkaria the frequency dynamics and gravity structure of the newborn asphyxia for years from 2007 to 2011 has been studied.

Keywords: infants, birth asphyxia, full-term infants, degree of prematurity.

Асфиксия новорожденных – причина смерти примерно миллиона детей в мире ежегодно, и примерно у такого же количества детей развиваются серьезные неврологические и другие ее последствия. Для объективной оценки степени тяжести асфиксии при рождении применяется балльная система **APGAR** (Appearance, Pulse, Grimace, Activity, Respiration), предложенная В. Апгар [1, 2]. Наиболее высок риск развития асфиксии у недоношенных детей. Прогноз жизни и здоровья детей, родившихся в состоянии асфиксии, зависит от тяжести состояния при рождении, гестационного возраста и качества медицинской помощи, оказанной ребенку в родильном доме [3–6].

Цель данной работы – изучение динамики частоты и структуры тяжести асфиксии новорожденных в Республиканском перинатальном центре (РПЦ) Кабардино-Балкарской Республики (КБР) за 5 лет.

Материалы и методы. Для выполнения поставленной цели проведен ретроспективный статистический анализ 17136 карт развития новорожденных и историй родов матерей РПЦ КБР за период с 2007 по 2011 годы [7, 8].

При анализе документации все новорожденные были разделены на две группы в зависимости от срока гестации при рождении [9]:

- 1) доношенные дети (37 недель и более);
- 2) недоношенные дети (36 недель и менее).

В зависимости от степени недоношенности новорожденные были разделены еще на четыре группы соответственно гестационному сроку: 36–35 недель, 34–32 недели, 31–29 недель, 28–22 недели.

Следующим этапом были выделены группы детей, рожденных в асфиксии различной степени тяжести, оцененной по шкале Апгар на 1-й минуте жизни: тяжелая асфиксия (0–3 балла), среднетяжелая

асфиксия (4–5 баллов), легкая, или умеренная асфиксия (6–7 баллов). В эту группу были включены дети, у которых на 5-й минуте оценка по шкале Апгар не превышала 7 баллов [9].

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ медицинской документации РПЦ КБР выявил, что доля недоношенных детей среди всех новорожденных за период 2007–2011 гг. составляла 7,7 % (1318 детей). При этом доля их была минимальной в 2008 г., достигнув максимума в 2011 г. – 6,2 и 9,1 % соответственно (рис. 1).

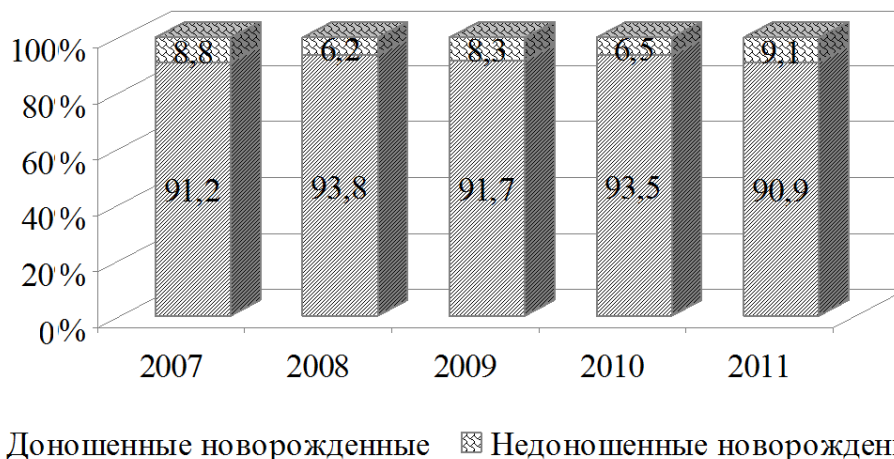


Рис. 1. Соотношение доношенных и недоношенных детей, родившихся в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

На рис. 2 показано распределение недоношенных детей, родившихся в РПЦ КБР с 2007 по 2011 годы, в зависимости от гестационного срока. За исследуемый период времени на 4,3 % уменьшилась доля детей, родившихся в сроке 36–35 недель, при этом на 4,5 % увеличилось количество новорожденных в сроке гестации 34–32 недели. Необходимо отметить положительные тенденции: в 1,9 раз снизился процент детей, рожденных в 28–22 недели, а доля новорожденных в сроке 31–29 недель увеличилась в 1,8 раз.

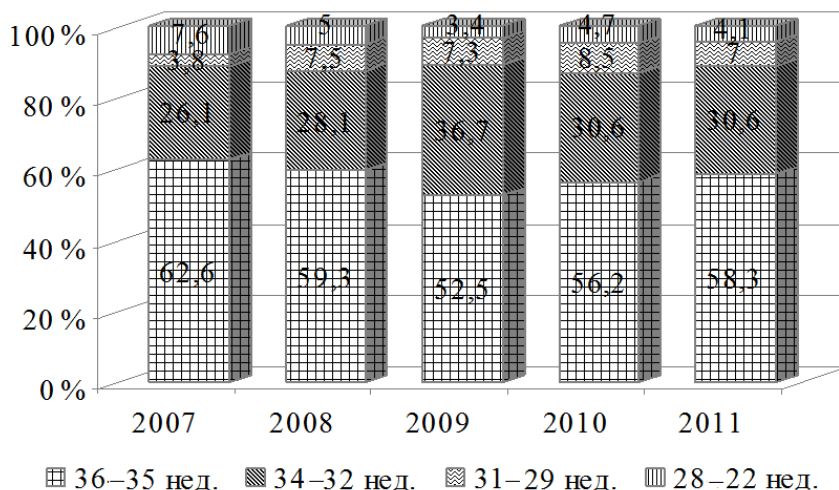


Рис. 2. Распределение недоношенных детей, родившихся в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг., в зависимости от срока гестации

Дальнейший статистический анализ позволил выделить среди всех новорожденных РПЦ КБР за 5 лет группу детей, рожденных в асфиксии различной степени тяжести. Их количество составило 2965 детей, что соответствует 17,3 % от всех новорожденных. При этом доля детей, рожденных в асфиксии, среди недоношенных новорожденных значительно превышает эту долю среди доношенных детей (рис. 3).

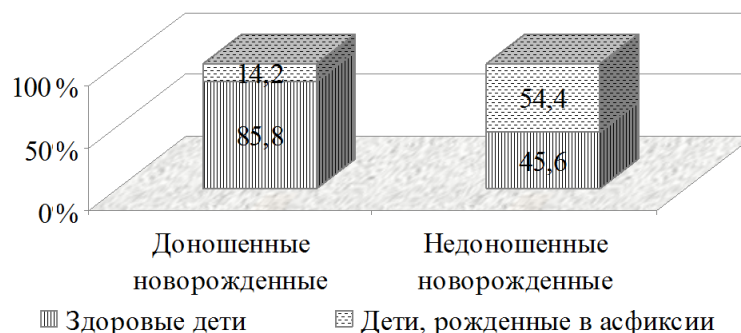


Рис. 3. Соотношение здоровых и рожденных в асфиксии среди доношенных и недоношенных новорожденных РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

На протяжении пяти анализируемых лет количество детей, родившихся в асфиксии различной степени тяжести, имеет тенденцию к снижению как в группе доношенных новорожденных, так и среди недоношенных детей. Исключение составляет 2009 год, когда отмечен незначительный рост доли детей, перенесших асфикию, среди доношенных и недоношенных детей по сравнению с предыдущим годом. За 5 лет доля всех детей РПЦ КБР, рожденных в асфиксии, уменьшилась на 4,5 %. При этом в группе недоношенных детей снижение произошло на 11,3%, в группе доношенных – на 3,9 % (рис. 4).

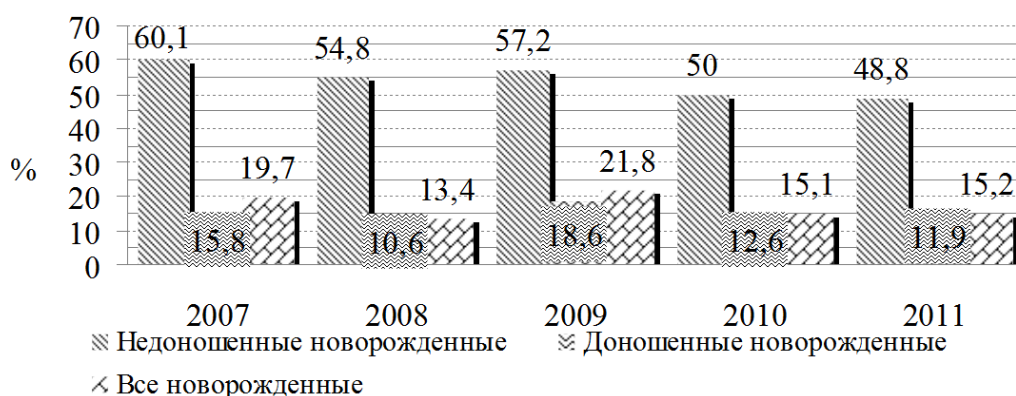


Рис. 4. Доля детей, рожденных в асфиксии, среди недоношенных, доношенных и всех новорожденных РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

На рис. 5 представлено процентное соотношение здоровых новорожденных и детей, перенесших асфикию при рождении, в группе недоношенных с различными сроками гестации. Выявлено, что вероятность рождения ребенка в асфиксии различной степени тяжести увеличивается со снижением гестационного срока при рождении. При этом достоверное увеличение доли детей, рожденных в асфиксии происходит при уменьшении срока гестации до 31–29 недель, достигая 90,1 %. Далее, с уменьшением гестационного срока (28–22 недели) доля детей, перенесших асфикию при рождении, увеличивается незначительно (на 0,4 %).

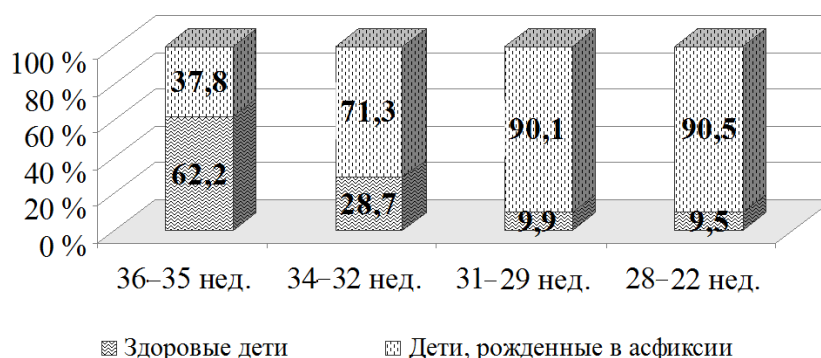


Рис. 5. Соотношение здоровых детей и рожденных в асфиксии среди недоношенных новорожденных с различным гестационным сроком РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

За пятилетний период отмеченное выше снижение количества недоношенных новорожденных, перенесших асфикию различной степени тяжести (рис. 4), происходит во всех группах детей, рожденных в разные гестационные сроки (36–35 недель – снижение на 12 %, 34–32 недели – на 15 %, 28–22 недели – на 20 %). Исключение составляет группа недоношенных детей, рожденных в асфиксии, со сроком гестации при рождении 31–29 недель, где их количество составляет 100 % как в 2007, так и в 2011 году (рис. 6).

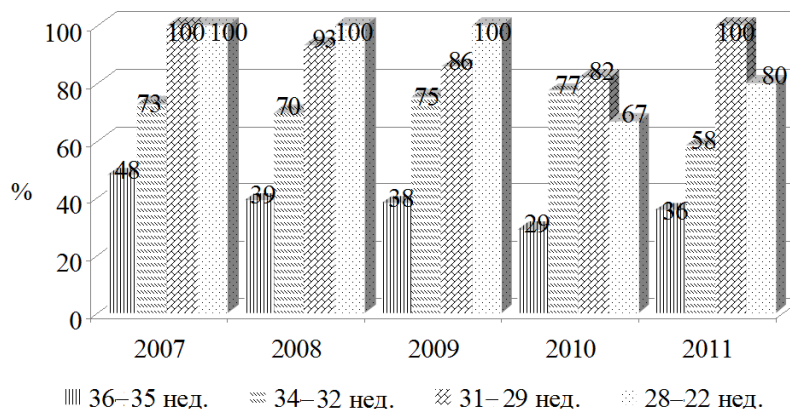


Рис. 6. Доля детей, рожденных в асфиксии, среди недоношенных новорожденных с различным гестационным сроком РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

Структура тяжести асфиксии новорожденных среди доношенных детей, рожденных в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг. значительно не изменилась (рис. 7). Доля детей, рожденных в тяжелой асфиксии, составляла 5,4 и 4,9 %, в асфиксии средней степени тяжести – 21,2 и 19,4 %, в легкой асфиксии – 73,4 и 75,7 % в 2007 и 2011 гг. соответственно.

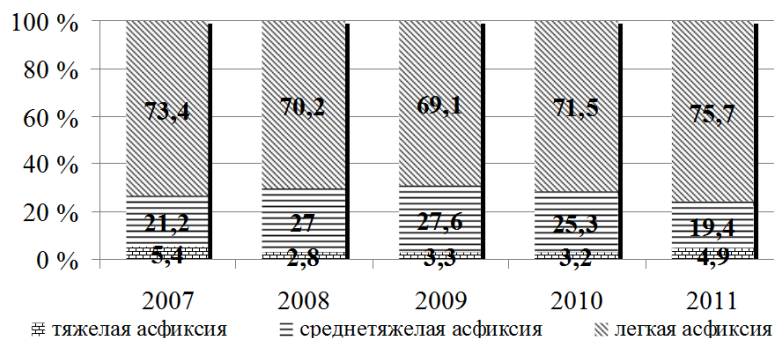


Рис. 7. Структура тяжести асфиксии среди доношенных детей РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

В группе недоношенных детей со сроком гестации при рождении в сроке 36–35 недель в 2008 году была выявлена положительная динамика структуры тяжести асфиксии по сравнению с 2007 годом: процент детей, рожденных в тяжелой асфиксии, уменьшился на 6,3 %, в среднетяжелой – на 4,5 % (рис. 8). Однако, начиная с 2009 года, эти показатели стали расти, и к 2011 году ситуация ухудшилась в сторону увеличения удельного веса детей, рожденных в асфиксии тяжелой и средней степени тяжести.



Рис. 8. Структура тяжести асфиксии среди недоношенных детей, родившихся в сроке 36–35 недель в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

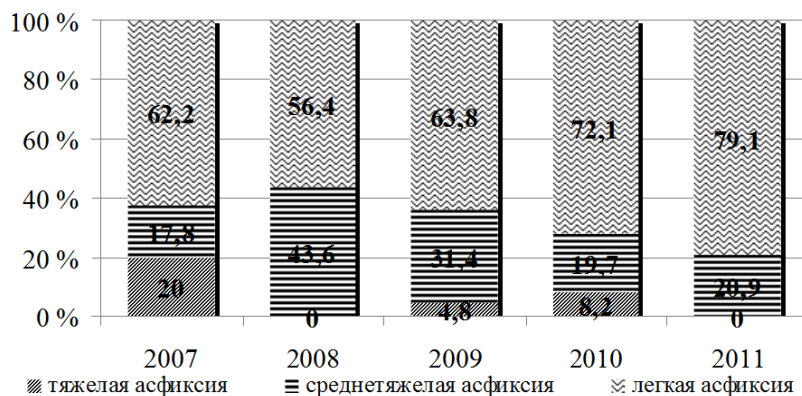


Рис. 9. Структура тяжести асфиксии среди недоношенных детей, родившихся в сроке 34–32 недели в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

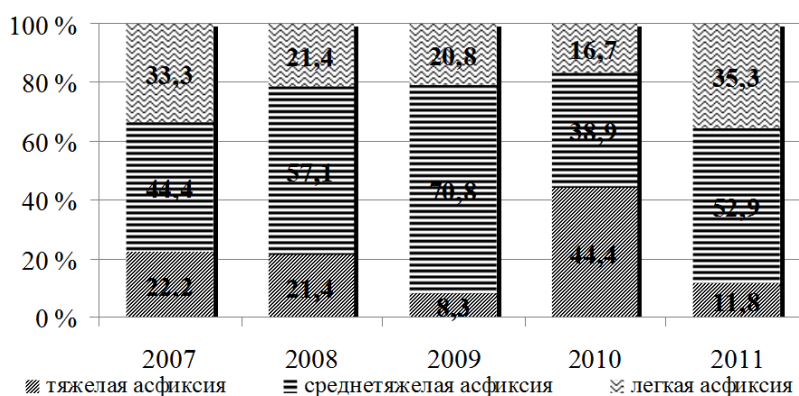


Рис. 10. Структура тяжести асфиксии среди недоношенных детей, родившихся в сроке 31–29 недель в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

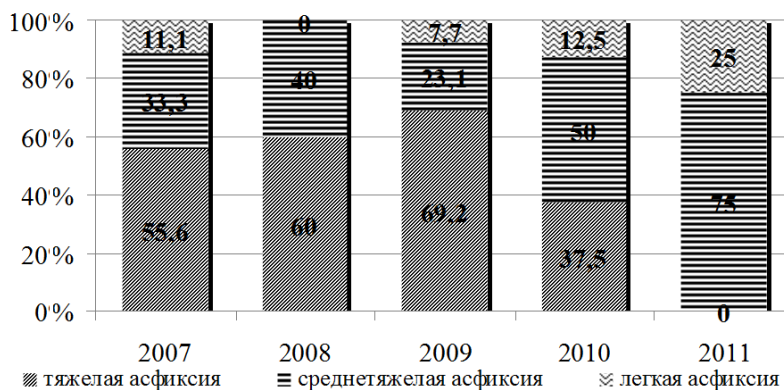


Рис. 11. Структура тяжести асфиксии среди недоношенных детей, родившихся в сроке 28–22 недели в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг.

В структуре тяжести асфиксии среди глубоко недоношенных новорожденных РПЦ КБР за 5 лет выявлены некоторые общие положительные тенденции (рис. 9–11).

Во всех группах недоношенных детей независимо от гестационного срока значительно уменьшилась доля детей, рожденных в тяжелой асфиксии, с увеличением удельного веса новорожденных с легкой и среднетяжелой асфиксией (рис. 9–11). Необходимо отметить, что в 2011 году среди недоношенных новорожденных, появившихся на свет в сроке гестации 34–32 и 28–22 недели, не было детей, рожденных в тяжелой асфиксии (рис. 9, 11). В группе с гестационным возрастом 31–29 недель за пять лет их доля снизилась в 1,9 раз – с 22,2 % в 2007 году до 11,8 % в 2011 году (рис. 10).

Выводы

- Доля детей, рожденных в асфиксии, среди недоношенных новорожденных (54,4 %) значительно превышает эту долю среди доношенных детей (14,2 %).

• На протяжении пяти анализируемых лет количество детей, родившихся в асфиксии различной степени тяжести, имеет тенденцию к снижению как в группе доношенных новорожденных (на 3,9 %), так и среди недоношенных детей (на 11,3 %).

• Выявлено, что вероятность рождения ребенка в асфиксии различной степени тяжести увеличивается со снижением гестационного срока при рождении.

• Структура тяжести асфиксии новорожденных среди доношенных детей, рожденных в РПЦ КБР за период 2007–2011 гг., значительно не изменилась. Доля детей, рожденных в тяжелой асфиксии, составляла 5,4 и 4,9 %, в асфиксии средней степени тяжести – 21,2 и 19,4 %, в легкой асфиксии – 73,4 и 75,7 % в 2007 и 2011 гг. соответственно.

• В структуре тяжести асфиксии среди недоношенных новорожденных РПЦ КБР выявлены общие положительные тенденции: за 5 лет значительно уменьшилась доля детей, рожденных в тяжелой асфиксии. При этом увеличился удельный вес новорожденных с легкой и среднетяжелой асфиксией.

Библиография

1. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю. Смертность детского населения России. М.: Литерра, 2007. 328 с.
2. Шабалов Н.П., Любименко В.А., Пальчик А.Б., Ярославский В.К. Асфиксия новорожденных. М.: МЕДпресс-информ, 2003. 368 с.
3. Антонов А.Г. Реанимация и интенсивная терапия новорожденных с асфиксией // Медицина неотложных состояний: практические рекомендации. 2008. № 2. С. 15.
4. Эзутаган С.Г. Перинатальная асфиксия // Первичная и реанимационная помощь новорожденным в родильном зале. Результаты внедрения приказа МЗ РФ № 372. Проблемы. Перспективы развития: материалы конференции. 2000. 123 с.
5. Клиническое руководство по асфиксии плода и новорожденного / под ред. А. Михайлова и Р. Туннела. СПб.: Петрополис, 2001. 144 с.
6. Прахов А.В., Гапоненко В.А., Игнашина Е.Г. Болезни сердца плода и новорожденного. Н.Новгород: НГИА, 2001. 187 с.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. Ю.А. Данилова. М.: Практика, 1998. 459 с.
8. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: МедиаСфера, 2002. 312 с.
9. Неонатология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Н.Н. Володина, В.Н. Чернышова, Д.Н. Дегтярева. М.: Академия, 2005. 448 с.

**РОЛЬ ЦИСТАТИНА С В ПРОГНОЗИРОВАНИИ
ПРЕКЛИНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК И СУБКЛИНИЧЕСКОГО ОСТРОГО
ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК У БОЛЬНЫХ С СОЧЕТАННОЙ ТРАВМОЙ**

Мизиев И.А., Махов М.Х., Хатшуков А.Х., Дабагов О.Ю., Ахкубеков Р.А.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

mahov_murat@mail.ru

Исследована возможность выявления преклинической болезни почек и субклинического острого повреждения почек у больных с сочетанной травмой с использованием высокоточного эндогенного маркера цистатина С. Проведен анализ уровня цистатина С, биохимических показателей сыворотки крови у 40 больных с сочетанной травмой.

Ключевые слова: сочетанная травма, преклиническая болезнь почек, субклиническое острое повреждение почек, цистатин С.

**THE ROLE OF CYSTATIN C IN THE PREDICTION OF PRECLINICAL KIDNEY DISEASE
AND SUBCLINICAL ACUTE KIDNEY INJURY IN PATIENTS WITH COMBINED TRAUMA**

Miziev I.A., Makhov M.H., Khatshukov A.H., Dabagov O.U., Akhkubekov R.A.

Kabardino-Balkarian State University

The aim of the investigation possibility to identify kidney disease and subclinical acute clinical injury in patients with combined trauma with using high precise endogenous marker cystatin C. The analysis of cystatin C, serum biochemical parameters in 40 patients with combined trauma was carried out.

Keywords: combined trauma, preclinical kidney disease, subclinical acute kidney injury, cystatin C.

Введение. В последние годы отмечается неуклонный рост числа травм различной локализации, которые являются ведущей причиной смерти, а также временной и стойкой нетрудоспособности у лиц моложе 40 лет. Характерной чертой современных травм является превалирование множественных и сочетанных повреждений, обуславливающее высокую, не имеющую тенденции к снижению летальность. Сочетанная травма характеризуется одновременным повреждением нескольких анатомо-функциональных областей и наблюдается у 50–70 % пострадавших с тяжелыми механическими повреждениями. Ежегодно в РФ погибают более 35 тысяч человек вследствие сочетанной травмы. Сочетанная травма является одной из трех основных причин смертности населения, причем у людей в возрасте до 40 лет эта причина выходит на первое место. Смертность в России от сочетанной травмы достигает 59–65 случаев на 100 тысяч населения. Изменение функции почек при травме имеет значение для больного – это может увеличивать продолжительность лечения, ухудшать прогноз, приводить к развитию поздних осложнений [1]. Благодаря успехам в развитии лабораторной диагностики в современной медицине появились два новых термина: преклиническая болезнь почек и субклиническое острое повреждение почек. Преклиническая болезнь почек (ПБП, preclinical kidney disease) – состояние без клинических признаков заболевания почек, при котором скорость клубочковой фильтрации по креатинину > 60 мл/мин/1,73 м², но уровень сывороточного цистатина С $\geq 1,0$ мг/мл. ПБП независимо от других факторов предсказывает развитие клинических заболеваний почек [2]. Субклиническое острое повреждение почек (СОПП, subclinical acute kidney injury) – новый термин, которым обозначается внезапное прекращение или резкое снижение функций почек на фоне низких уровней сывороточного креатинина [3]. Цистатин С – точный эндогенный маркер патологии почек (при измерении в сыворотке – маркер гломерулярной дисфункции, при измерении в моче – маркер тубулярной дисфункции), представляющий собой маленький белок, состоящий из 120 аминокислотных остатков с молекулярной массой 13,26 kD [4–8]. По функциональным характеристикам цистатин С является ингибитором внутриклеточных (лизосомных) протеаз и важнейшим ингибитором внеклеточных цистеиновых протеаз, участвует в поддержании динамического равновесия в процессах обновления внеклеточного матрикса. Этот белок синтезируется всеми клетками организма и также с постоянной скоростью элиминируется почками [9–14].

Цель исследования. Показать возможность выявления преклинической болезни почек и субклинического острого повреждения почек у больных с сочетанной травмой.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 40 больных, находящихся в отделении сочетанной травмы на базе ГБУЗ РКБ в клинике кафедры факультетской и эндоскопической хирургии КБГУ им. Х.М. Бербекова. Возраст обследуемых больных с сочетанной травмой составил от 20 до 62 лет, причем отмечалась разная степень тяжести повреждения. Группу контроля составили 10 практически здоровых добровольцев соответствующего возраста. С целью выявления ПБП и СОПП определяли уровни цистатина С в сыворотке крови, уровень сывороточного креатинина. Кроме этого, определяли уровни мочевины, мочевой кислоты крови, общий белок крови, электролиты крови (Na, K, Cl, Ca, Mg, P). Выполнялись тесты на фотометре-биохимическом анализаторе Stat Fax(США). Для определения цистатина С использовали набор «Cystatin C FS», набор калибраторов «TruCal Cystatin C» и контрольный материал двух уровней: «TruLab Cystatin C» производство «DiaSys Diagnostic Systems», Германия. Биохимические анализы проводились в лаборатории диализного центра ООО «Северо-Кавказский нефрологический центр», Нарткалинский филиал № 2, г. Нарткала, КБР. Биоматериалом являлась сыворотка крови, которую можно хранить 1 неделю при температуре 2–8 градусов по Цельсию или в замороженном виде 1 месяц при температуре –20 по Цельсию. Также параллельно проводилось исследование функций почек по пробе Реберга, Зимницкого, Нечипоренко. Всем больным проводилось динамическое УЗИ почек. Забор крови осуществлялся в динамике: первый день от момента получения травмы, третий день и седьмой день. Скорость клубочковой фильтрации СКФ определяли по пробе Реберга, параллельно рассчитывали по цистатину С. Для расчета СКФ по концентрации цистатина С используются различные формулы. Для реагента DiaSys Cystatin C FS рекомендуется уравнение Хоука (Hoek et al): $СКФ [мл/мин/1,73м^2] = (80,35/цистатин С [мг/л]) - 4,32$ [15]. Необходимо отметить, что у исследуемой группы больных в анамнезе хронических заболеваний почек не было.

Результаты. В ходе исследования выявлено, что подавляющее число пациентов с сочетанной травмой, принявших участие в обследовании, имели нормальный уровень сывороточного креатинина (36 человек), так же как и добровольцы контрольной группы (9 человек). Уровень сывороточного цистатина С у 22 (55 %) больных более чем на 30 % превышал нормальные значения (19–49 лет – 0,53–0,92 мг/л, >50 лет – 0,58–1,02 мг/л), причем повышение уровня цистатина С наблюдалось в первые 3 дня, затем наблюдалось постепенное снижение показателя. У 6 (27 %) больных с повышенным уровнем цистатина С высокие цифры сохранялись и спустя 1 неделю с момента получения травмы. У 60 % больных, в диагнозе которых присутствовал ушиб почек, показатели цистатина С оказались выше нормы. Среди обследуемых у больного, в анамнезе которого нефрэктомия месячной давности, цистатин С оказался выше нормы (1,4 мг/л). СКФ по пробе Реберга была снижена только у 4 больных, тогда как при расчете по формуле Хоука – у 22 больных. Мочевина крови была повышена у 20 (50 %) исследуемых больных. У 16 (40 %) исследуемых наблюдалось снижение общего белка крови. Электролиты крови: гипонатриемия отмечалась у всех больных, повышение уровня фосфора в крови отмечалось у 18 больных, гипермагниемия и гиперхлоремия, гиперкальциемия у 38 больных, гиперкалиемия – у 6 (27 %) больных. Поскольку калий и кальций-внутриклеточные катионы, то повышение их уровней в сыворотке крови возможно и за счет распада клеточных элементов, что часто бывает при травмах. Для оценки общей тяжести состояния больных использовали упрощенную шкалу оценки физиологических расстройств SAPS, шкалу оценки острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния II – APACHE II, шкалу оценки полиорганной недостаточности – MODS. При наблюдении больных с сочетанной травмой с различными стадиями развития травматической болезни оказалось, что уровень сывороточного цистатина С коррелировал с индексом тяжести состояния. Для оценки тяжести травмы и динамики изменения состояния больных в процессе лечения использовали нормализованную шкалу ВПХ-СГ, которая позволяет осуществлять мониторинг состояния на госпитальном этапе. Показатели индекса тяжести состояния по шкале ВПХ-СГ также коррелировали с уровнем сывороточного цистатина С (таблица).

Таблица

Коррелятивная связь между индексом тяжести состояния
в баллах по шкале ВПХ-СГ и уровнем сывороточного цистатина С

Традиционная градация состояния	Индекс тяжести состояния в баллах и количественные границы	Средний уровень сывороточного цистатина С мг/л	Количество больных, у которых цистатин С выше нормы (n=22)	Прогнозируемая летальность %	Частота развития осложнений %
Средней тяжести	25(23–32)	1,4	15	менее 3,5	менее 34
Тяжелое	38(33–40)	2,1	5	до 38	до 66
Крайне тяжелое	43(41–50)	2,4	1	до 84	до 90
Терминальное	50	2,9	1	100	–

Летальность в общей массе обследуемых лиц с сочетанной травмой составила 2,5 % (1 человек). У этого больного на второй неделе с момента получения травмы развилась клиника ОПН: олигурия, затем анурия, гиперкалиемия, гиперазотемия. Необходимо отметить, что уровень цистатина С также увеличивался пропорционально нарастанию клинической симптоматики и составил в своем максимальном значении 2,9 мг/л.

Обсуждение. Исходя из проведенного исследования, мы не обнаружили корреляции между уровнем сывороточного креатинина и уровнем сывороточного цистатина С у больных с сочетанной травмой. Как маркер СКФ креатинин имеет следующие ограничения: 1) уровень креатинина варьируется в зависимости от возраста, пола, отношения мышечной массы к общему весу, принимаемых медикаментов, диеты; 2) концентрация креатинина может не изменяться в случаях, когда большая часть почечной ткани не функционирует (СКФ < 40–70 мл/мин/1,73 м²); 3) при ухудшении клубочковой фильтрации происходит компенсаторное усиление канальцевой секреции креатинина, в результате чего происходит завышенная оценка функции почек; 4) креатинин недостаточно точно отражает реальную картину при острых изменениях функции почек до тех пор, пока не достигается некоторая стабилизация состояния, что чаще всего происходит спустя два-три дня после инициации поражения [16]. Данное исследование показывает, что уровни цистатина С могут предсказывать риск развития субклинического острого повреждения почек и сигнализировать о преклинической фазе ренальной дисфункции у больных с сочетанной травмой. Пожалуй, наиболее целесообразное применение цистатина С – использование его как маркера преклинических или ранних заболеваний почек среди лиц, у которых СКФ, определенная по креатинину, находится в нормальном диапазоне ≥ 60 мл/мин/1,73 м², но цистатин С повышен [17, 18]. В США рекомендуется использовать измерение сывороточного цистатина С для рутинного скрининга ренальной дисфункции и связанных с ней сердечно-сосудистых заболеваний у всех лиц 55 лет и старше [19].

Заключение. Научная новизна работы – впервые предложен маркер преклинической болезни почек и субклинического острого повреждения почек у больных с сочетанной травмой для своевременной коррекции нарушенного функционального состояния почек. По данной работе получен грант по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса (УМНИК-2014)» федеральным государственным бюджетным учреждением «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» Уровень цистатина С не зависит от таких параметров, как возраст, пол, диета, мышечная масса. Уровень цистатина С подвержен меньшей индивидуальной вариабельности по сравнению с креатинином. Уровень цистатина С не изменяется при наличии воспалительных процессов, в том числе в самих почках, объективно отражая СКФ. Цистатин С не секретируется в почечных канальцах, что позволяет рассматривать его как чувствительный маркер ранней ХПН. Цистатин С может использоваться при начальных стадиях ХПН, в диапазонах снижения СКФ < 40–70 мл/мин/1,73 м², что ниже порога чувствительности для креатинина. Цистатин С может использоваться как чувствительный маркер оценки СКФ при остром повреждении почек.

Библиография

1. Селезнев В.А. Сочетанная травма и травматическая болезнь (общие и частные вопросы патогенеза, клиника, лечение). Пермь, 1999. 331 с.
2. Shlipak M.G., Katz R., Sarnak M.J. et al. Cystatin C and prognosis for cardiovascular and kidney outcomes in elderly persons without chronic kidney disease // Ann Intern Med. 2006. N 145 (4). P. 237–246.
3. Haase M., Devarajan P., Haase-Fielitz A. et al. The outcome of neutrophil gelatinase-associated lipocalin-positive subclinical acute kidney injury a multicenter pooled analysis of prospective studies // Coll. Cardiol. 2011. N 57 (17). P. 1752–1761.
4. Thomas C., Thomas L. Renal Failure – Measuring the Glomerular Filtration Rate. Dtsch //Arztebl. Int. 2009. N 106 (51-52). P. 849-854; DOI:10.3238/arztebl.2009.0849 <http://www.aerzteblatt.de>.
5. Conti M., Moutereau S., Zater M. et al. Urinary cystatin C as a specific marker of tubular dysfunction // Clin. Chem. Lab. Med. 2006. Vol. 44 (3). P. 288–291.
6. Herget-Rosenthal S., Wijk J.A., Bocker-Preuss M. et al. Increased urinary cystatin C reflects structural and functional renal tubular impairment independent of glomerular filtration rate // Clin. Biochem. 2007. N 40. P. 946–951.
7. Shankar A., Teppala S. Relationship between serum cystatin C and hypertension among US adults without clinically recognized chronic kidney disease // Soc. Hypertens. 2011. N 5 (5). P. 378–384.
8. Bolignano D., Lacquaniti A., Coppolino G. et al. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin reflects the severity of renal impairment in subjects affected by chronic kidney disease // Kidney Blood Press Res. 2008. N 31. P. 255–258.

9. Grubb A., Bjork J., Lindstrom V. et al. A cystatin C-based formula without anthropometric variables estimates glomerular filtration rate better than creatinine clearance using the Cockcroft-Gault formula // Clin Lab Invest. 2005. V. 65 (2). P. 153–162.
10. Roos J.F., Doust J., Tett S.E. et al. Diagnostic accuracy of cystatin C compared to serum creatinine for the estimation of renal dysfunction in adults and children-a meta-analysis // Clin. Biochem. 2007. V. 40 (5–6). P. 383–391.
11. Herget-Rosenthal S., Bokenkamp A., Hofmann W. et al. How to estimate GFR-serum creatinine, serum cystatin C or equations? // Clin. Biochem. 2007. V. 40(3–4). P. 153–161.
12. Tidman M., Sjostrom P., Jones I. et al. A comparison of GFR estimating formulae based upon s-cystatin C and s-creatinine and a combination of the two // Nephrol Dial Transplant. 2008. V. 23(1). P. 154–160.
13. Stevens L.A., Coresh J., Schmid C.H. et al. Estimating GFR using serum cystatin C alone and in combination with serum creatinine: a pooled analysis of 3,418 individuals with CKD // Kidney Dis. 2008. V. 51(3). P. 395–406.
14. Sterner G., Bjork J., Carlson J. et al. Validation of a new plasma cystatin C-based formula and the Modification of Diet in Renal Disease creatinine-based formula for determination of glomerular filtration rate // Urol Nephrol. 2009. V. 43(3). P. 242–249.
15. Rigalleau V., Raffaitin C., Gin H. et al. Accounting for body composition does not improve cystatin C estimation of GFR in diabetic subjects with CKD // Kidney Dis. 2007. V. 49(4). P. 560.
16. Tonelle C. et al Partial amino acid sequence of two forms of human post-gamma globulin // Biochemical Biophysical Research Communications. 1979. V. 86(3). P. 613–619.
17. Unwin N., Shaw J., Zimmet P., Alberti K.G. Impaired glucose tolerance and impaired fasting glycaemia: the current status on definition and intervention // Diabet Med. 2002. V. 19. P. 708–723.
18. Chobanian A.V., Bakris G.L., Black H.R., et al. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report // JAMA. 2003. V. 289. P. 2560–2572.
19. Shlipak M.G. Cystatin C: research priorities targeted to clinical decision making // Kidney Dis. 2008. V. 51. P. 358–361.

ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ НА ДОГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПЕ

*Шебзухов О.А.¹, Слепушкин В.Д.², Плиев А.М.²

¹ГКУЗ КБЦ МК МЗ КБР

²ГБОУ ВПО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»

*oleg07kbr@mail.ru

Статья посвящена исследованию дополнительного использования метода капнографии у пострадавших на догоспитальном этапе, находящихся без сознания, который позволяет в 2,3 раза повысить точность постановки диагноза закрытой травмы живота.

Ключевые слова: закрытая травма живота, диагностика, догоспитальный этап.

DIAGNOSIS OF INJURY ABDOMINAL PREHOSPITAL

Shebzukhov O.A.¹, Slepishkin V.D.², Pliev A.M.²

¹GKUZ KBTS MK MZ KBR

²Medical University, «North Ossetian State Medical Academy»

The article investigates the additional use of the method have capnography in pre-hospital suffering from an unconscious, which allows 2.3 times rose-Sit accuracy of diagnosis closed abdominal trauma.

Keywords: the closed abdominal trauma, diagnostics, prehospital stage.

Число пострадавших с закрытой травмой живота (ЗТЖ) за последние 10 лет увеличилось в 3,1–3,5 раза [1]. Из общего числа умерших с ЗТЖ около 50 % погибают на догоспитальном этапе от травматического шока и кровопотери. Если в условиях города 95 % пострадавших врачебную помощь получают в ближайшие часы после травмы, то на дорогах врачебную помощь оказывают только 43,8 % пострадавших [1]. Особо следует выделить ситуацию, когда невозможно в кратчайшие сроки доставить пострадавшего в лечебное учреждение из-за разрушений ЛПУ вследствие техногенных ЧС или проведения боевых действий [2], [3]. При ЗТЖ лечебные мероприятия на догоспитальном этапе ограничены проведением обезболивания, обеспечением функции дыхания и коррекции нарушений гемодинамики [4]. Основным патологическим процессом при ЗТЖ в первые минуты является кровопотеря, определение которой является основной задачей на догоспитальном этапе. Необходимость в проведении инфузионной терапии, очередность в госпитализации и маршрут госпитализации определяются исходя из наличия кровопотери.

Цель исследования: провести анализ методов диагностики ЗТЖ и разработать дополнительные методики для оценки наличия кровопотери на догоспитальном этапе.

Материал и методы исследования. Исследование выполнено по результатам ретроспективного анализа 729 сопроводительных листов бригад скорой медицинской помощи (СМП – 511 листов) и бригад службы медицины катастроф (СМК – 218 листов). Диагноз бригад сопоставлялся с диагнозом больницы, куда доставлялись пострадавшие.

У 34 пострадавших на догоспитальном этапе при наличии ясного сознания проводили оценку инспираторной спирометрии (в мл) при помощи спирометра Coach 2. Проведение пробы занимает не более 30–50 сек.

В случае необходимости поддержания проходимости дыхательных путей методом установки ларингеальной маски или интубации трахеи (33 пострадавших) определяли степень насыщения выдыхаемого воздуха углекислым газом (EtCO₂ в %) при помощи портативного капнографа ЕММА, который соединяется с трубкой. Данная проба занимает от 40 до 50 сек.

Травму пострадавшие получили в результате: ДТП – 78 %, падение с высоты – 4 %, минно-взрывная травма – 18 % (при этом имели место осколочные повреждения конечностей). Возраст больных – от 19 до 50 лет (34,3±1,3 года), из них мужчин – 88 %, женщин – 12 %.

Статистический анализ проводили с использованием пакета прикладных программ STATISTICA. Сравнение групп по количественному признаку осуществляли с использованием критерия Стьюдента или по четырехпольной таблице сопряженных признаков [5].

Результаты и их обсуждение. Анализ показал, что на догоспитальном этапе при оказании медицинской помощи проводились следующие неотложные мероприятия бригадами СМП и СМК (табл.1).

Таблица 1

Неотложные мероприятия на догоспитальном этапе (в % от общего числа пострадавших)

Неотложные мероприятия	Бригады СМП	Бригады СМК
Обезболивание и седация	46	78
Респираторная поддержка	6	26
Инфузионная терапия	18	68
Гемодинамическая поддержка	2	14

Ранее проводимый нами анализ [6] также свидетельствовал о том, что бригады СМК в большей степени владеют навыками оказания медицинской помощи на догоспитальном этапе по сравнению с бригадами СМП.

Степень выявляемости ЗТЖ у всего контингента пострадавших на догоспитальном и госпитальном этапах оказания медицинской помощи представлена в табл. 2.

Таблица 2

Степень выявляемости ЗТЖ у пострадавших на догоспитальном этапе

Бригады	% установки диагноза ЗТЖ на догоспитальном этапе	% установки диагноза ЗТЖ на госпитальном этапе	Атрибутивный риск	Доверительный интервал	P
СМП	16,5	64,7	32,11	4,10-15,2	<0,001
СМК	33,8	68,7	12,4	1,23-2,35	<0,05

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, степень выявляемости ЗТЖ на догоспитальном этапе гораздо выше в бригадах СМК, что подтверждается статистически значимыми различиями, просчитанными по четырехпольной таблице сопряженных признаков.

Отдельно следует сказать о диагностике ЗТЖ у пострадавших, находившихся в сознании, и у пострадавших, находившихся в бессознательном состоянии (табл. 3). Без сознания при приезде медицинских бригад на место происшествия находилось 36 % пострадавших.

Таблица 3

Степень выявляемости ЗТЖ у пострадавших в зависимости от уровня сознания на догоспитальном этапе

Медицинские бригады	Больные в сознании	Больные без сознания
СМП	24,3 %	9,5 %
СМК	54,2 % (доверительный интервал 4,35-16,1; P<0,001)	11,6 (P>0,05)

Как видно из данных табл. 3, у больных без сознания диагностируется ЗТЖ примерно в равных количествах у бригад СМП и СМК. У больных, находящихся в сознании, диагноз ЗТЖ ставился в 2,3 раза чаще бригадами СМК.

С целью повышения точности диагностики ЗТЖ на догоспитальном этапе авторы статьи в бригадах СМК применили методику инспираторной спирометрии, которая позволяет определить у больных, находящихся в сознании, емкость вдоха (Ев). Известно [7], что снижение Ев прямо коррелирует с возрастанием внутрибрюшного давления (ВБД), которое повышается при повреждении органов брюшной полости, наличии внутрибрюшного кровотечения.

У больных, которые находились в бессознательном состоянии и которым с целью поддержания проходимости дыхательных путей проводилась интубация трахеи или установка ларингеальной маски, при помощи портативного капнографа определяли степень насыщения углекислым газом выдыхаемого воздуха (EtCO₂). Известно, что величина EtCO₂ будет снижаться в случае патологии в брюшной полости за счет ограничения экскурсии диафрагмы и уменьшения дыхательного объема [8].

Таблица 4

Частота выявляемости ЗТЖ у пострадавших на догоспитальном этапе при отсутствии и наличии дополнительных методов исследования

Характеристика пострадавших	% постановки диагноза ЗТЖ
<u>Больные в сознании :</u>	
– без спирометрии	54,2 %
– с применением инспираторной спирометрии	62,3 % ($P>0,05$)
<u>Больные без сознания :</u>	
– без капнографии	11,6 %
– с капнографией	24,5 % ($P<0,05$)

Данные, приведенные в табл. 4, говорят о том, что у больных, находящихся в сознании, использование дополнительного метода исследования в виде инспираторной спирометрии незначительно повышает степень постановки диагноза ЗТЖ.

У больных, находящихся без сознания, дополнительное использование методики капнографии на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи существенно повышает степень диагностики ЗТЖ.

Выводы

1. На догоспитальном этапе у пострадавших, находящихся в сознании, бригады службы медицины катастроф почти в 2 раза чаще выявляют закрытую травму живота.
2. У пострадавших, находившихся без сознания, бригады скорой медицинской помощи и бригады службы медицины катастроф выявляют закрытую травму живота примерно в одинаковом проценте случаев.
3. Дополнительное использование методики инспираторной спирометрии у пострадавших на догоспитальном этапе, находящихся в сознании, повышает степень выявляемости закрытой травмы живота, хотя статистическая разница не достоверна.
4. Применение методики капнографии у пострадавших на догоспитальном этапе, находящихся без сознания, в 2,3 раза повышает вероятность установления диагноза закрытой травмы живота.

Библиография

1. Лесик П.С., Кудрявцев Б.П., Ревской А.К., Яхихажиев С.К. Повреждения живота: диагностика и лечение в условиях чрезвычайных ситуаций в догоспитальном и госпитальном периодах: пособие для врачей. М., 2011. 194 с.
2. Слепушкин В.Д., Ивакин С.Н., Кашка Д.А. и др. Анестезиологическое обеспечение пораженных при ликвидации медицинских последствий террористических актов на Северном Кавказе // Медицина катастроф. 2007. № 3 (59). С. 36–37.
3. Карданов А.В., Слепушкин В.Д., Реватов Т.Д., и др. Организация оказания медицинской помощи пострадавшим в зоне грузино-осетинского конфликта // Медицина катастроф. 2009. № 1. С. 13–15.
4. Ермолов А.С., Абакумов М.М., Виноградова Е.С. Актуальные вопросы диагностики и лечения закрытых повреждений живота // Актуальные вопросы неотложной хирургии. М., 1999. С. 136–140.
5. Тихова Г.П. Четырехпольная таблица часто – Бритва Оккама в мире статистики // Региональная анестезия и лечение боли. 2012. Т. 6, № 3. С. 69–75.
6. Слепушкин В.Д., Плиев А.М., Шебзухов О.А. Анализ уровня владения медицинским персоналом бригад скорой медицинской помощи и службы медицины катастроф навыками лечения острой дыхательной недостаточности // Медицина катастроф. 2014. № 2 (86). С. 23–25.
7. Доев Д.П., Слепушкин В.Д. Взаимосвязь между внутрибрюшным давлением и данными инспираторной спирометрии у хирургических больных // Новые возможности в хирургии, травматологии и ортопедии, анестезиологии и реаниматологии. Владикавказ, 2008. С. 42–44.
8. Зубрицкий В.Ф., Забелин М.В., Юдин А.Б. и др. Абдоминальный кормпартмент-синдром у пострадавших с закрытой травмой живота // Медицина катастроф. 2010. № 2 (10). С. 45–47.

НЕИНВАЗИВНЫЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ГЛИКЕМИИ НА ОСНОВЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОДИНАМИКИ И УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ

Эльбаев А.Д.¹, *Эльбаева А.Д.²

¹*Юго-западный государственный университет*

²*Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова*

*elbaeva39@yandex.ru

Разработан и защищен патентами РФ на изобретения новый способ неинвазивной диагностики гликемии, который строится на моделировании корреляционной связи показателей системной гемодинамики и содержания глюкозы крови у больных артериальной гипертензией и сахарным диабетом 2 типа.

Ключевые слова: артериальное давление, артериальная гипертензия, сахарный диабет, гликемия, глюкоза, корреляция, диагностика.

NON-INVASIVE DIAGNOSTICS METHOD BASED ON CORRELATION OF GLYCEMIA HEMODYNAMICS AND BLOOD GLUCOSE

Elbaev A.D.¹, Elbaeva A.D.²

¹*Southwest State University*

²*Kabardino-Balkarian State University*

The new method of non-invasive diagnostics of glycemia was designed and protected by patents on the invention of the Russian Federation, which is based on modelling of the correlation of systemic hemodynamics and blood glucose concentration of patients with arterial hypertension and diabetes type 2.

Keywords: blood pressure, arterial hypertension, diabetes, glycemia, glucose, correlation, diagnostics.

Определение концентрации глюкозы в крови – один из важнейших методов выявления сахарного диабета и контроля за его лечением (мониторинга). Создание надежных методов и приборов для диагностики гликемии является актуальной проблемой современной медицины, так как количество заболевших сахарным диабетом постоянно увеличивается, и по оценкам экспертов ВОЗ достигнет к 2025 году 300 млн человек [1, 2].

Известно, что технология измерения концентрации глюкозы по инвазивному принципу с помощью глюкометров связана с травмированием пациента, риском занесения инфекций, сопровождается значительными экономическими затратами на приобретение тест-полосок [3]. Поэтому актуальной остается проблема создания новых неинвазивных методов и приборов для определения концентрации глюкозы в крови [4, 5].

Наиболее известные исследования в этом направлении включают различные направления, в том числе: проведение инфракрасной спектроскопии глюкозы в биосредах, спектрофотометрию содержания глюкозы в поте, измерение времени спин-решеточной релаксации крови человека методом магнитно-резонансного поглощения, использование специальных полимеров, которые изменяют цвет в зависимости от концентрации глюкозы в крови, применение источника излучения в виде инфракрасного светодиода на основе наноматериалов [<http://www.tech-ab.ru>]. Однако данные способы находятся в стадии исследования, отличаются высокой сложностью. Приборное воплощение на их основе пока отсутствует. Перспективным направлением является изучение корреляционных связей уровня глюкозы с физиологическими показателями: температурой в отдельных точках тела, составом слюны, слезной жидкостью, концентрацией ацетона в составе выдыхаемого воздуха и др. В то же время достоверность получаемых результатов подвергается сомнению, так как недостаточно исследованы физиологические процессы, на которых основана работа датчиков [<http://www.casmos.ru>].

Мы считаем, что положительным решением данной проблемы может служить изучение корреляционной связи уровня глюкозы крови и артериального давления [6, 7]. Такая связь объясняется наличием патогенетической взаимосвязи между показателями системной гемодинамики нарушениями углеводного обмена при артериальной гипертензии и сахарном диабете [8–11].

Цель настоящей работы – разработка неинвазивного способа диагностики уровня гликемии на основе моделирования корреляционной связи между концентрацией глюкозы крови и параметрами артериального давления (АД) при сахарном диабете 2 типа и артериальной гипертензии.

Материал и методы. Обследованы группы пациентов с заболеваниями артериальной гипертензией (АГ) 1 и 2 степени в возрасте от 20 до 75 лет (23 женщины и 27 мужчин) и с заболеваниями сахарным диабетом (СД) 2 типа в возрасте от 18 до 65 лет (38 мужчин и 32 женщины). Больные находились на диспансерном учете. Клиническая характеристика групп обследования приведена в табл. 1. Контрольную группу составили 30 здоровых людей в возрасте от 40 до 59 лет (средний возраст $48,6 \pm 5,53$), у которых при многократных измерениях АД составляло $120 \pm 5/80 \pm 5$ мм рт.ст. при нормальном уровне глюкозы натощак (средний уровень $4,6 \pm 0,5$ ммоль/л).

Таблица 1

Клиническая характеристика групп обследования ($M \pm \sigma$)*

Показатель	Больные артериальной гипертензией (n = 50)	Больные сахарным диабетом (n = 70)
Возраст, годы	$56,74 \pm 7,89$	$52,3 \pm 8,4$
Офисное систолическое АД, ммрт.ст.	$142,37 \pm 8,87$	$126,23 \pm 8,61$
Офисное диастолическое АД, ммрт.ст.	$86,7 \pm 6,67$	$73,2 \pm 7,37$
Уровень глюкозы в крови натощак, ммоль/л	$4,8 \pm 0,88$	$8,33 \pm 2,03$
Длительность заболевания, годы	$6,38 \pm 1,65$	$7,45 \pm 2,21$
Примечание: * М – среднее значение; σ – стандартное отклонение; $p < 0,05$; n – число пациентов		

При проведении обследования измеряли утром натощак показатели систолического АД и диастолического АД последовательно на левой и правой руках пациента методом сфигмоманометрии с точностью ± 2 мм рт.ст. Сразу же забирали кровь для биохимического анализа, который выполняли глюкозо-оксидазным методом на анализаторе «Ехан» с точностью $\pm 0,05$ ммоль/л. Результаты обследования пациентов в каждой группе были систематизированы и подвергнуты статистическому анализу [12]. Обработку результатов исследования проводили графо-аналитическим методом математического моделирования с использованием компьютерной программы STATISTICA (США) в модуле «Множественная регрессия» [13].

Математическое моделирование отображает реальный процесс с помощью математических выражений, имитирующих поведение моделируемого объекта в заданных или возможных условиях его существования [14]. Разработан алгоритм моделирования, который предусматривает синтез структуры, вычисление коэффициентов линейной корреляции и построение математических моделей в виде систем уравнений, связывающих уровень гликемии натощак и показатели АД: среднее значение систолического АД (САД_{ср.}) на левой и правой руках, среднее значение диастолического АД (ДАД_{ср.}) на левой и правой руках; пульсовое АД (разность средних значений САД_{ср.} и ДАД_{ср.}); коэффициент АД, который рассчитывался как отношение САД_{ср.} к ДАД_{ср.} [14, 15]. При оценке вероятности отклонений выборочных средних значений параметров от генеральных средних значений использовали нормальное распределение.

Результаты исследования. В соответствии с программой обработки результатов рассчитывались выборочные линейные коэффициенты множественной корреляции (r) между уровнем глюкозы и параметрами АД в группах больных АГ и СД 2 типа. Для оценки статистической значимости коэффициентов корреляции определяли: коэффициент детерминации (R^2), скорректированный коэффициент детерминации (Adjusted R^2), стандартные ошибки производимых оценок (Std.Error), t-критерий (Стьюдента), F-критерий (Фишера). На основании статистических оценок выбирали значимые коэффициенты корреляции, которые и использовались для характеристики корреляционных взаимоотношений [13].

На рис. 1 и 2 представлены графические матрицы, которые содержат гистограммы распределения и точечные диаграммы, дающие возможность характеризовать качество корреляционной связи разбросом точек относительно средней линии, построенной с использованием метода наименьших квадратов [13].

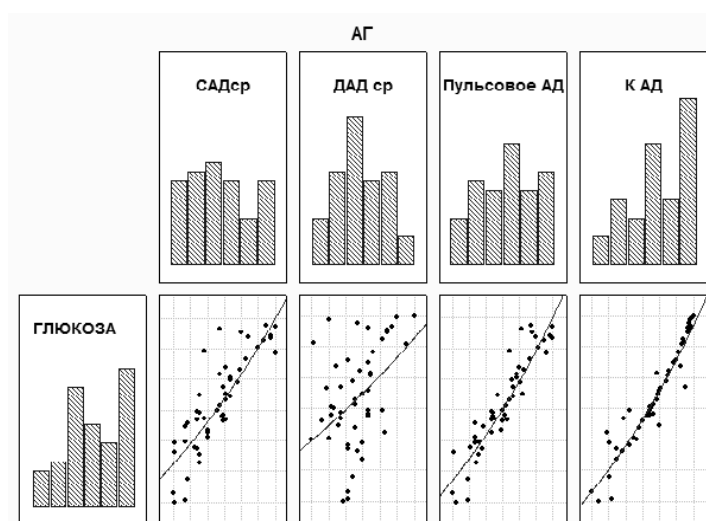


Рис. 1. Корреляции в группе больных АГ

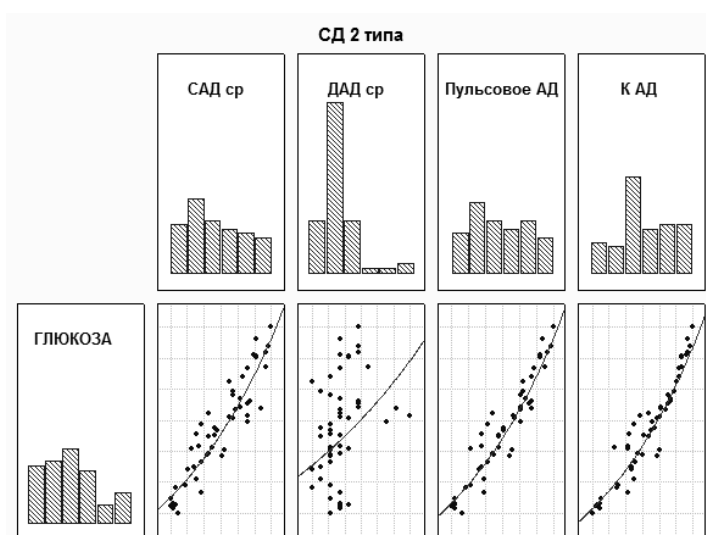


Рис. 2. Корреляции в группе больных СД 2 типа

Результаты линейной корреляции приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты линейной корреляции

Группы обследованных	Коэффициент корреляции с глюкозой (r) *			
	Среднее систолическое АД, мм рт.ст.	Среднее диастолическое АД, мм рт.ст.	Среднее пульсовое АД, мм рт.ст.	Коэффициент АД
АГ (n = 50)	0,821	0,436	0,818	0,842
СД 2 типа (n = 70)	0,823	0,330	0,842	0,904
Здоровые (n = 30)	0,822	0,427	0,828	0,836

Примечание. * $p < 0,001$; n – число пациентов

Анализ показал, что наблюдается выраженная положительная корреляция между глюкозой и средним систолическим АД в группе больных АГ ($r = 0,821$) и в группе больных СД 2 типа ($r = 0,823$). Связь между глюкозой и диастолическим АД менее выражена в группе больных АГ ($r = 0,436$) и в группе больных СД 2 типа ($r = 0,33$). Выраженная положительная корреляция между глюкозой и средним пульсовым АД наблюдается в группе больных АГ ($r = 0,818$) и в группе больных СД 2 типа ($r = 0,842$). Наиболее высокий уровень корреляции соответствует связи между глюкозой и коэффициентом АД: в группе больных АГ ($r = 0,842$) и в группе больных СД 2 типа ($r = 0,904$). Аналогичная картина отмечена

в контрольной группе при всех измерениях ($p < 0,001$). Путем статистической обработки получены математические модели в виде уравнений регрессии, проведена оценка их адекватности базовым данным. В качестве оптимального критерия для характеристики корреляционной связи уровня гликемии и параметров АД был выбран коэффициент артериального давления (K_{AD}), имеющий наиболее высокий коэффициент корреляции с глюкозой. На рис. 3 показана взаимосвязь уровня глюкозы и коэффициента АД при СД 2 типа.

Такая взаимосвязь может быть описана уравнением типа:

$$Y = a * \exp(b * X),$$

где Y – уровень глюкозы крови, ммоль/л;

X – коэффициент АД; a , b – коэффициенты регрессии.

Значения коэффициентов регрессии при СД 2 типа вычислены в зависимости от базовых данных и составляют: $a = 0,2596$; $b = 1,9305$. Сплошная линия соответствует уравнению регрессии, пунктирной линией обозначена область значений, соответствующая вероятности описания 95 % ($p < 0,05$).

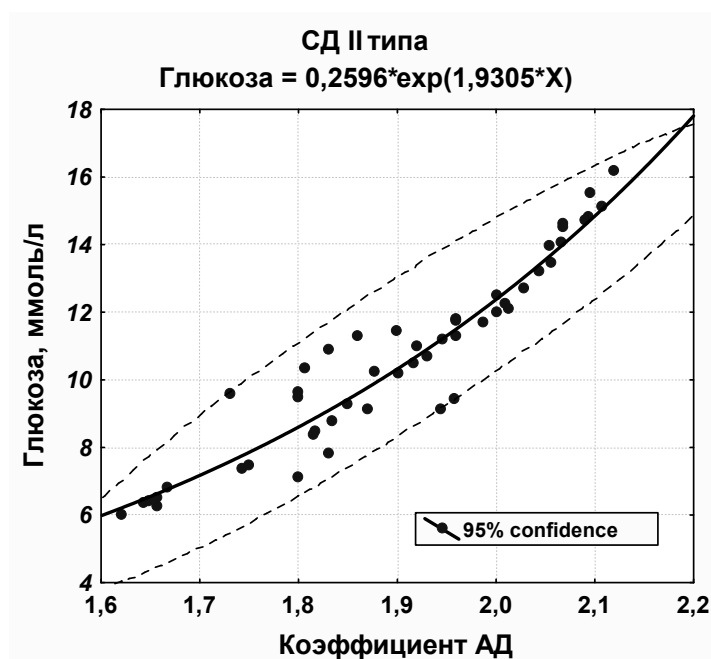


Рис. 3. Взаимосвязь уровня глюкозы и коэффициента АД при СД 2 типа

На основании исследований были составлены рекомендации для неинвазивной диагностики уровня гликемии, которые могут использоваться в клинической практике: нормальному уровню глюкозы от 3,5 до 5,5 ммоль/л соответствуют значения коэффициента АД от 1,35 до 1,6; повышенному уровню глюкозы от 6 до 10 ммоль/л – значения коэффициента АД от 1,6 до 1,9; высокому уровню глюкозы от 10 до 18 ммоль/л – значения коэффициента АД от 1,9 до 2,2. Значения коэффициента АД менее 1,35 соответствуют пониженному уровню глюкозы (менее 3,5 ммоль/л), в связи с чем необходимо обратить внимание на возможное состояние гипогликемии.

Установление функциональных эмпирических зависимостей между содержанием глюкозы в крови и коэффициентом АД позволило разработать методику неинвазивной диагностики гликемии. Получен патент РФ на изобретение RU № 2368303 «Способ неинвазивного определения концентрации глюкозы в крови» [16]. При этом способе погрешность определения уровня глюкозы крови в сравнении с базовыми данными составляет $\pm 10\%$. Оценка результатов измерений содержания глюкозы глюкозооксидазным методом с помощью современных глюкометров соответствует $\pm (15-20)\%$ [4].

Для реализации способа неинвазивной диагностики уровня глюкозы в крови создан автоматический прибор «Омелон». Получен патент РФ на изобретение RU № 2317008 «Устройство для неинвазивного определения концентрации глюкозы в крови» (RU № 2317008) [17]. Общий вид прибора показан на рис. 4. Прибор снабжается компрессионной манжетой.

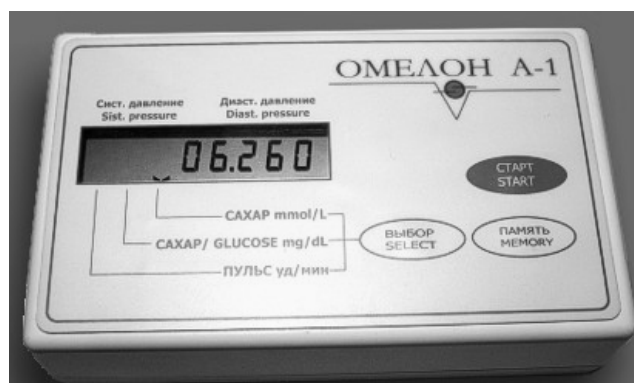


Рис. 4. Прибор для неинвазивной диагностики гликемии «Омелон»

Прибор работает следующим образом.

Вначале измеряют АД на левой руке пациента. Компрессионную манжету закрепляют на левом плече и при нажатии кнопки «Старт» на клавиатуре корпуса микропроцессор включает компрессор, в манжету нагнетается воздух, давление которого контролируется датчиком давления. Режим давления задают в зависимости от возможного значения верхнего (систолического) АД пациента и регулируют нажатием кнопки «Старт» на клавиатуре: сначала давление поднимают до 180 мм рт.ст., потом, при необходимости, до 220 мм рт.ст. или до 260 мм рт.ст. После этого по команде микропроцессора нагнетание прекращается, автоматически включается режим декомпрессии и запускается алгоритм определения АД по анализу параметров пульсовой волны [17]. На дисплее отображаются текущие значения систолического и диастолического АД, которые заносятся в память микропроцессора нажатием кнопки «Память». Манжету снимают с руки пациента, аналогично измеряют показатели АД на правой руке, после чего микропроцессор автоматически запускает прикладную программу для определения уровня глюкозы в крови в соответствии с таблицей корреляций, которая заложена в память микропроцессора. На дисплее прибора отображаются показатели систолического и диастолического АД (*мм рт.ст.*), а при нажатии на кнопку «Выбор» отображается содержание глюкозы крови (*ммоль/л* или *мг/дл*) и частота пульса (*уд/мин*).

При серийном изготовлении прибор обеспечивает следующие технические характеристики:

- диапазон измерения артериального давления от 20 до 280 мм рт.ст.;
- погрешность измерения артериального давления ± 3 мм рт.ст.;
- диапазон измерения уровня глюкозы в крови от 2 до 20 ммоль/л;
- погрешность измерения концентрации глюкозы в сравнении с биохимическим анализом ± 10 %;
- память на 30 измерений;
- длительность проведения анализа (совместно с измерением АД) 45–60 с;
- источник электропитания – аккумуляторная батарея напряжением 4,6 в.

Габаритные размеры прибора в пределах 150 x 120 x 60 мм.

Технические характеристики соответствуют требованиям, предъявляемым к современным тонометрам и глюкометрам.

Выводы. Установлено, что математические модели в виде уравнений регрессии могут характеризовать корреляционную связь между уровнем глюкозы крови и артериальным давлением. Разработана компьютерная программа и изготовлен автоматический прибор для неинвазивной диагностики уровня гликемии, который рекомендуется использовать в клинической практике для предварительного определения уровня глюкозы крови на основе показателей вариабельности артериального давления. Прибор обеспечивает высокую точность измерения концентрации глюкозы (± 10 % в сравнении с биохимическим анализом), поэтому может эффективно использоваться больными сахарным диабетом для корректировки лекарственных доз сахароснижающих препаратов. Он позволяет безопасно, неинвазивным способом определять концентрацию глюкозы в крови, не вызывая травмирования кожи пациента. Прибор прошёл клинические испытания, имеет все разрешительные документы и сертификаты для производства. Предлагаемый портативный прибор может применяться в лечебных учреждениях и для индивидуального самоконтроля уровня артериального давления и концентрации глюкозы в крови.

Библиография

1. King H., Aubert R.E., Herman W.H. Global burden of diabetes, 1995–2025: prevalence, numerical estimates, and projection // *Diabetes Care*. 1998. V. 21. P. 1414–1431.

2. Соуэрс Дж.Р., Лестер М.А. Диабет и сердечно-сосудистые заболевания // Международный медицинский журнал. 1999. № 11–12. С. 21–26.
3. Эмануэль Ю.В., Карягина И.Ю. Лабораторные технологии диагностики и мониторинга сахарного диабета // Клиническая лабораторная диагностика. 2002. № 5. С. 25–32.
4. Эмануэль В.Л., Карягина И.Ю., Эмануэль Ю.В. Портативные системы самоконтроля и лабораторный анализ концентрации глюкозы в крови. Сравнительное исследование // Лабор. мед. 2003. № 6. С. 20–30.
5. Чазов В.И. Диагностика в XXI веке: от субъективного к объективному // Тер. архив. 2001. № 8. С. 5–8.
6. Эльбаев А.Д., Курданов Х.А. Сахарный диабет и артериальная гипертензия: механизмы взаимосвязи и пути коррекции. М: Илекса, 2003. 136 с.
7. Курданов Х.А., Эльбаев А.Д. Новые подходы к изучению взаимосвязи артериальной гипертензии и сахарного диабета // Кардиоваскулярная терапия и профилактика: материалы II Российского национального конгресса кардиологов. 2003. Т. 2, № 3. С. 184.
8. Зимин Ю.В. Клиническая и гемодинамическая характеристика гипертонической болезни, ассоциированной с инсулинорезистентностью // Кардиология. 1998. № 9. С. 98–103.
9. Шестакова М.В. Проблема артериальной гипертензии при сахарном диабете // Кардиология. 1999. № 6. С. 59–65.
10. Нэш Д. Сахарный диабет и сердечно-сосудистые заболевания // Международный медицинский журнал. 2002. № 6. С. 17–23.
11. Эльбаев А.Д., Курданов Х.А., Эльбаева А.Д. Диагностические аспекты взаимосвязи параметров гемодинамики и уровня глюкозы в крови // Клиническая физиология кровообращения. 2006. № 3. С. 18–21.
12. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика. СПб.: Фолиант, 2003. 432 с.
13. Боровиков В.П. Популярное введение в STATISTICA. М.: Компьютер Пресс, 1998. 267 с.
14. Эльбаев А.Д., Курданов Х.А. Моделирование взаимосвязи артериального давления и уровня гликемии при сахарном диабете // Кардиология. 2004. № 11. С. 79–80.
15. Эльбаева А.Д. Анализ корреляционной взаимосвязи уровня глюкозы в крови и артериального давления. – Перспектива-2013: материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. II. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2013. С. 357–361.
16. Патент RU № 2368303 «Способ неинвазивного определения концентрации глюкозы в крови» Опублик. 27.09.2009 / Эльбаев А.Д., Курданов Х.А., Эльбаева А.Д.
17. Патент RU № 2317008 «Устройство для неинвазивного определения концентрации глюкозы в крови». Опублик. 20.02.2008 / Эльбаев А.Д., Эльбаева Р.И., Курданов Х.А., Перковский Р.А.

ЧАСТОТА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА И ЭКСТРАГЕНИТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ У БЕРЕМЕННЫХ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Узденова А.А., Тхазаплизева М.Т., *Узденова З.Х., Бичекуева Ф.Х.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*elifiya@bk.ru

Проведено обследование 665 беременных, проживающих в разных климатогеографических зонах Кабардино-Балкарии. Выявлены высокая распространенность и интенсивность кариеса, а также тенденция роста этих показателей с возрастом обследуемых и порядковым номером родов. Наиболее частой патологией среди экстрагенитальных заболеваний у беременных были хронические воспалительные процессы в почках и мочевыводящих путях.

Ключевые слова: беременность, заболевания пародонта, лечение, профилактика.

THE FREQUENCY OF PERIODONTAL DISEASE AND EXTRAGENITAL PATHOLOGY OF PREGNANT KABARDINO-BALKARIA

Uzdenova A.A., Thazapligeva M.T., Uzdenova Z.H., Bichekueva F.H.

Kabardino-Balkarian State University

The study involved 665 pregnant women living in different climatic zones of Kabardino-Balkaria. The high prevalence and intensity of dental caries, as well as the tendency of growth of these parameters with age subjects and serial number of births. The most common pathology among extragenital diseases in pregnant women were chronic inflammatory processes in the kidneys and urinary tract.

Keywords: pregnant women, periodontal diseases, treatment, prevention.

Здоровье матери напрямую связано со здоровьем будущего ребенка, поэтому стоматологическая помощь беременной женщине наряду с диспансерным наблюдением врачом акушером-гинекологом и терапевтом женской консультации имеет чрезвычайно важное значение. Диспансерное наблюдение стоматологом с выполнением лечебно-профилактических мероприятий на протяжении всего срока беременности и в послеродовом периоде направлено на снижение риска возникновения и прогрессирования стоматологических заболеваний. Вследствие особенностей течения стоматологических заболеваний у беременных женщин, их склонности к прогрессированию и обострению, особенно при наличии экстрагенитальной патологии, резко возрастает роль профилактических стоматологических мероприятий [1–4].

Цель исследования – изучить распространенность начальных форм заболеваний пародонта и частоту экстрагенитальной патологии у беременных женщин в Кабардино-Балкарии.

Материалы и методы исследования: впервые у 665 беременных женщин, проживающих в разных климатогеографических зонах Кабардино-Балкарии (г. Терек – равнина, г. Нальчик – предгорье и г. Тырнауз – высокогорье) проведено комплексное стоматологическое обследование беременных. Исследование включало серию экспедиционных выездов в женские консультации сотрудников 2 кафедр медицинского факультета КБГУ с участием 5 специалистов. Критериями включения в исследуемые группы были женщины в I триместре беременности (до 14 недель), сопоставимые по возрасту, постоянно проживающие в данной климатогеографической зоне, с начальными формами заболеваний пародонта. Критериями исключения были беременные с тяжелой экстрагенитальной и акушерской патологией. Исследования проводили по единому протоколу, включавшему стоматологическое обследование по стандартной методике с оценкой клинических индексов гигиены Green-Vermilion, Silness-Loe, PMA, Muhlemann и CPI. Для оценки субъективных симптомов со стороны полости рта при включении в исследование пациенток проводилось анкетирование. Всем беременным проводили комплекс лечебно-профилактических мероприятий: стоматологическое просвещение, обучение гигиене полости рта, контролирующую чистку зубов, профессиональную гигиену, подбор лечебно-профилактических средств по уходу за полостью рта.

Результаты обследования и их обсуждение: Возраст беременных в группах обследования колебался от 17 до 38 лет, средний возраст в I группе составил – 23,5±1,5 года, во II – 23,8±1,7 года,

III – 24,2±1,1 года. При анализе постоянного места проживания выявлено, что 81,5 % проживали в городе, а 18,5 % – в сельской местности. Оценивая физическое развитие беременных, мы сравнивали среднестатистические показатели роста, массы тела и размеры таза беременных женщин во всех группах. В горных районах КБР достоверно чаще регистрировались пациентки с низким ростом и низкой массой тела, чем в равнинной и предгорной зонах КБР. При анализе показателей размеров таза значимых различий мы не получили.

Перенесенные в детстве инфекционные заболевания в I группе беременных свидетельствовали о высокой их частоте: две трети пациенток перенесли грипп и ОРЗ; каждая третья – тонзиллит, ветряную оспу; каждая десятая пневмонию.

Важное значение в развитии воспалительных заболеваний пародонта у беременных имеет наличие преморбидного фона, перенесенных и сопутствующих экстрагенитальных заболеваний для своевременного выделения факторов риска.

В таблице представлена частота экстрагенитальных заболеваний у обследованных пациенток.

Таблица

Частота экстрагенитальных заболеваний у обследованных беременных, (%)

Заболевания	КБР					
	I группа Равнинная n=217		II группа Предгорная n=233		III группа Горная n=215	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Заболевания бронхолегочной системы	21	9,7	20	8,6	28	13,0
Заболевания сердечно-сосудистой системы	12	5,5	15	6,4	10	4,7
Заболевания желудочно-кишечного тракта	51	23,5	62	26,6	58	26,9
Заболевания мочевыделительной системы	59	27,2	66	28,3	59	27,4
ДУЩЖ I-II ст.	25	11,5	21	9,0	28	13,0

Наиболее частой патологией среди экстрагенитальных заболеваний у беременных во всех группах были хронические воспалительные процессы в почках, мочевыводящих путях и заболевания желудочно-кишечного тракта.

Исследования во всех группах выявили высокую распространенность и интенсивность кариеса и тенденцию роста этих показателей с возрастом обследуемых и порядковым номером родов. По средним стандартизированным показателям распространенность кариеса составила 99,1 %, интенсивность 21,4. Наименьший прирост интенсивности кариеса наблюдался у женщин с физиологическим течением беременности.

В ходе обследования пародонтологического статуса в 91 % случаев обнаружены над- и поддесневые зубные отложения. Гингивит и пародонтит выявлен у 84,8 % беременных.

При опросе беременных выявлены жалобы: кровоточивость дёсен при чистке зубов (84,7 %), неприятный запах изо рта (61,9 %), разрушение зубов (13,5 %), повышенная чувствительность зубов (40 %). При оценке гигиенического состояния полости рта на основании анализа показателей индекса Green-Vermillion установлено, что у беременных всех групп одинаково преобладала неудовлетворительная гигиена полости рта. Большинство женщин знали основные правила по уходу за полостью рта, однако на практике им следовали только 58 %.

Таким образом, у беременных из горных районов Кабардино-Балкарии установлены следующие особенности физического развития: чаще регистрировались нарушения роста, дефицит массы тела, что свидетельствовало об астенизации телосложения в отличие от беременных, проживающих в равнинной и предгорной зонах КБР. Анализ распространенности заболеваний пародонта в зависимости от климато-географических зон показал, что в горной зоне Кабардино-Балкарии заболевания пародонта встречаются в 2 раза чаще, чем в равнинной и предгорной зонах. Наиболее эффективным подходом в профилактике заболеваний пародонта у беременных женщин являются выделение группы риска и проведение в ней предгравидарной подготовки с последующим динамическим наблюдением во время беременности.

Библиография

1. Алиева З.Б., Бахмудов М.Б., Бахмудов Б.Р. Роль стоматологического просвещения в повышении эффективности санации полости рта у беременных // Российский стоматологический журнал. 2010. № 4. С. 41–44.
2. Орехова Л.Ю., Узденова А.А. Опыт клинического применения лечебно-профилактической программы у беременных женщин // Пародонтология. 2013. Т. XVIII, № 1 (66). С. 41–44.
3. Радзинский В.Е. Диспансеризация женского населения начинается с общелечебной сети // Ре-продуктивный потенциал России: здоровье женщины – здоровье нации: материалы III Общероссийского семинара с международным участием. М., 2013. 76 с.
4. Kandan P.M., Menaga V., Kumar R.R. Oral health in pregnancy (guidelines to gynaecologists, general physicians & oral health care providers) // J. Pak. Med. Assoc. 2011. V. 61, N 10. P. 1009–1014.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.8

ПРИМЕНЕНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ МОДИФИКАЦИИ АТТРАКТОРА СИСТЕМЫ РЕССЛЕРА

Кучерова В.Ю.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

Paloma2002@rambler.ru

Разработан синергетический закон управления хаотической моделью Ресслера, обеспечивающий решение задачи модификации аттрактора. Введение синтезированной обратной связи приводит к возникновению в системе режимов регулярных колебаний. Проведено компьютерное моделирование синтезированной замкнутой динамической системы, подтверждающее теоретические положения. Синтезированный закон управления может быть использован в различных технических приложениях.

Ключевые слова: хаос, модель Ресслера, динамическая система, управление, синергетика, обратная связь, автоколебания.

FOUNDATION OF SYNERGETIC THEORY IN THE SOLUTION OF A PROBLEM FOR RESSLER'S SYSTEM ATTRACTOR MODIFICATION

Kucherova V.Y.

Kabardino-Balkarian State University

Synergetic synthesis for Ressler's chaotic model control law providing solution of an attractor modification problem is developed. Induction of the synthesized feedback leads to emergence in system of the regular oscillations modes. The computer modeling of the synthesized closed dynamical system confirming theoretical provisions is carried out. The synthesized control law can be used in different technical applications.

Keywords: chaos, Ressler's model, dynamical system, control, synergetics, feedback, auto-oscillations.

Введение. Актуальная проблема современной науки, заключающаяся в управлении нелинейными системами, обладающими хаотической динамикой, не решена и по сей день. Из множества существующих аспектов ее решения наиболее важным является изучение различных методов и законов регуляризации аperiodических колебаний в таких системах.

Существование режимов аperiodических колебаний, в которых наблюдается колебательный характер изменения переменных системы во времени, – важнейшее свойство всех непрерывных хаотических моделей. При этом амплитуда и частота колебаний не являются фиксированными величинами, а спектр мощности содержит непрерывные участки.

С другой стороны, для ряда хаотических систем характерно рождение хаотических режимов в результате потери устойчивости периодических и квазипериодических решений.

В связи с этим вполне естественным способом антихаотического управления динамическими системами является регуляризация колебаний, когда посредством управления в пространстве состояний системы образуются устойчивые предельные циклы или же неустойчивые ранее предельные циклы обретают устойчивость. Подобную задачу часто называют задачей модификации аттрактора (задачей модификации колебаний) [1].

Цель исследований. В данной работе решается задача синергетического синтеза регулятора, обеспечивающего модификацию хаотического аттрактора в системе Ресслера и реализацию режима

управляемой перемежаемости. Для этих целей используется метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) профессора Колесникова А.А. [2].

Существует несколько вариантов применения методики синергетического синтеза для получения законов управления, обеспечивающих генерацию колебаний в динамических системах. Выбор в пользу того или иного варианта зависит от свойств управляемой системы и конкретных требований к свойствам управляемой системы.

Синергетический синтез скалярных регуляторов базируется на идее введения последовательной совокупности инвариантных многообразий понижающейся геометрической размерности и поэтапной динамической декомпозиции исходной динамической системы. Тогда изображающая точка (ИТ), начав двигаться из произвольного начального состояния, последовательно будет перемещаться от одной поверхности притяжения к другой, пока не попадет на финишную поверхность $\psi_1 = 0 \rightarrow \psi_2 = 0 \rightarrow \dots \rightarrow \psi_m = 0$. «Внутренние» многообразия топологически вкладываются во «внешние». Таким образом, возникает внутренний процесс самоуправления в синтезируемой системе. В результате происходит каскадное формирование последовательности внутренних управлений, сжимающих фазовый объем системы по направлению от внешней области фазового пространства к совокупности вкладываемых друг в друга внутренних областей вплоть до попадания ИТ в желаемое состояние системы.

Предположим, что в пространстве состояний (ПС) замкнутой системы существует притягивающее инвариантное многообразие $\psi(\mathbf{x}) = 0$, которое является асимптотическим пределом фазовых траекторий. В общем случае таких многообразий может быть несколько (число инвариантных многообразий равно числу каналов управления), тогда ИТ устремляется к их пересечению. Для обеспечения попадания ИТ замкнутой системы «объект–регулятор» на инвариантное многообразие $\psi(\mathbf{x}) = 0$ необходимо, чтобы ее движение удовлетворяло некоторому устойчивому дифференциальному уравнению, записанному относительно агрегированной макропеременной $\psi(\mathbf{x})$. Такое уравнение в синергетической теории управления называется функциональным (эволюционным). Часто система функциональных уравнений задается в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$T_s \dot{\psi}_s(t) + \varphi_s(\psi_s) = 0, \quad s = 1, 2, \dots, m; \quad T_s > 0,$$

где m – число заданных инвариантных многообразий, T_s – управляющий параметр, $\varphi_s(\psi_s)$ – функция, которая должна удовлетворять следующим условиям:

- 1) $\varphi_s(\psi_s)$ непрерывна, однозначна и дифференцируема при всех ψ_s ;
- 2) $\varphi_s(0) = 0$;
- 3) $\varphi_s(\psi_s) > 0$ при любых $\psi_s \neq 0$,

т.е. они обращаются в нуль только на многообразиях $\psi_s = 0$, относительно которых система заданных функциональных уравнений асимптотически устойчива в целом.

Наиболее часто в методе АКАР используются функциональные уравнения вида:

$$T_s \dot{\psi}_s(t) + \psi_s = 0,$$

т.е. $\varphi_s(\psi_s) = \psi_s$. Уравнения данного типа, очевидно, обладают свойством асимптотической устойчивости относительно $\psi_s = 0$ при $T_s > 0$.

Задача синтеза законов управления хаотическими системами в общем случае может быть сформулирована следующим образом. Требуется найти закон управления $u_s(\mathbf{x})$ как некоторую совокупность обратных связей, которые обеспечивают перевод ИТ исходной хаотической системы из произвольных начальных условий в некоторой допустимой области в окрестность некоторого предельного цикла, соответствующего режиму регулярных периодических колебаний. Если такой закон управления найден, то, включая и выключая обратную связь, можно организовать целенаправленную смену фаз регулярных и нерегулярных колебаний, и тем самым реализовать режим управляемой перемежаемости. Подобные задачи весьма актуальны для различных приложений в лазерных, телекоммуникационных, химических технологиях, в биологии и медицине [3].

Исследования. Рассмотрим этапы процедуры синергетического синтеза закона управления хаотической системой Ресслера, который обеспечивает управляемый переход «хаос – периодические колебания», т.е. модификацию аттрактора. При разработке этой процедуры использовалась идея формирования предельного цикла в пространстве состояний замкнутой системы за счет преобразования уравнений декомпозированной системы в процедуру метода АКАР к уравнениям одной из типовых автоколебательных систем – модели Ван дер Поля [2].

Модель Ресслера [4] представляет собой нелинейную динамическую систему, состоящую из трех дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= -x_2 - x_3, \\ \dot{x}_2(t) &= x_1 + ax_2, \\ \dot{x}_3(t) &= bx_1 - cx_3 + x_1x_3,\end{aligned}$$

где a, b, c – параметры системы.

Ресслер предложил использование данной системы для моделирования процессов взаимодействия некоторых химических веществ. Данная модель широко используется в исследованиях большого количества систем разнообразной природы, так как демонстрирует присущие им признаки возникновения и существования хаоса [5]. Хаотический аттрактор Ресслера изображен на рис. 1.

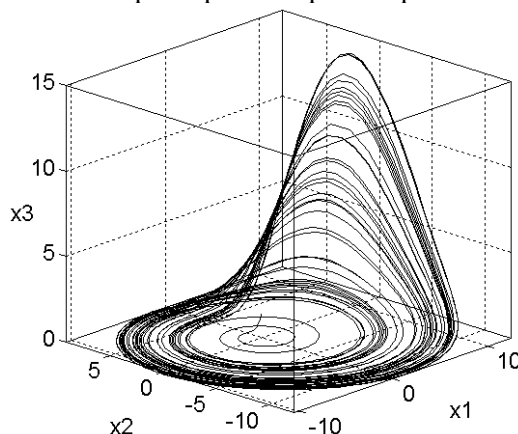


Рис. 1. Хаотический аттрактор системы Ресслера

Система уравнений Ресслера имеет две особые точки [6]:

$$x_{1,2} = \frac{c}{2} \pm \sqrt{\frac{c^2}{4} - ab}, \quad x_{2,2} = -x_{3,2} = -\frac{x_{1,2}}{a},$$

существование которых возможно только для $c \geq 2\sqrt{ab}$.

Первая особая точка неустойчива при любых условиях. Вторая особая точка может быть как устойчивой, так и неустойчивой. Во втором случае в системе генерируются автоколебания, тип которых зависит от параметра c .

Возникновению хаотических колебаний в системе Ресслера предшествуют бифуркации удвоения периода цикла, что типично для большого числа моделей подобного рода. При определенных значениях параметров происходит объединение нескольких хаотических аттракторов в результате последовательности бифуркаций [7].

Аттрактор системы Ресслера обладает поразительным и противоречивым характером. Так, следствием возникающей неустойчивой динамики является рождение хаоса. Но наряду с этим фазовые траектории иногда снова попадают в область начала координат, что приводит к появлению аттрактора устойчивого типа [1].

Предположим, что управляющее воздействие u_3 в виде внутренней обратной связи входит, например, в третью строку исходной модели, т.е.:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= -x_2 - x_3, \\ \dot{x}_2(t) &= x_1 + ax_2, \\ \dot{x}_3(t) &= bx_1 - cx_3 + x_1x_3 + u_3.\end{aligned} \tag{1}$$

Ставится задача синтезировать такую функцию $u_3(x_1, x_2, x_3)$, которая позволит придать новые свойства модели (1), а именно обеспечит ей генерацию автоколебательных режимов. В простейшем случае управление находится лишь в одном из дифференциальных уравнений модели. Возможны варианты, когда одно и то же управляющее воздействие входит в разные строки модели.

Для решения этой задачи используем метод АКАР, основанный на введении некоторой макропеременной $\psi_3(x_1, x_2, x_3)$ и обеспечении свойства асимптотической устойчивости управляемой модели

(1) относительно многообразия $\psi_3 = 0$. Это свойство можно обеспечить путем использования дифференциального уравнения:

$$T_3 \dot{\psi}_3(t) + \psi_3 = 0, \quad T_3 > 0. \quad (2)$$

Получим макропеременную на основе уравнения Ван-дер-Поля. Запишем уравнение Ван-дер-Поля относительно одной из переменных исходной системы, например, x_2 :

$$\ddot{x}_2(t) - (\sigma_1 - x_2^2)\dot{x}_2(t) + \sigma_2 x_2 = 0,$$

откуда следует:

$$\ddot{x}_2(t) = (\sigma_1 - x_2^2)\dot{x}_2(t) - \sigma_2 x_2. \quad (3)$$

Осуществим синтез закона управления u_3 , обеспечивающего возникновение режимов регулярных колебаний в хаотической системе Ресслера (1). После подстановки $\dot{x}_1(t)$ из первого уравнения (1) во второе, исходная модель примет вид:

$$\ddot{x}_2(t) = a\dot{x}_2(t) - x_2 - x_3, \quad (4)$$

$$\dot{x}_3(t) = bx_1 + x_1x_3 - cx_3 + u_3.$$

Приравняем правые части выражения (3) и первого уравнения (4):

$$(\sigma_1 - x_2^2)\dot{x}_2(t) - \sigma_2 x_2 = a\dot{x}_2(t) - x_2 - x_3. \quad (5)$$

В данном случае для придания замкнутой системе свойств осциллятора Ван дер Поля необходима реализация на инвариантном многообразии следующей динамической связи:

$$x_3 = (a - \sigma_1 + x_2^2)\dot{x}_2(t) + (\sigma_2 - 1)x_2.$$

В связи с этим в процедуре синтеза будем использовать макропеременную:

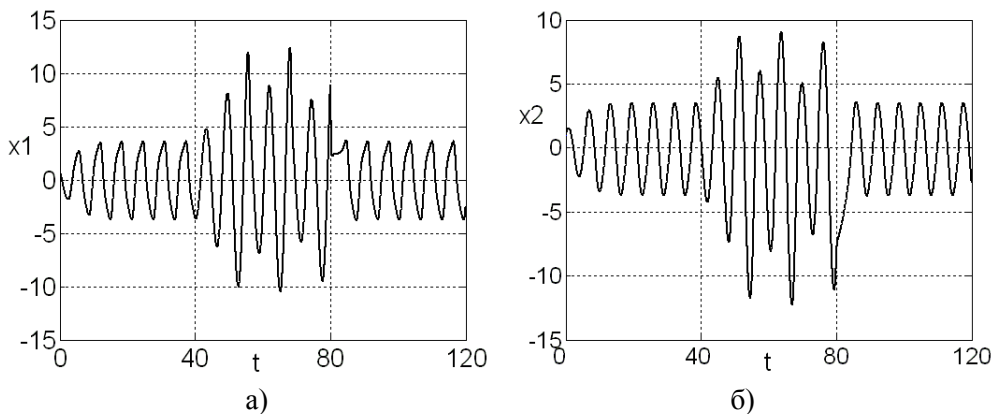
$$\psi_3 = x_3 - (a - \sigma_1 + x_2^2)\dot{x}_2(t) - (\sigma_2 - 1)x_2. \quad (6)$$

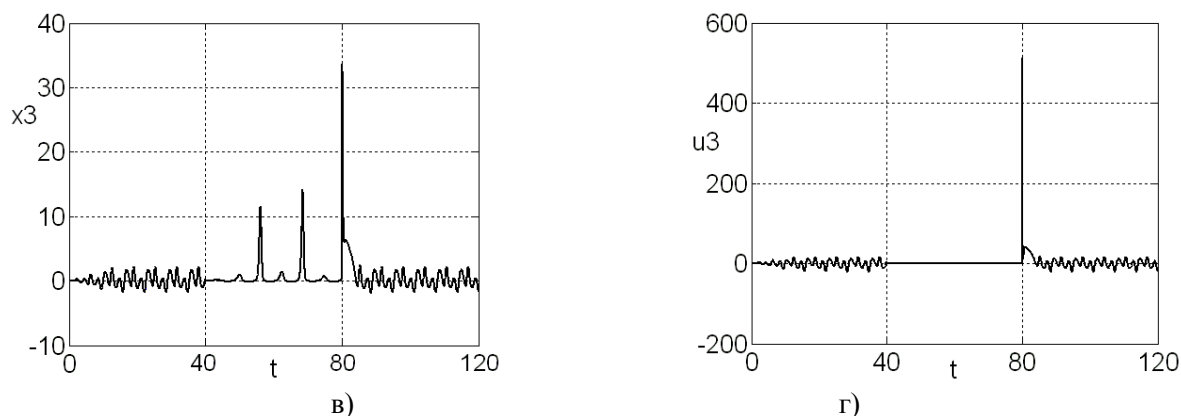
Физический смысл преобразований (3)–(5) заключается в придании задаваемой макропеременной ψ_3 свойств модели осциллятора Ван-дер-Поля для реализации поставленной цели управления.

Функция (6), подставленная в уравнение (2), и уравнения системы (1) позволяют построить искомый закон управления перевода объекта на многообразие $\psi_3 = 0$:

$$\begin{aligned} u_3 = & 5ax_1x_2^2 - a\sigma_1x_1 - a^2\sigma_1x_2 + a\sigma_2x_2 + cx_3 - x_2^3 - x_1 - \\ & - x_1x_3 + 2x_1^2x_2 + 3a^2x_2^3 - x_2^2x_3 + \sigma_2x_1 + a^2x_1 + \sigma_1x_2 - bx_1 + \\ & + \sigma_1x_3 - ax_3 - 2ax_2 + a^3x_2 - (x_2 + x_3 - ax_1 - a^2x_2 + \\ & + \sigma_1x_1 - x_1x_2^2 - ax_2^3 - \sigma_2x_2 + \sigma_1ax_2)/T_3. \end{aligned} \quad (7)$$

Замкнутая система (1), (7) исследовалась методом численного моделирования в прикладных математических пакетах MatLab 6.1, Maple 8.0.



Рис. 2. Переходные процессы координат системы (1), (7) и управляющего воздействия u_3

На рис. 2–3 продемонстрированы соответствующие результаты моделирования системы (1), (7) при параметрах модели $a = b = 0.2$, $c = 9$, характерных для возникновения хаотического аттрактора Ресслера, и параметрах регулятора $T_3 = 0.1$, $\sigma_1 = \sigma_2 = 1$, которые свидетельствуют о возникновении на многообразии $\psi_3 = 0$ (б) бифуркации типа Андронова–Хопфа, и, как следствие, подтверждают факт возникновения предельного цикла.

Графики переходных процессов на рис. 2 а–г получены при имитировании режима управляющей перемежаемости, обеспечиваемого при включении ($0t \div 40t$ и $80t \div 120t$) и выключении ($40t \div 80t$) обратной связи.

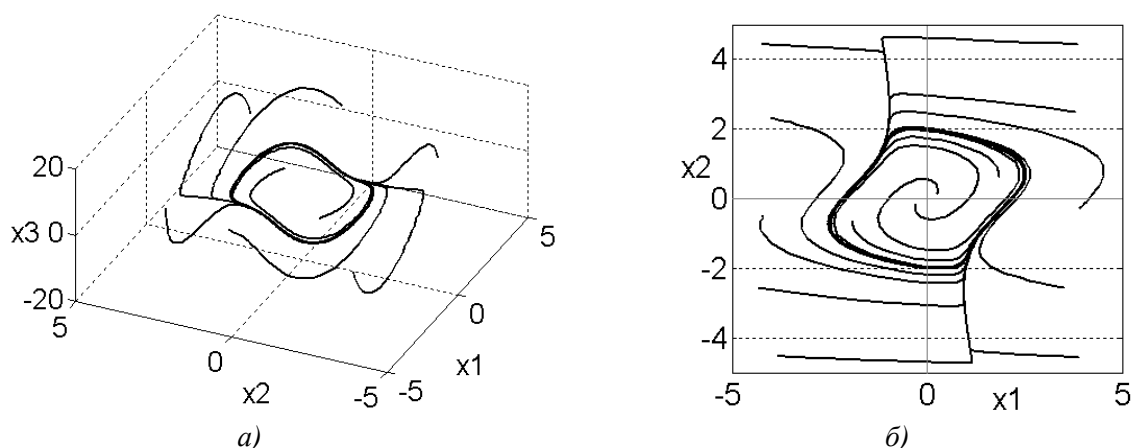


Рис. 3. Фазовые портреты системы (1), (7)

Выводы. Разработана аналитическая процедура синергетического синтеза закона управления (7), позволяющего модифицировать хаотический аттрактор, имеющийся в пространстве состояний типовой хаотической системы Ресслера, в аттрактор типа «предельный цикл» с центром в начале координат пространства состояний.

Кроме того, замыкание модели Ресслера синтезированной обратной связью (7) предоставляет возможность реализовывать режим управляемой перемежаемости, обеспечивающий переход от хаотических колебаний к регулярным с заданными амплитудой и частотой, и обратно.

Полученные результаты проведенных исследований подтверждают эффективность теоретических положений синергетического подхода к управлению типовыми нелинейными динамическими системами с хаотической динамикой.

Синтезированный закон управления с высокой эффективностью может служить в качестве основы построения систем с управляемой перемежаемостью в различных технических приложениях.

Библиография

1. Колесников А.А. Прикладная синергетика: основы системного синтеза. Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2007. 384 с.
2. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат, 1994. 344 с.
3. Современная прикладная теория управления. Ч. II: Синергетический подход в теории управления / под ред. А.А. Колесникова. М.-Таганрог: ТРТУ, 2000. 558 с.
4. Rossler O.E. An equation for continuous chaos // Phys. Lett. A. 1976. V. 57A, N 5. P. 397–398.
5. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по нелинейной динамике // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2010. Т. 18, № 3. С. 186–191.
6. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. М.: Наука, 1987. 424 с.
7. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: введение в нелинейную динамику. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 255 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК

*Эльбаева Р.И., Нартыжев Р.М.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*elbaeva39@yandex.ru

Предложены способ и металлическая связка, которые позволяют осуществлять процесс изготовления алмазного инструмента в диапазоне температур 650–800 °С. Экспериментально определены оптимальные режимы изготовления буровых коронок на основе синтетических алмазов.

Ключевые слова: алмазная буровая коронка, связка, режимы изготовления, планирование экспериментов.

IMPROVEMENT OF MANUFACTURING QUALITY OF DIAMOND DRILLING BITS

Elbaeva R.I., Nartyzhev R.M.

Kabardino-Balkarian State University

A method and a metal ligament were proposed, that enable manufacturing of diamond bits in the temperature range 650–800 °C. The optimal regimes were determined experimentally manufacturing drill bits on the basis of synthetic diamonds.

Keywords: diamond bits, bunch, flux, modes of production, planning of experiments, regression equation.

Широко распространенный способ изготовления алмазных буровых инструментов методом порошковой металлургии включает холодное прессование алмазоносного слоя и последующую его пропитку расплавленным металлом. Отформованную в холодном состоянии алмазоносную матрицу устанавливают на стальной корпус, нагревают в водородной электропечи до определенной температуры и пропитывают жидким металлом или сплавом, который заполняет сообщающиеся поры формовки (инфильтрация). Промышленные предприятия преимущественно используют связку М50, содержащую порошки карбида вольфрама (89–94 %) и кобальта (6–11 %). Эта связка обеспечивает высокую твердость алмазоносного слоя (HRC42–44) и износостойкость при обработке абразивных пород. Пропитка производится медью или сплавами на основе меди, образующими с медью неограниченные твердые растворы (латунь, медноникелевые сплавы). Для получения хорошей жидкотекучести температура нагрева сплавов должна составлять 1200–1250 °С. Одновременно с инфильтрацией пропитывающего материала происходит припайка матрицы к корпусу инструмента [1].

Способу пропитки присуща определенная технологическая нестабильность. Исходное состояние металлических порошков и алмазов может существенно влиять на качество инфильтрации жидкой фазы. Разница в значениях коэффициентов линейного расширения стального корпуса, алмаза и порошков связки может явиться причиной брака. Анализ качества импрегнированных буровых коронок на связке М50, полученных способом пропитки, показал наличие брака, связанного с режимами технологического процесса: перегрев, пережог, недогрев, расслоение, несплошность слоев матрицы, отсутствие соединения матрицы с корпусом (рис. 1). Кроме того, в результате неравномерной инфильтрации твердого сплава материалами пропитки возможна повышенная пористость матрицы, что приводит к пониженным значениям ее прочностных характеристик.

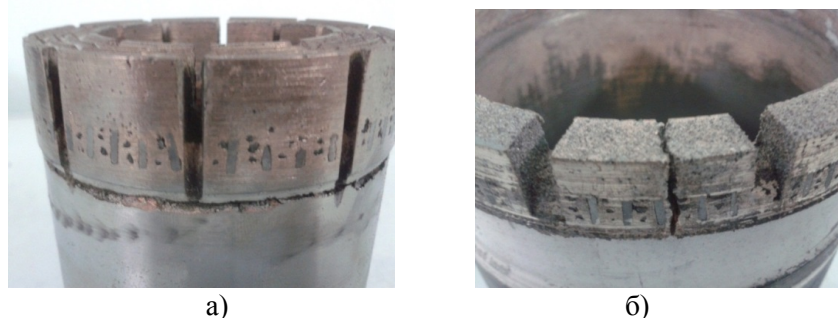


Рис. 1. Отрыв матрицы от корпуса (а) и возникновение трещин в матрице (б) при изготовлении буровых коронок

Высокотемпературный режим изготовления инструмента может привести к графитизации алмазов, особенно синтетических. В результате снижается прочность алмазных зерен и надежность алмазосвязки, что приводит к сокращению ресурса работы инструмента [2]. Поэтому актуальной проблемой является разработка способа изготовления алмазных буровых инструментов на низкотемпературных связках.

Авторами статьи предложен способ изготовления алмазного инструмента и металлическая связка, позволяющие осуществлять процесс в диапазоне температур 650–800 °С при сохранении эксплуатационных характеристик [3]. Технология изготовления алмазного инструмента включает: холодное прессование алмазонасной матрицы в специальной пресс-форме корпусом инструмента, нагрев в печи с водородной средой до заданной температуры, выдержку при этой температуре, горячее прессование в той же пресс-форме. Матрица имеет рабочий и переходный слой. Рабочий слой включает элементы, мас. %: карбид вольфрама 10–20, рэлит (литой карбид вольфрама) 5–15, олово 13–18, никель 2–5, медь – остальное. Включение в матрицу рэлита с высокой микротвердостью (24–25 ГПа) повышает твердость и износостойкость связки. Размер зерен рэлита колеблется от 100 до 300 мкм. Переходный слой матрицы не имеет включений тугоплавких металлов. Перед установкой в пресс-форму корпус обрабатывают флюсом, имеющим состав, мас. %: хлористый цинк 68–70, хлористое олово 28–38, хлорная медь 1–3. Микроструктура рабочего слоя, полученная с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM-1000, показана на рис. 2.

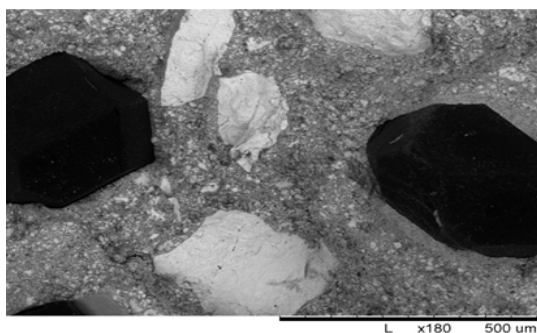


Рис. 2. Микроструктура алмазонасной части алмазного инструмента, х 180: черные включения – алмаз; белые включения – рэлит

Методом активного многофакторного эксперимента [4] проведены исследования по оптимизации режимов изготовления инструмента с безалмазными матрицами. Факторный эксперимент включал 16 опытов на двух уровнях. В качестве варьируемых выбраны четыре фактора:

- удельное давление холодного прессования (X_1), МПа;
- удельное давление горячего прессования (X_2), МПа;
- температура нагрева (X_3), °С;
- время выдержки при данной температуре (X_4), мин.

Параметром оптимизации (Y) служил показатель твердости связки HRC.

Результаты экспериментов были обработаны с помощью программы Statistica [5]. Получено линейное уравнение регрессии:

$$Y = 30,3 - 1,9 X_1 + 2,4 X_2 + 4,8 X_3 + 0,9 X_4.$$

Выполненные исследования позволили установить область оптимальных значений режимов технологического процесса: удельное давление холодного прессования 100–150 МПа, удельное давление горячего прессования 100–120 МПа, температура нагрева 750–800 °С, время нагрева 10–12 минут.

При данных режимах были изготовлены алмазные буровые коронки диаметром 59 мм с синтетическими алмазами APC3 на связке состава, мас. %: карбид вольфрама 20, рэлит 5, олово 13, никель 2, хлористый калий 3, хлористый натрий 2, медь – остальное. Масса связки 0,12 кг. Предварительно торец корпуса был покрыт флюсом состава, мас. %: хлористый цинк 68, хлористое олово 10, хлорная медь 2. Изготовленные коронки соответствовали требованиям точности формы и размеров. На внешней поверхности рабочего слоя не обнаружены видимые дефекты. Твердость рабочего слоя находилась в пределах HRC28–30, что отвечает требованиям стандарта для бурения абразивных пород IX–X-категории. Опытные испытания коронок на стенде при обработке гранита показали, что средняя стойкость (проходка) коронок составляет 7,6 м при скорости проходки 8 м/ч и износе коронки 0,32 мм. По данным ОАО «Те-

рекалмаз», проходка серийно изготавливаемой буровой коронки И4ДП на связке М50 с алмазами APC3 составляет 2,76 м при скорости проходки 8 м/ч.

Таким образом, выполненные исследования подтвердили целесообразность изготовления буровых коронок с синтетическими алмазами на низкотемпературных связках и позволили установить область оптимальных значений режимов технологического процесса.

Библиография

1. Инструменты из сверхтвёрдых материалов / под ред. Н.В. Новикова. М.: Машиностроение, 2005. 555 с.
2. Яхутлов М.М., Карамурзов Б.С., Батыров У.Д., Беров З.Ж., Карданова М.Р. Тепловой режим и напряженно-деформированное состояние системы зерно–матрица алмазного инструмента // Сверхтвёрдые материалы. 2011. № 5. С. 88–100.
3. АС СССР № 1469746 В 24, В 22. Способ изготовления алмазного инструмента и металлическая связка для алмазного инструмента / Эльбаева Р.И., Никишкина Л.А. Оpubл. 1.12.1988.
4. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. Л.: Наука, 1982. 340 с.
5. Боровиков В.П., Ивченко Г.И. Прогнозирование в системе STATISTICA и среде Windows. М.: Финансы и статистика, 1999. 382 с.

ВЫНУЖДЕННЫЕ ИЗГИБНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

*Алокова М.Х., Иванова Д.М.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*madina-alokova@yandex.ru

Рассматриваются поперечные вынужденные колебания вертикальной стойки переменного сечения при гармонических векторных возмущениях. Предложена математическая модель в виде основного дифференциального уравнения в частных производных гиперболического типа и граничных условий. С помощью метода конечных разностей определены сеточные функции амплитуды колебаний. Изучено влияние частоты и сдвига фаз возмущений на амплитуду колебаний. Выполнены численные примеры, по которым сделан ряд качественных и количественных выводов.

Ключевые слова: вынужденные колебания стержней; колебания стержней переменного сечения, сдвиг фаз возмущений, колебания вертикальных стержней.

FORCED FLEXURAL VIBRATIONS UPRIGHT VARIABLE SECTION

Alokov M.H., Ivanova D.M.

Kabardino-Balkarian State University

We consider cross-induced oscillations of alternating vertical rack section at harmonic vector perturbations. A mathematical model of a basic partial differential equation of hyperbolic type and boundary conditions. Using the method of finite differences grid functions defined oscillation amplitude. The effect of frequency and phase shift in the oscillation amplitude perturbations. Numerical examples, which made a number of qualitative and quantitative findings.

Keywords: forced vibration rods; fluctuations rods with variable cross section, phase shift disturbances, fluctuations in the vertical bars.

Введение. Основное уравнение колебаний. Широкое применение вертикальных стоек (рис. 1) стимулирует значительный интерес к их колебаниям от разнообразных возмущений, наиболее опасными среди которых являются сейсмические воздействия в виде горизонтальных перемещений основания и ветровые распределённые поперечные нагрузки.

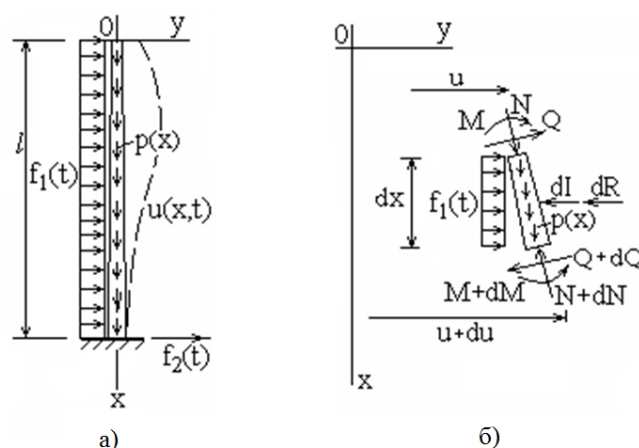


Рис. 1. Расчетная схема вертикального стержня

Впервые постановка краевой задачи о поперечных колебаниях вертикальных стержней постоянного сечения с учётом собственного веса (но без учёта сил сопротивления) была рассмотрена в [1]. Отмечалось, что найти собственные значения получающихся дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами в замкнутой форме не удастся. Поэтому в дальнейших исследованиях предлагались различные приближённые методы: аналитические, вариационные, численные и их сочетания с графиче-

скими. Так, например, в статьях [2, 3] приближённым методом Релея–Ритца изучались родственные задачи для стержней постоянного сечения при действии различных осложняющих факторов. Анализ состояния проблемы показывает, что потенциальные возможности численных методов использованы лишь в небольшом количестве работ [4].

В данной работе изучаются поперечные колебания вертикальной стойки переменного сечения при действии гармонических векторных возмущений, компонентами которых являются поперечная распределённая нагрузка и линейные перемещения нижнего конца. Родственная задача о колебаниях вертикальной стойки рассмотрена в [5].

Однородный вертикальный стержень (рис. 1а) длины l с погонной массой $m(x)$, с осевым моментом инерции поперечного сечения $J(x)$ из материала с модулем упругости E совершает изгибные колебания, описываемые функцией $u(x, t)$. К элементу стержня длиной dx (рис. 1б) приложены внутренние и внешние силы: M – изгибающий момент, Q – поперечная сила, $p(x)$ – продольная, равномерно распределённая нагрузка, $N = px$ – продольная сила, dI – дифференциал даламберовой силы инерции, dR – дифференциал силы вязкого трения (диссипации).

Инерционная и диссипативная силы направлены влево и являются следствием движения со скоростью и ускорением, направленными вправо. Они вычисляются по формулам

$$dI = m\ddot{u}dx, \quad dR = \eta m\dot{u}dx. \quad (1)$$

Здесь и далее точкой над переменными обозначены производные по времени, η – коэффициент линейно-вязкого трения.

С использованием принципа Даламбера и технической теории изгибных колебаний балок в работе [5] получено основное уравнение изгибных колебаний данного стержня

$$bu^{IV} + 2b'u''' + Fu'' + pu' + m\ddot{u} + \eta m\dot{u} = f_1(t), \quad x \in (0, l), \quad t > -\infty; \quad (2)$$

где введены обозначения

$$F = b'' + N, \quad N(x) = \int_0^x p(\xi)d\xi, \quad b(x) = EJ(x).$$

Уравнение (2) содержит производные до четвёртого и второго порядков по переменным x и t соответственно. Поэтому в математическую модель колебаний в дополнение к основному уравнению (2) должны включаться граничные и начальные условия достаточного количества. Для свободных и вынужденных установившихся колебаний стойки, рассматриваемых ниже, начальные условия не требуются, а граничные условия будут определяться ниже.

Вынужденные колебания

Рассмотрим задачу о вынужденных колебаниях при гармонических возмущениях. Источником колебаний является векторный процесс возмущений

$$\mathbf{f}(x, t) = \{f_1(x, t), f_2(t)\}$$

с компонентами, изображёнными на рис. 1а.

К уравнению (2) присоединяются неоднородные граничные условия, учитывающие переменность сечения и условия закрепления

$$u''(0, t) = 0, \quad [b(0)u''(0, t)]' = 0, \quad u'(l, t) = 0, \quad u(l, t) = f_2(t). \quad (3)$$

Два возмущения, являющихся компонентами векторного гармонического процесса, представим как комплекснозначные функции с частотами Ω_k и начальными фазами ψ_k

$$f_k(t) = a_k e^{j(\Omega_k t + \psi_k)}, \quad k = 1, 2. \quad (4)$$

Здесь a_k – вещественная амплитуда гармонических возмущений. Введём обозначение для комплексной амплитуды

$$A_k = a_k e^{j\psi_k}$$

и упростим описание возмущений

$$f_k(t) = A_k e^{j\Omega_k t}, \quad k = 1, 2. \quad (5)$$

Выходной процесс $u(x, t)$ в общем случае не будет гармоническим (и даже периодическим). В то же время он будет суммой двух гармоник с разными частотами Ω_k . Периодическими такие колебания будут лишь в том случае, если отношение Ω_1 / Ω_2 окажется рациональным числом. Если частоты возмущений одинаковые, т.е. $\Omega_1 = \Omega_2 = \Omega$, то выходной процесс будет гармоническим. Для этой задачи можно определять, кроме функции $u(x, t)$, и амплитуду колебаний. Рассмотрим данный случай подробнее.

Решение задачи (2)–(5) ищется с помощью метода разделения переменных как произведение

$$u(x, t) = X(x)e^{\lambda t}, \quad \lambda = j\Omega, \quad (6)$$

λ – характеристический показатель, $X(x)$ – функция амплитуды вынужденных колебаний, подлежащая определению.

Подставим (6) в (2), (3) и получим

$$bX^{IV} + 2b'X''' + F_iX'' + pX' + m\Lambda X = A_1, \quad \Lambda = \lambda(\lambda + \eta), \quad x \in (0, l), \quad (7)$$

$$X''(0) = 0, \quad [bX''(0)]' = 0, \quad X(l) = A_2, \quad X'(l) = 0. \quad (8)$$

От дифференциального уравнения (2) перейдём к разностной схеме метода конечных разностей [6, 7]. С этой целью заменим область непрерывного изменения аргумента $0 \leq x \leq l$ дискретным множеством точек (сеткой) с шагом $h = l/(n-1)$ и семейством сеток $\bar{D}_h = \{x_i = (i-1)h, i = 1, 2, \dots, n\}$, зависящих от шага h как от параметра. Вместо функции непрерывного аргумента $X(x)$ введём сеточную функцию дискретного аргумента $y(x_i) = y_i$, i – номер узла сетки. Таким образом, далее $X(x)$ будет представляться вектором $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, компоненты которого заменяют в узлах сетки аналитическую функцию приближённо, т.е. $y_i \approx X(x_i)$.

Нетрудно показать, что замена производных с точностью $O(h^2)$ в (8) по обычным правилам метода приведёт к алгебраическим уравнениям

$$r_i y_{i-2} + c_i y_{i-1} + d_i y_i + e_i y_{i+1} + s_i y_{i+2} = A_1 h^4, \quad i = 3, 4, \dots, n-2. \quad (9)$$

где коэффициенты имеют значения

$$\begin{aligned} r_i &= b_i - hb'_i, \quad c_i = -4b_i + 2hb'_i + h^2 F_i - 0,5h^3 p_i, \\ d_i &= 6b_i - 2h^2 F_i + h^4 m_i \Lambda, \quad e_i = -4b_i - 2hb'_i + h^2 F_i + 0,5h^3 p_i, \quad s_i = b_i + hb'_i. \end{aligned}$$

Граничные условия (8) приведём в соответствие с методом конечных разностей и запишем:

– на верхнем конце:

$$2y_1 - 5y_2 + 4y_3 - y_4 = 0, \quad \alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3 + \delta y_4 + \varepsilon y_5 = 0. \quad (10)$$

– на нижнем конце:

$$y_{n-2} - 4y_{n-1} + 3y_n = 0, \quad y_n = A_2. \quad (11)$$

Здесь

$$\begin{aligned} \alpha &= 2b'_1 h - 2,5b_1, \quad \beta = -5b'_1 h + 9b_1, \\ \gamma &= 4b'_1 h - 12b_1, \quad \delta = -b'_1 h + 7b_1, \quad \varepsilon = -1,5b_1. \end{aligned} \quad (12)$$

Уравнения (9)–(11) образуют неоднородную алгебраическую систему, которую можно переписать в матрично-векторной форме

$$G(\lambda)Y = q, \quad (13)$$

где $G(\lambda)$ – квадратная матрица порядка n

$$G(\lambda) = \begin{pmatrix} 2 & -5 & 4 & -1 & & & & & & \\ \alpha & \beta & \gamma & \delta & \varepsilon & & & & & \\ r_3 & c_3 & d_3 & e_3 & s_3 & & & & & \\ & r_4 & c_4 & d_4 & e_4 & s_4 & & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & & & & \\ & & & & & & r_{n-2} & c_{n-2} & d_{n-2} & e_{n-2} & s_{n-2} \\ & & & & & & & 1 & -4 & 3 \\ & & & & & & & & & & 1 \end{pmatrix}.$$

Здесь нулевые элементы не выписаны. Вектор в правой части имеет вид

$$q^T = \{A_1 h^4, 0, \dots, 0, A_2\}^T.$$

Значок T соответствует операции транспонирования вектора. Решение системы уравнений (13) даёт вектор

$$Y = G^{-1}q,$$

а далее – и вектор амплитуд колебаний по формуле

$$a_u(x_i) = |Y|.$$

Пример 1. Рассмотрим действие гармонических возмущений $f_1(t)$, $f_2(t)$ на вертикальную стойку с параметрами

$$l = 18 \text{ м}, \quad n = 601, \quad \eta = 0,02 \text{ с}^{-1}, \quad E = 210 \text{ ГПа}, \quad m(x) = 80 + 6x \text{ кг},$$

$$J = ax^2 + bx + c, \quad a = 2,95 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2, \quad b = -6,95 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3, \quad c = 0,000152 \text{ м}^4.$$

Для вещественных амплитуд возмущений возьмём значения

$$a_1 = 1 \text{ Н/м}, \quad a_2 = 0,02 \text{ м}.$$

Соответствующие расчёты дали три первых элемента спектра собственных частот

$$\omega = \{ 6,045 \quad 34,76 \quad 95,13 \} \text{ с}^{-1}.$$

Изучим влияние возрастающих значений частоты возмущений

$$\Omega = \{ 0 \quad 2,2 \quad 3 \quad 33,5 \quad 91 \} \text{ с}^{-1}$$

на амплитуду колебаний при отсутствии сдвига фаз, т. е. при

$$\psi_1 = \psi_2 = 0.$$

Результаты счёта показаны кривыми рис. 2 с номерами в порядке следования элементов вектора Ω . Они явно демонстрируют, что по мере роста частоты возмущений, а значит, приближения колебаний к резонансу на первом собственном значении, амплитуды возрастают, и форма их распределения по длине стержня совпадает с первой собственной функцией (кривые 1, 2, 3). При совпадении первого собственного значения с частотой возмущений колебания становятся резонансными, а амплитуды – большими (соответствующие кривые здесь не показаны). После первого резонанса при дальнейшем повышении частоты возмущений колебания происходят уже под влиянием второй собственной функции (кривая 4), а далее третьей (кривая 5) и т.д.

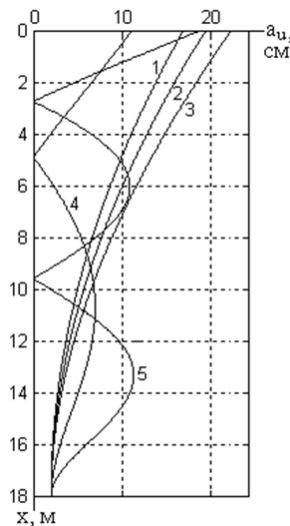


Рис. 2. Зависимость амплитуды колебаний от частоты возмущений

На основании такого анализа можно прийти к выводу: при вынужденных колебаниях вертикальной стойки величина и формы распределения амплитуды вдоль стойки существенно зависят от спектров собственных значений и собственных функций основного однородного дифференциального уравнения с однородными граничными условиями.

Пример 2. Рассмотрим колебания той же вертикальной стойки при различных сдвигах фаз возмущений, но одинаковых частотах

$$\Omega = 2 \text{ с}^{-1}.$$

Выясним влияние начальных фаз Ψ на амплитуду колебаний. В такой задаче существенное значение будут иметь не величины начальных фаз, а разницы между ними (сдвиги фаз). Наиболее характерными будут три случая:

$$\Psi = [(0, 0); (0, \pi); (0, \pi/2)].$$

Результаты счёта по компьютерной программе представлены на рис. 3 в виде кривых. Первая из них соответствует синфазным возмущениям. При этом возмущения направлены в одну и ту же сторону, одновременно увеличиваются (уменьшаются), поэтому амплитуды имеют наибольшие значения.

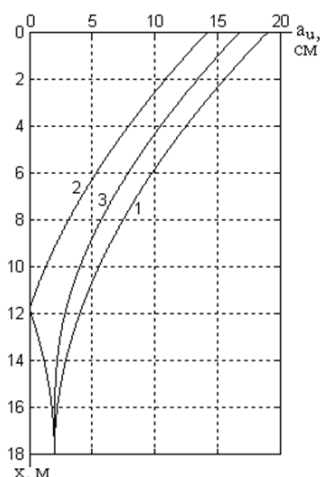


Рис. 3. Зависимость амплитуды колебаний от сдвига фаз

Во втором случае (кривая 2) второе возмущение направлено против первого, поэтому амплитуды существенно уменьшились, перемещения нижнего и верхнего концов находятся в противофазе. Третий вариант (кривая 3) является промежуточным между двумя предыдущими, поэтому кривая амплитуд занимает среднее положение. Частота возмущений во всех вариантах меньше первого собственного значения, поэтому распределение амплитуд происходит в основном под влиянием первой собственной функции.

Библиография

1. Коллатц Л. Задачи на собственные значения (с техническими приложениями). М.: Наука, 1968. 504 с.
2. Kim C.S., Dickinson S.M. On the analysis of laterally vibrating slender beams subject to various complicating effects // J. Sound and Vibr. 1988. V. 122, N 3. P. 441–455.
3. Auciello N.M. A study of the numerical convergence of Rayleigh-Ritz method for the free vibrations of cantilever beam of variable cross-section with tip mass // Eng. Trans. 1996. V. 44, N 3–4. P. 375–388.
4. Акуленко Л.Д., Костин Г.В., Нестеров С.В. Численно-аналитический метод исследования свободных колебаний неоднородных стержней // Изв. РАН. Мех. тверд. тела. 1995. № 5. С. 180–191.
5. Культербаев Х.П. Кинематически возбуждаемые колебания вертикальной стойки переменного сечения при векторных возмущениях // Современные строительные материалы, технологии и конструкции: материалы межд. научно-практ. конф. 2015. Т. 2. С. 418–426.
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.
7. Караманский Т.Д. Численные методы строительной механики. М.: Стройиздат, 1981. 436 с.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ С ОТТЯЖКАМИ

*Барагунова Л.А., Тилова З.А., Барагунов Т.М.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*baragunoval@mail.ru

Рассматривается устойчивость вертикальной стойки переменного сечения на гибких опорах с неравномерно распределённой нагрузкой. Решение задачи точными аналитическими методами невозможно, поэтому используется численный метод конечных разностей, что значительно упрощает определение собственных значений и функций. Анализ тестовых примеров подтверждает высокую точность полученных результатов.

Ключевые слова: спектральная задача, вертикальная стойка, устойчивость, собственные значения и функции.

STABILITY OF VARIABLE CROSS-SECTION UPRIGHT WITH BRACES

Baragunova L.A., Tilova Z.A., Baragunov T.M.

Kabardino-Balkarian State University

The stability of the vertical support variable section on flexible supports with non-uniformly distributed load. Solution of the problem can not be accurate analytical methods. Therefore used Num-feudal finite difference method, which greatly simplifies the definition of eigenvalues and eigenfunctions. Analysis of test cases confirms the high accuracy of the results.

Keywords: spectral problem, vertical stand, stability, eigenvalues and eigenfunctions.

1. Введение. Высокие вертикальные гибкие стойки (рис.1) широко используются в строительстве в качестве опор линий передач, мачт, прожекторов, антенных устройств и т.д. Эти сооружения обеспечивают эфирное и спутниковое телевидение, любительскую и профессиональную теле- и радиосвязь, пейджинг, сотовую связь, наружное освещение улиц и площадей; работу систем удалённого радиодоступа, радиорелейных систем, систем телеметрии и телеуправления, ветроэнергетических установок, метеорологических приборов и оборудования. Они являются носителями рекламы и вывесок, аэроуказателями, маяками для водного и воздушного судоходства и т.д. Столь широкое применение вертикальных стоек стимулирует значительный научный и практический интерес к их устойчивости. Проблема устойчивости стержней, которую исследовал ещё Эйлер, имеет длительную историю и обширную библиографию [1, 2]. Между тем развитие техники, усложнение условий работы и конструктивных схем сооружений ставят новые задачи перед исследователями. В частности, повышенное внимание уделяется устойчивости стержней с переменным сечением, с сосредоточенными массами, многопролётным, опирающимся не только на твёрдые опоры, но и на гибкие, и т. д. [3–8]. Переход к сложным, более адекватным расчётным схемам поддерживается и возросшими возможностями исследователей, получивших эффективный инструмент в виде вычислительной техники и их развитого математического и программного обеспечения. Также прогрессу в изучении механики стержней способствовали значительные достижения вычислительной математики последних лет: численные, вариационные методы и т. д. В то же время имеется лишь не так много работ, использующих численные методы для определения собственных значений при решении сложных технических задач [9–11].

2. Постановка задачи. Вертикальный стержень (стойка) переменного сечения (рис. 1) на верхнем конце несёт груз массы M (веса F) и сжимается неравномерно распределённым собственным весом интенсивности $p(x)$. Устойчивость стойки поддерживается оттяжками из тросов. В расчётной схеме (рис. 2) оттяжки заменяются эквивалентной гибкой опорой с коэффициентом жёсткости λ и действием горизонтальной и вертикальной сил R и T . При этом $R = \lambda v_B$, v_B – перемещение точки B , T зависит от силы натяжения оттяжек.

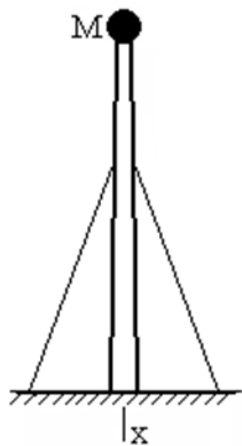


Рис. 1. Стержень переменного сечения

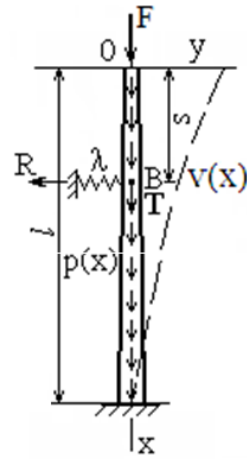


Рис. 2. Расчетная схема

При достижении силой тяжести F критического значения F_k (собственного значения) происходит потеря устойчивости прямолинейной формы равновесия (бифуркация) и переход к криволинейной форме равновесия $v(x)$. Рассмотрим вопрос об определении собственных значений и функций такой спектральной задачи.

Пользуясь *технической теорией* изгиба стержней, будем считать, что справедлива гипотеза плоских сечений, т. е. поперечные сечения при деформировании остаются плоскими и перпендикулярными к изогнутой оси стержня, прогибы и углы поворота сечений являются малыми величинами, деформацией продольной оси можно пренебречь, продольные волокна стержня не надавливают друг на друга.

Рассмотрим отсечённую часть в отклонённом положении (рис. 3). Здесь N , Q , M – внутренние силы в произвольном сечении. Учитывая её равновесное положение, получим уравнение продольного изгиба в виде равенства нулю суммы моментов всех сил относительно точки A

$$\sum m_A(\bar{F}_i) = 0, \quad M - \int_0^x p(\xi)[v(\xi) - v(x)]d\xi - F[v(0) - v(x)] - T[v(s) - v(x)] + R(x - s) = 0. \quad (1)$$

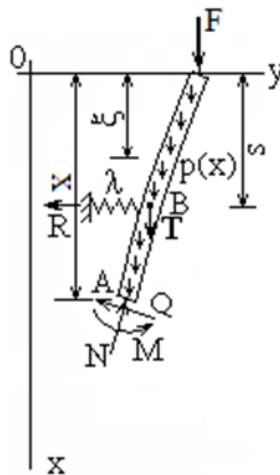


Рис. 3. Элементарный участок

Здесь использованы традиционные обозначения механики конструкций. Обозначим

$$b(x) = EJ(x), \quad (2)$$

учтём соотношения

$$M(x) = b(x)v''(x), \quad R(x) = \lambda v(x), \quad (3)$$

подставим (2), (3) в (1), и после двукратного дифференцирования получим основное дифференциальное уравнение изогнутой оси стойки

$$(b v'')'' + N v'' + p v' = 0. \quad (4)$$

Введено обозначение для продольной силы нижнего участка стойки (в сечениях верхнего участка Р и Т будут отсутствовать)

$$N(x) = F + P(x) + T, \quad P(x) = \int_0^x p(\xi) d\xi.$$

Для удобства дальнейших выкладок в уравнении (4) первое слагаемое представим подробнее и запишем

$$b v^{IV} + 2b' v''' + N v'' + p v' = 0, \quad x \in (0, l). \quad (5)$$

Уравнение (5) содержит производные четвёртого порядка по переменной x и стержень состоит из двух участков. Поэтому в математическую модель в дополнение к основному уравнению (5) должно включаться достаточное количество условий опирания и сопряжения участков стержня. Нетрудно заметить, что условиям закрепления концов стойки, изображённым на рис.2 соответствуют следующие граничные условия

$$\begin{aligned} v''(0) = 0, \quad [b v''(0)]' + F v'(0) = 0, \\ v(l) = 0, \quad v'(l) = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Второе из условий выпишем в развёрнутом виде

$$b' v''(0) + b v'''(0) + F v'(0) = 0. \quad (7)$$

Кроме (6), (7), должны удовлетворяться и условия сопряжения верхнего и нижнего участков стойки. Рассмотрим подробнее.

Условия гладкости по перемещениям и углам поворота дают

$$v(s-0) - v(s+0) = 0, \quad v'(s-0) - v'(s+0) = 0. \quad (8)$$

Уравнения равновесия также должны выполняться

$$v''(s-0) - v''(s+0) = 0, \quad [b v''(s-0)]' - [b v''(s+0)]' - \lambda v(s) = 0. \quad (9)$$

Далее проблема состоит в необходимости определения спектров собственных значений и функций задачи (5)–(8). Учитывая, что N и b содержат переменную x , приходим к выводу о невозможности её решения точными аналитическими методами.

Выход из затруднения состоит в применении численных и других приближённых методов. Воспользуемся методом конечных разностей [12] и от аналитической модели (5) – (9) перейдём к численной. С этой целью заменим область непрерывного изменения аргумента $0 \leq x \leq l$ дискретным множеством точек (сеткой) с шагом $h = l/(n-1)$ и семейством сеток $\bar{D}_h = \{x_i = (i-1)h, i = 1, 2, \dots, n\}$, зависящих от шага h как от параметра. Вместо функции непрерывного аргумента $v(x)$ введём сеточную функцию дискретного аргумента $y(x_i) = y_i$, i – номер узла сетки. Таким образом, далее $v(x)$ будет представляться вектором $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, компоненты которого заменяют в узлах сетки аналитическую функцию приближённо, т.е. $y_i \approx v(x_i)$.

Нетрудно показать, что замена производных конечноразностными соотношениями с точностью $O(h^2)$ в (5) по обычным правилам метода приведёт к алгебраическим уравнениям

$$a_i y_{i-2} + c_i y_{i-1} + d_i y_i + e_i y_{i+1} + f_i y_{i+2} = 0, \quad i = 3, 4, \dots, k-2, k+2, \dots, n-2, \quad (10)$$

где k – номер узловой точки у гибкой опоры,

$$\begin{aligned} a_i &= b_i - h b'_i, \quad c_i = -4b_i + 2h b'_i + h^2 N_i - 0,5 p_i h^3, \quad d_i = 6b_i - 2h^2 N_i, \\ e_i &= -4b_i - 2h b'_i + h^2 N_i + 0,5 p_i h^3, \quad f_i = b_i + h b'_i. \end{aligned}$$

Аналогичные замены произведём в граничных условиях (6) и получим

$$\begin{aligned} 2y_1 - 5y_2 + 4y_3 - y_4 = 0, \quad \alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3 + \delta y_4 + \varepsilon y_5 = 0, \\ y_{n-2} - 4y_{n-1} + 3y_n = 0, \quad y_n = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь

$$\begin{aligned} \alpha &= 2b'_1 h - 2,5b_1 - 1,5h^2 F, \quad \beta = -5b'_1 h + 9b_1 + 2h^2 F, \\ \gamma &= 4b'_1 h - 12b_1 - 0,5h^2 F, \quad \delta = -b'_1 h + 7b_1, \quad \varepsilon = -1,5b_1. \end{aligned}$$

Первое из условий (8) не содержит полезной информации для метода конечных разностей, так как не образует алгебраического уравнения. Остальные три принимают вид

$$y_{k-2} - 4y_{k-1} + 6y_k - 4y_{k+1} + y_{k+2} = 0, \quad (12)$$

$$-y_{k-3} + 4y_{k-2} - 5y_{k-1} + 5y_{k+1} - 4y_{k+2} + y_{k+3} = 0. \quad (13)$$

$$1,5b_k y_{k-4} + (-b'_k h - 7b_k)y_{k-3} + (4b'_k h + 12b_k)y_{k-2} + (-5b'_k h - 9b_k)y_{k-1} + \\ + (2b'_k h + 5b_k - 2b'_k h + \lambda h^3)y_k + (5b'_k - 9b_k)y_{k+1} - (4b'_k + 12b_k)y_{k+2} + \\ + (b'_k - 7b_k)y_{k+3} + 1,5b_k y_{k+4} = 0,$$

Введём обозначения

$$\zeta = 1,5b_k, \quad \eta = -b'_k h - 7b_k \quad \vartheta = 4b'_k h + 12b_k \quad \kappa = -5b'_k h - 9b_k \\ \nu = 5b_k + \lambda h^3 \quad \rho = 5b'_k h - 9b_k \quad \sigma = 4b'_k h + 12b_k \quad \xi = b'_k h - 7b_k$$

и перепишем последнее из условий сопряжения

$$\zeta y_{k-4} + \eta y_{k-3} + \vartheta y_{k-2} + \kappa y_{k-1} + \nu y_k + \rho y_{k+1} + \sigma y_{k+2} + \xi y_{k+3} + \zeta y_{k+4} = 0. \quad (14)$$

Объединение уравнений (10)–(14), приводит к однородной алгебраической системе уравнений, которую можно переписать в матрично-векторной форме

$$B(F) Y = 0. \quad (15)$$

Здесь $B(F)$ – квадратная разреженная матрица порядка n

$$B(F) = \begin{pmatrix} 2 & -5 & 4 & -1 & & & & & & & \\ \alpha & \beta & \gamma & \delta & \varepsilon & & & & & & \\ a_3 & c_3 & d_3 & e_3 & f_3 & & & & & & \\ & a_4 & c_4 & d_4 & e_4 & f_4 & & & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & & & & & \\ & & & & & & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \\ & & & & & & \zeta & \eta & \vartheta & \kappa & \nu & \rho & \sigma & \xi & \zeta \\ & & & & & & -1 & 4 & -5 & 0 & 5 & -4 & 1 & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \\ & & & & & & & & & & & a_{n-2} & c_{n-2} & d_{n-2} & e_{n-2} & f_{n-2} \\ & & & & & & & & & & & & & 1 & -4 & 3 \\ & & & & & & & & & & & & & & & 1 \end{pmatrix}, \quad (16)$$

нулевые элементы не выписаны.

Система уравнений (15) имеет тривиальное решение

$$Y = 0,$$

которое не представляет практического интереса, так как соответствует исходной прямолинейной форме равновесия. Задача состоит в том, чтобы найти собственные значения F , при которых происходит бифуркация, т.е. ветвление форм равновесия. Из этого следует, что становятся возможными, кроме прямолинейных нулевых форм, равновесия и ненулевые, соответствующие искривлённым осям стойки. Это требование приводит к характеристическому уравнению

$$\det B(F) = 0. \quad (17)$$

При больших значениях n развертывание определителя при неизвестном значении F , а далее решение уравнения (17) представляет очевидные сложности. Возникающие проблемы легко преодолеваются, если на последнем этапе воспользоваться графическим методом решения и возможностями современной вычислительной техники. Многие программные комплексы (MatLab, MathCad и др.) позволяют легко визуализировать функцию в левой части (17) на экране монитора в координатной системе $F - \det B(F)$. Тогда точки пересечения соответствующей кривой с осью F и определяют искомые значения критической силы, т. е. спектр критических сил

$$\{F_1, F_2, \dots\}.$$

Применение такого графоаналитического метода к определению собственных значений к проблемам устойчивости, колебаний и другим родственным задачам подтверждает высокую точность получаемых результатов при сравнительно простом компьютерном программировании.

Спектр собственных векторов, соответствующих собственным функциям, может быть установлен путём замены F на F_k в системе (15) и её последующего решения. Ввиду того, что определитель матрицы B при этом равен нулю, собственные формы могут быть найдены лишь с точностью до множителя.

Тогда в (15) можно принять, например, что $y_1=1$, и остальные неизвестные найти по системе уравнений, из которой исключена первая строка и первый столбец

$$D(F_k) \mathbf{Z}_k = 0, k = 1, 2, \dots, n.$$

Поочерёдная подстановка собственных значений в формулы для вычисления элементов матрицы D и далее решение усечённой системы уравнений приведёт к получению семейства собственных векторов

$$\mathbf{Z}_k = \{z_{k1}, z_{k2}, \dots, z_{k,n-1}\}, k \in N.$$

При этом элементы вектора $\mathbf{Z}_k$ будут находиться в биективном соответствии с элементами вектора $\mathbf{Y}$

$$\{y_{k1}, y_{k2}, y_{k3}, \dots, y_{k,n-1}, y_n\} = \{1, z_{k1}, z_{k2}, \dots, z_{k,n-1}\}.$$

Такая процедура вычислений использована ниже в примере.

Пример1. Тестирование предлагаемых вычислительных схем проведём на стержне с условными параметрами

$$l = \pi/2, n=1009, \lambda = 0, b(x) \equiv 1, m(x) \equiv 1.$$

Известно, что критическими силами для такого стержня являются квадраты нечётных целых чисел. Значения F_k , полученные точным и численным способами в программной системе Matlab, представлены в таблице.

Таблица

Точные и приближенные значения собственных частиц

Точные значения	1	9	25	49
Приближенные значения	1,0000	8,9999	25,0005	48,9979

Три собственных значения таблицы напрямую взяты по графику, выданному на монитор компьютера (рис.4). Очевидно, что имеет место высокая степень точности определения собственных значений.

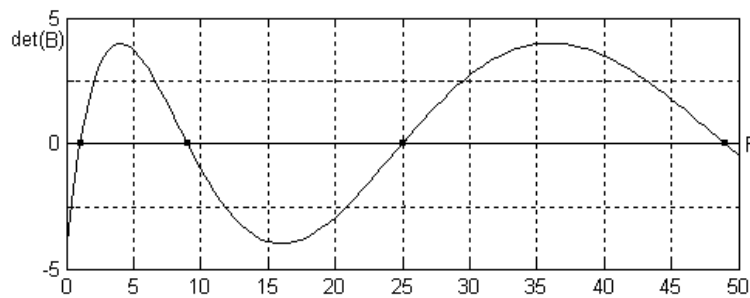


Рис. 4. Корни характеристического уравнения

Проведены вычисления по определению собственных функций, соответствующих найденным критическим силам. Результаты показаны на рис.5 в виде кривых, которые подверглись нормировке по максимальному значению отклонений. Приведённые кривые совпадают с формами потери устойчивости, найденными ещё Эйлером [13].

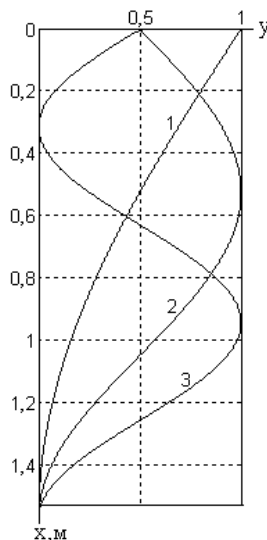


Рис. 5. График собственных функций

Пример 2. Рассмотрим теперь пример реального стального стержня в виде мачты из четырёх труб при следующих входных данных:

$$l = 24 \text{ м}, \quad s = 4,8 \text{ м}, \quad E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}, \quad J(x) = 37,1x^2 + 1340x + 12100 \text{ см}^4, \\ m = 60 + 4x \text{ кг/м}, \quad \lambda = 10000 \text{ Н/м}, \quad T = 1000 \text{ кН}, \quad n = 1001.$$

Результаты вычислений представлены на рис. 6 в виде кривой. Отмеченные точки соответствуют первым трём критическим силам. Чтение их абсцисс с экрана монитора даёт следующие значения

$$F = \{ 630, \quad 5783, \quad 11641 \} \text{ кН}.$$

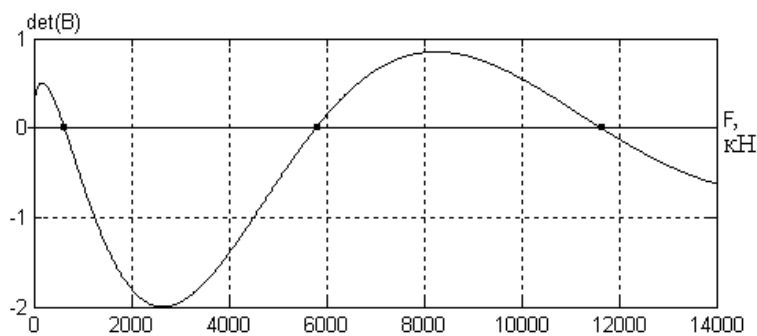


Рис. 6. Критические силы

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы:

1. Метод конечных разностей даёт сравнительно простой и универсальный алгоритм решения задачи на определение критических сил для неклассических задач на устойчивость стержней переменного сечения с гибкими опорами.
2. С помощью графоаналитического метода решения характеристического уравнения можно получать высокоточные значения критических сил в сложных задачах устойчивости сжатых стержней.

Библиография

1. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука, 1967. 984 с.
2. Коллатц Л. Задачи на собственные значения (с техническими приложениями). М.: Наука, 1968. 504 с.
3. Культербаев Х.П., Барагунова Л.А. О плотности собственных значений в задаче об устойчивости многопролётного стержня // Строительство: проблемы и перспективы: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Дагестанский государственный институт народного хозяйства. Махачкала, 2013. С. 133–135.
4. Культербаев Х.П., Кармоков К.А. Об устойчивости многопролётного стержня переменной жёсткости на гибких опорах // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. Вып. 34(53). 2013. С. 90–98.
5. Культербаев Х.П. О структурировании пространства параметров сжато-растянутого стержня по механическому состоянию // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2009. № 3. С. 85–88.
6. Культербаев Х.П. О границе области допустимых состояний в пространстве параметров сжато-растянутого стержня // Наука, техника и технология XXI века (НТТ-2009): материалы IV Международной научно-технической конференции. Нальчик, 2009. С. 313–317.
7. Барагунова Л.А. О влиянии упругости опор на устойчивость сжатых стержней // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», Кубанский гос. ун-т, 2013. № 1–2. С. 49–54.
8. Барагунов Т.М. Об устойчивости многопролётных стержней на гибких опорах // Восьмые Окуневские чтения: материалы Международной конференции. 25–28 июня 2013. С. 72–75.
9. Huttelmaier H.-P., Chung Jin S., Mustoe G.G.W., Zheng Zhao-chang, Cheng Bao-rong. Eigenvalues of a long vertical pipe by DEM, FEM and exact solution // Proc. 3rd Int. Offshore and Polar Eng. Conf. Vol. 2. Singapore: Golden (Colo). 1993. P. 311–314. June 6–11.
10. Delfour M.C., Payre G., Rideau P. Numerical computation of eigenvalues for linear structures by Kuhn's method // Contr. Distrib. Parameter Syst. Proc. 4th IFAC Symp., 30 June – 2 July, 1986. Los Angeles, Calif.: Oxford e. a, 1987. P. 147–153.
11. Ильин В.П., Карпов В.В., Масленников А.М. Численные методы решения задач строительной механики. М.: АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2005. 425 с.
12. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.
13. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. М.: Госуд. издат. технико-теорет. лит., 1946. 532 с.

ЭКОНОМИКА

УДК 338

МЕХАНИЗМ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СФЕРОЙ ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ

Тхамитлокова Ю.О.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

iukhanna07@yandex.ru

В статье рассмотрен уровень развития сферы туризма в России и в Северо-Кавказском федеральном округе с акцентом на внутренний и въездной туризм. Выявлены основные проблемы управления сферой туризма в данном регионе. Показана роль механизма информационного обеспечения сферой туризма для эффективной системы управления ей. Также в статье исследованы сущность понятия «механизма управления» и специфика его действия (механизма управления) в сфере туризма. На основе проведенного анализа автором сформулировано определение понятия «механизм управления» в сфере туризма, которое отражает роль информационного обеспечения как элемента эффективной системы управления сферой туризма в регионе.

Ключевые слова: сфера туризма, термины «механизм», «механизм управления», система управления.

THE MECHANISM OF INFORMATION SECURITY AS AN IMPORTANT ELEMENT OF AN EFFECTIVE SYSTEM OF MANAGEMENT OF TOURISM IN THE REGION

Tkhamitloкова Yu.O.

Kabardino-Balkarian State University

The article considers the level of development of tourism in Russia and the North Caucasus Federal district, with an emphasis on domestic and inbound tourism. The basic problems of management in the sphere of tourism in the region. Shows the role of information support of the tourism sector for effective system control her. The article also examines the nature of the concept of «control mechanism» and the specificity of its action (control mechanism) in the tourism sector. On the basis of the analysis, the author formulated the definition of «control mechanism» in the tourism sector, which reflects the role of information provision as part of an effective system of management of tourism in the region.

Keywords: tourism, the term «mechanism», «mechanism of control», control system.

Сфера туризма как социально-экономическое явление сочетает в себе рыночные аспекты экономических связей и социально ориентированные цели развития общества. В современных условиях эта сфера является одной из ведущих и важнейших социально-экономических отраслей мировой экономики. Во многих странах мира она является высокодоходной и наиболее динамично развивающейся отраслью экономики [1]. Во-первых, эта сфера служит фундаментальным источником формирования новых рабочих мест и развития региональной экономики. Во-вторых, сфера туризма является одной из доминирующих и наиболее быстро развивающихся отраслей. В-третьих, она во многом определяет национальную экономику ряда стран, в которых доля поступлений от сферы туризма достигает более 40 % ВВП [2]. В-четвёртых, множество стран, к которым относится и Россия, имеют значительный природный потенциал развития сферы туризма с адекватным ростом экономики и повышением благосостояния населения.

Уровень развития сферы туризма в России не отвечает потенциальным возможностям регионов и потребностям населения в туристских услугах. Туризм, особенно внутренний и въездной, развит слабо. Туристский потенциал различных территорий России используется всего на 7–10 %. Наблюдается зна-

чительное увеличение выездов россиян в зарубежные поездки, рост числа туристских организаций, ориентированных на выездной туризм, тогда как для экономического прогресса страны больший интерес представляет въездной и внутренний туристический бизнес, который является выгодным направлением региональной специализации. Для РФ, в частности для Северо-Кавказского федерального округа (СКФО), региональный подход к управлению сферой туризма имеет исключительно важное значение в силу огромного природно-рекреационного потенциала, который должен стать важной составной частью экономики данного региона. Развитие туристического комплекса Северо-Кавказского федерального округа сдерживается отсутствием качественной туристской инфраструктуры и невысоким уровнем сервиса, негативным имиджем Северо-Кавказского федерального округа, наличием ограниченного, регламентированного режима посещения территории части субъектов Российской Федерации, входящих в состав Северо-Кавказского федерального округа, для иностранных граждан. Невысокой остается обеспеченность указанных субъектов Российской Федерации гостиницами и специальными средствами размещения. Чрезвычайно слабое распространение имеет международная система классификации гостиниц на территории Северо-Кавказского федерального округа [3].

Управление сферой туризма в данном регионе в настоящее время сталкивается с некоторыми проблемами:

- слабое информационное обеспечение сферы туризма в СКФО, т.е. отсутствие специализированного единого центра туристско-информационных услуг и единого информационного портала;
- отсутствие позиционирования региона на рынке туризма РФ и на международном уровне;
- несоответствие материальной базы учреждений курортно-рекреационного комплекса современным требованиям, недостаточный уровень сервиса, комфортности и качества курортных и туристских услуг;
- недостаточная привлекательность курортов республики для частных инвесторов в связи с неразвитостью инфраструктуры;
- недостаточное продвижение санаторно-курортного и туристского продукта на рынке услуг.

Все вышеизложенное свидетельствует о возрастающей роли системы управления сферой туризма в данном регионе. Сфера туризма в СКФО способна стать ускорителем социально-экономических процессов в регионе, а для этого необходимы новые и более эффективные подходы к управлению ее развитием со стороны региональных органов власти.

В рамках реализации Стратегии социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года и Постановления Правительства Российской Федерации № 833 «О создании туристического кластера в Северо-Кавказском федеральном округе, Краснодарском крае и Республике Адыгея» в Кабардино-Балкарской Республике будет создана туристско-рекреационная особая экономическая зона на территории Черекского, Чегемского, Эльбрусского и Зольского районов Кабардино-Балкарской Республики [3].

Управление рыночной моделью с элементами государственного регулирования развития сферы туризма на федеральном и региональном уровнях осуществляется через два основных механизма: во-первых, через рыночное саморегулирование путем достижения равновесия спроса и предложения, во-вторых, через введение определенных механизмов государственного управления и координации. Причем, во втором случае речь идет как о государственном регулировании, так и о самоорганизации хозяйствующих субъектов через создание туристских организаций.

Система управления сферой туризма – это воздействие государства на деятельность хозяйствующих субъектов и рыночную конъюнктуру для обеспечения нормальных условий функционирования рыночного механизма, реализации государственных социально-экономических приоритетов и выработки единой концепции развития сферы туризма в регионе. Это – сложный процесс, который включает различные процедуры разработки государственной политики регулирования развития туризма, обоснования ее цели, задач, основных направлений, выбора инструментов и методов ее проведения. Специфическое отличие современной рыночной модели с элементами государственного регулирования развития туризма от других отраслей народного хозяйства состоит в том, что в регулировании отрасли участвуют общественные организации, представленные туристическими организациями [4].

В научной литературе отсутствует единый перечень элементов, которые формируют систему управления сферой туризма. В настоящее время включение механизма управления в состав системы управления является наиболее спорным вопросом. Некоторые авторы считают, что механизм управления является самостоятельным компонентом, который не входит в состав системы управления, то есть, механизм управления они рассматривают как самостоятельную систему. Другие авторы, наоборот, считают, что функционирование системы управления невозможно без входящего в его состав механизма управления [5].

С нашей точки зрения, механизм управления является составной частью системы управления, которая приводит в движение данную систему управления. Механизм управления играет роль важнейшего инструмента системы, поскольку система не может функционировать без движущей силы, т.е. без своего механизма, а также и без механизма управления не будет системы управления как таковой. Поскольку механизм управления является составляющим элементом эффективной системы управления, необходимо рассмотреть более подробно его сущность.

Понятие «механизм» в переводе с греческого означает «машина». В этом смысле термин «механизм» получил широкое применение в технике. В данной области слово «механизм» – это система твердых тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел.

В последствии термин «механизм» был перенесен почти во все другие сферы человеческой деятельности. Поэтому в научной литературе встречаются такие термины, как экономический механизм, хозяйственный механизм, финансовый механизм, механизм управления, механизм социально-экономического развития, механизм стимулирования и др. [5]. В одних случаях под термином «механизм» понимают совокупность системы, например: «финансовый механизм» – совокупность состояний системы; «механизм социально-экономического развития» – совокупность социально-экономических состояний хозяйственной системы; в других – как главный двигатель развития, т.е. главный элемент структуры системы, особенности его взаимодействия с другими элементами и тому подобное. Главное отличие механизмов, используемых в экономике, от механизмов в технических системах заключается в том, что в экономике отсутствуют звенья в виде твердых тел, которые являются неперенным элементом в технических системах. Также механизмы в данных сферах деятельности отличаются целями. Таким образом, учитывая, что, конечной целью функционирования сферы туризма является удовлетворение потребностей туристов в отдыхе, то механизм управления сферой туризма является по своей ориентации организационно-экономическим.

Эффективность системы управления сферой туризма в регионе опирается, в зависимости от конкретной проблемы, на исследование соответствующих механизмов. Для обеспечения инновационного развития индустрии туризма как на региональном, так и на федеральном уровне используются различные механизмы: социально-политические, экономические, финансовые, правовые, экологические, психологические, медицинские и др. Каждый из этих механизмов представляет собой совокупность соответствующих инструментов управления.

Например, финансовый механизм в сфере туризма включает в себя механизм финансирования инвестиций, который, в свою очередь, тоже является обобщающим понятием: он включает, в частности, механизмы самофинансирования (использование части прибыли для развития производства услуг), банковского кредитования (инвестиционное кредитование, проектное финансирование), государственного финансирования (использование инструментов бюджетного кредита или инвестиционного налогового кредита) [6].

Жесткого разграничения между используемыми механизмами развития сферы туризма нет, т.к. многие из них взаимосвязаны. Например, использование инвестиционного механизма предполагает использование механизмов финансирования инвестиций.

Для обозначения разнообразных инструментов управления, действие которых направлено на развитие сферы туризма, в работе используется обобщающее понятие «механизм управления».

Специфика действия механизма управления в туристском секторе экономики определяется отличительными чертами как самих туристских услуг, так и особенностями их производителей и потребителей.

Туристским услугам, как и любым другим услугам, присущи отличительные черты, которые можно обозначить как «три Н»:

1) неосвязаемость: туристские услуги не являются материальными. Они относятся к социально-культурным (нематериальным), поскольку определяются деятельностью исполнителя услуги по удовлетворению социально-культурных услуг потребителя: физических, этических, интеллектуальных, духовных и др. Их невозможно увидеть или оценить в момент покупки. Объектом таких услуг является собственно потребитель;

2) неразрывность производства и потребления. Поскольку услуга представляет результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, процесс оказания туристской услуги происходит параллельно с потреблением. Производство же товаров в материальной форме, как известно, предшествует его продаже, лишь после этого наступает потребление;

3) невозможность хранения туристской услуги. Жизненный цикл туруслуги существенно отличается от материального товара, в частности отсутствием этапа хранения. Несохранимость туристской

услуги требует тщательного изучения конъюнктуры рынка, точного соответствия спроса и предложения, поскольку услуги не могут «полежать» на складе до их востребования. Наглядно отличительные особенности туристских услуг представлены на рис. 1.

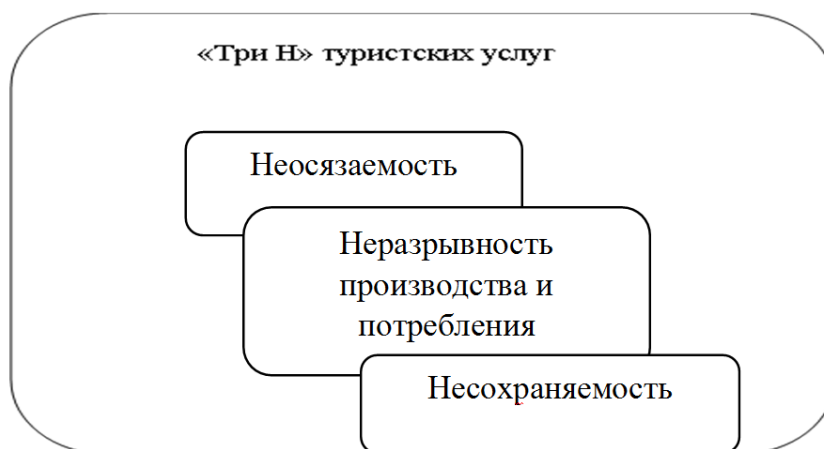


Рис. 1. «Три Н» туристских услуг [7]

Следует также отметить специфические особенности производителей и потребителей туристских услуг. Спрос на туристские услуги отличается значительной эластичностью в зависимости от конъюнктуры, дохода, уровня образования, рекламы, цены. Оценка качества этих услуг достаточно субъективна: большое влияние на оценку потребителя оказывают внешние факторы или лица, не имеющие прямого отношения к пакету приобретенных услуг (местные жители, другие отдыхающие, участники туристической группы, члены семьи). При разработке программ развития учитываются интересы не только «конечного потребителя» – туристов, но и промежуточных инстанций – турагентств, партнеров, общественных туристских объединений, государственных органов по регулированию туризма. В табл. 1 также приведены еще несколько отличительных черт туристских услуг.

Таблица 1

Отличительные черты туристских услуг и их характеристика

Отличительные черты туристских услуг	Характеристика
Подверженность сезонным колебаниям	Маркетинговые мероприятия турфирмы будут отличаться в пик сезона и межсезонья. В межсезонье необходимы дополнительные меры стимулирования спроса: низкие цены. Различные дополнительные услуги, варьирование различными видами туризма (диверсификация предложения)
Значительная статичность	Привязанность к определенному месту (турбазе, аэропорту, так как их невозможно перенести в другое место)
Несовпадение во времени факта продажи туристской услуги и ее потребления	Покупка товаров (услуг) туризма производится за недели или за месяцы до начала их потребления. В этом случае большую роль играет рекламная печатная продукция, предоставляющая наглядную информацию о покупаемом туристском продукте и позволяющая создать ощущение выгод, которые могут быть извлечены из его потребления в будущем. Большое значение на стадии продажи туристского продукта придается степени достоверности информации, а также надежности продукта (соответствию качества продукта его цене)
Территориальная разобщенность потребителя и производителя на туристском рынке	Важны мероприятия по информированию и рекламе на более широком (международном) уровне
Покупатель преодолевает расстояние, отделяющее его от продукта и места потребления, а не наоборот	

Источник: составлена автором на основе обзора литературы [8].

К особенностям производителей туристских услуг можно отнести такие отличительные свойства, как взаимодополняемость, взаимодействие друг с другом. Эта связь особенно видима в долгосрочной перспективе, отражающей композитный характер туристского продукта: рентабельность транспортных компаний зависит от загрузки и качества средств размещения, а их выживаемость на рынке определяется качеством достопримечательностей и степенью посещаемости данного направления.

В коротком периоде в разработке своих инновационных программ различные поставщики туристских услуг не учитывают интересы друг друга. Практика показывает преобладание в разработке стратегий именно такой краткосрочной ориентации.

На основе проведенного исследования целесообразно сформулировать следующее определение термина «механизм управления» в сфере туризма: «механизм управления» – это совокупность соответствующих инструментов управления в туризме, т.е. методов, средств, ресурсов, принципов, с целью информационного обеспечения системы управления в сфере туризма и воздействия на объект управления для обеспечения эффективного функционирования системы управления сферой туризма в регионе. Данное определение раскрывает сущность механизма информационного обеспечения как составляющего элемента эффективной системы управления сферой туризма в регионе.

Такие элементы, как информационные отношения между субъектами туристского рынка, информационные процессы, а также принципы, цели, методы, инструменты и результаты информационного обеспечения туризма определяют структуру механизма информационного обеспечения сферы туризма (рис. 2 и 3).

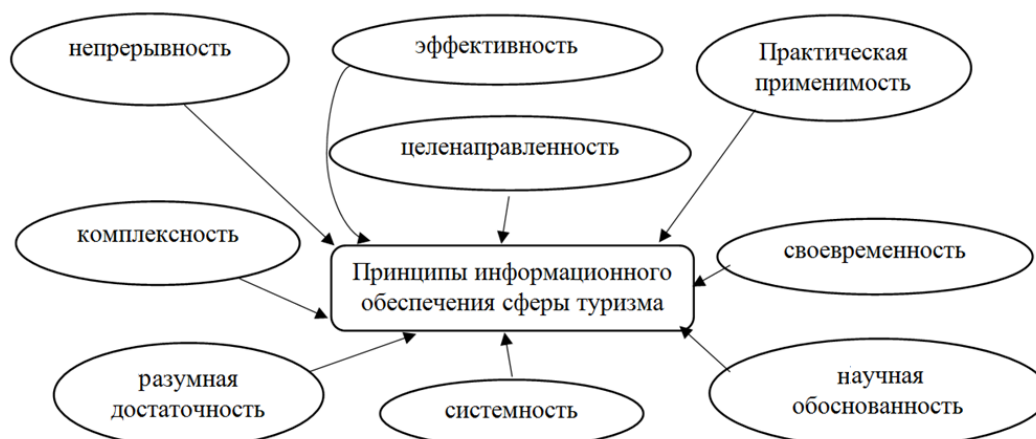


Рис. 2. Принципы информационного обеспечения сферы туризма

Источник: составлено автором на основе обзора литературы [9]

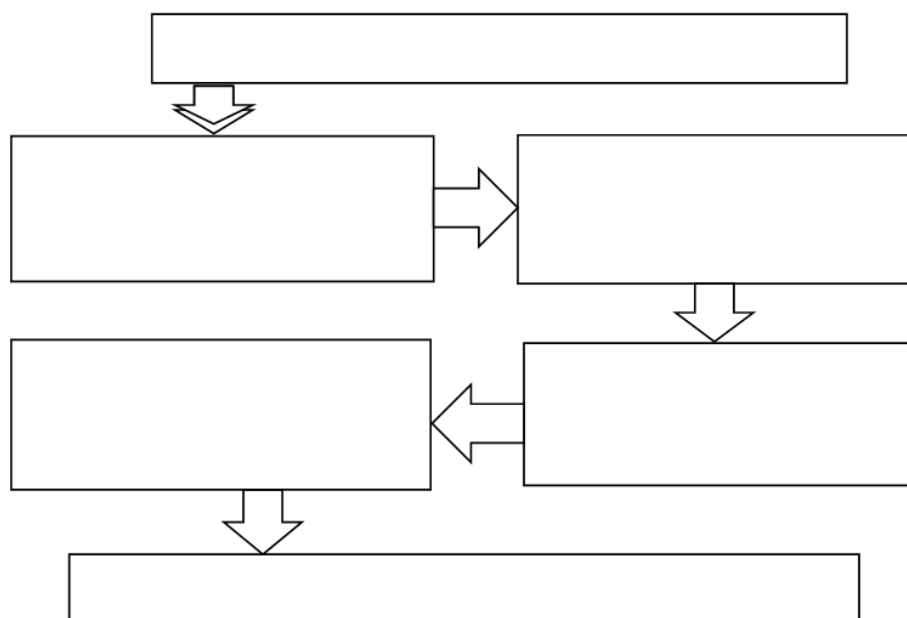


Рис. 3. Элементы структуры механизма информационного обеспечения сферы туризма

Источник: составлено автором на основе обзора литературы [9]

Принципы информационного обеспечения в сфере туризма, такие как системность, комплексность, непрерывность, целенаправленность, своевременность, научная обоснованность и практическая

применимость, разумная достаточность и эффективность, определяют цели информационного обеспечения. Достижение целей происходит посредством управления информационными отношениями между субъектами туристского рынка, в рамках которых реализуется система информационных процессов. Для каждого процесса имеется набор методов, предполагающих использование инструментов. В результате формируются конкретные результаты информационного обеспечения. Одним из ключевых элементов механизма являются информационные отношения (табл. 2.)

Таблица 2

Информационные отношения субъектов сферы туризма

Потребитель информации	Информационные потребности субъекта рынка туристских услуг	Обладатель информации
Потребители туристских услуг	Информация о туристических возможностях различных территорий	Органы государственного управления Предприятия сферы туризма и гостеприимства
	Информация о природных особенностях, состоянии экологии, криминогенной обстановке, а также о фактах недобросовестного ведения дел в сфере туризма	
	Права и обязанности туристов, правила пересечения государственных границ, визовые формальности	
	Информация о характеристиках своих услуг, ценах, скидках и специальных акциях, условиях предоставления услуг и наличии мест	
Предприятия сферы туризма и гостеприимства	Данные о потребностях, мотивах потребительского поведения, уровня и характере спроса, платежеспособности туристов	Потребители туристских услуг
	Субъективные мнения туристов о деятельности туристических предприятий	
	Научные методики повышение эффективности организации туристской деятельности	Учреждения сферы образования и науки
	Условия оказания финансовой и инвестиционной поддержки	Инвестиционные компании и частный инвесторы
Органы государственного управления	Информация о результатах деятельности организаций сферы туризма и гостеприимства	Организации сферы туризма и гостеприимства
	Научные методики управления развитием туризма, научное обоснование государственных стандартов учебных программ	Учреждения сферы образования и науки
Инвестиционные фирмы и частные инвесторы	Приоритеты развития туризма и обоснование инвестиционной привлекательности территорий	Органы государственного управления
	Информация о результатах деятельности организаций сферы туризма и гостеприимства	Организации сферы туризма и гостеприимства
Учреждения сферы образования и науки	Требования организаций сферы туризма к квалификации кадров	Организации сферы туризма и гостеприимства
	Количественная и качественная информация для научных исследований	Органы государственного управления, предприятия сферы туризма и гостеприимства, потребители туристских услуг

Источник: составлено автором на основе обзора литературы [9]

Информационные отношения – это отношения, возникающие в процессе реализации информационных процессов (поиск, систематизация, передача информации и пр.). Наиболее значительный обмен информацией, на котором основывается работа туристского рынка, происходит между туристскими организациями и туристами, как действительными, так и потенциальными.

Однако информационный обмен лежит в основе взаимодействия и остальных субъектов туристского рынка. В табл. 2 рассмотрены информационные потребности основных субъектов, обуславливающие характер отношений между ними. Другой важный элемент механизма – результаты информационного обеспечения туризма – рассмотрен в табл. 3.

Изучив табл. 3, можно сделать вывод, что каждый субъект рынка туристских услуг в результате информационного обеспечения получает основу для прогнозирования, планирования и последующего принятия решений. Потребители туристских услуг могут прогнозировать степень благоприятности условий (финансовых, климатических и погодных, политических и др.) для путешествий. Данная информация помогает туристам принимать решения о месте и сроках путешествия, а также спланировать

маршруты и бюджет поездки. Организации сферы туризма и гостеприимства получают возможность прогнозировать спрос, влияние факторов внешней среды на организацию. Полученная информация позволяет организациям выработать стратегию развития, а также спланировать свою деятельность по ее реализации. Органы государственного управления разрабатывают прогнозы социально-экономического развития страны и регионов. На основе прогнозов принимаются решения о реализации стратегий и целевых программ в сфере туризма, в которых определяются значения плановых показателей эффективности. Для инвестиционных компаний большое значение имеют прогнозы роста или сокращения туристского рынка и окупаемости инвестиционных проектов. Принимая решения о выборе объекта и объемов инвестирования, инвестиционные компании планируют риски и сроки возврата инвестиций.

Таблица 3

Результаты информационного обеспечения туризма

Субъект рынка туристских услуг	Прогнозы	Планы	Решения
Потребители туристских услуг	Прогнозы субъективных благоприятных условий для осуществления туристской деятельности	Определение маршрутов, планирование бюджета	Выбор места и времени осуществления туристской деятельности
Предприятия сферы туризма и гостеприимства	Прогнозы спроса, влияния факторов внешней среды	Планирование структуры и объема продаж	Выбор маркетинговой стратегии
Органы государственного управления	Прогнозы социально-экономического развития	Планирование показателей реализации стратегий и целевых программ	Принятие стратегий, федеральных и региональных целевых программ
Инвестиционные компании и частные инвесторы	Прогнозы окупаемости инвестиций	Планирование инвестиционных рисков, сроков возврата инвестиций	Решения об объектах и объемах инвестирования
Учреждения сферы образования и науки	Прогнозы потребности отрасли в кадрах, научно-практических методиках	Планы набора и выпуска студентов, научно-исследовательских работ	Изменения в учебных программах, методах обучения и исследования

Источник: составлено автором на основе обзора литературы [9]

Учреждения сферы образования и науки, основываясь на прогнозах потребностей туристской отрасли в кадрах и научно-методическом обеспечении деятельности, вносят изменения в учебные и научные программы, а также планируют набор и выпуск студентов и направления научно-исследовательских работ.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что механизм управления является важнейшим элементом эффективной системы управления сферой туризма в регионе. Поэтому одной из задач развития сферы туризма должно стать совершенствование механизма информационного обеспечения путем повышения эффективности информационного обмена между субъектами туристической деятельности. Таким образом, исследование механизма информационного обеспечения туризма позволяет выработать системный подход к анализу информационного обеспечения туризма на отдельной территории.

Библиография

1. Рекреационная деятельность – приоритетное направление социально-экономической политики Правительства Кабардино-Балкарской Республики. Нальчик: Полиграф сервис и Т, 2010. 146 с.
2. Всемирная туристическая организация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www2.unwto.org/>.
3. Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru>.

4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gramota.ru/spravka/trudnosti>.
5. Барлукова А.В. Механизм управления как неотъемлемый элемент системы управления туризмом // Известия Иркутской государственной экономической академии, 2010. С. 121–123.
6. Стратегия развития Кабардино-Балкарской Республики до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/> М.: Проинвестспецпроект, 2012. 87 с.
7. Боровский А.И. Проблемы привлечения инвестиций в лесопромышленный комплекс // Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 2 (59). С. 35–38.
8. Квартальнов В.А. Туризм: теория и практика: в 5 т. М.: Финансы и статистика, 2009. 164 с.
9. Максимова Л.М. Формирование механизма информационного обеспечения внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации: дис. ... канд. экон. наук. М., 2012. 126 с.

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНТЕГРАЦИИ КАК ВЕДУЩЕЙ ФОРМЫ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Шевлокова Т.А.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

shevtam-fgsu.1@mail.ru

Статья посвящена исследованию проблем, связанных с несовершенством системы управления развитием межрегиональной интеграции как фактора интенсификации экономического роста страны. Выдвинуты рекомендации по устранению дезинтеграции путем реализации скоординированной региональной политики.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие региона, экономическая интеграция, интеграционные процессы, интегрированность региональных систем.

MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF INTEGRATION AS THE LEADING FORM OF INTERREGIONAL ECONOMIC RELATIONS

Shevtloкова T.A.

Kabardino-Balcarian State University

This article is devoted to the study of basic problems associated with the imperfect management system development of inter-regional integration as a factor in the intensification of the economic growth of the country. Put forward recommendations on elimination of disintegration through the implementation of a coordinated regional policy.

Keywords: socio-economic regional development, interregional economic relations, economic integration, integration processes, integration of regional systems.

Переход к новой модели экономического роста возможен на основе модернизации производственной и организационной структуры национальной экономики. Решение данной проблемы возможно путем разработки новых подходов к оптимизации существующих механизмов управления межрегиональными экономическими связями, направленных на углубление интеграционных процессов. Это требует аксиоматического изучения содержания «взаимоотношения регионов», так как рост социально-экономического развития субъекта федерации (региона) в первую очередь зависит от скоординированных действий государственных структур, направленных на разработку эффективной системы управления интеграцией как ведущей формы межрегионального взаимодействия. Таким образом, усиление внутренней интегрированности региональных систем может стать одной из предпосылок экономического роста в России в условиях введения санкций [1].

Объективно складывающиеся предпосылки активизации процессов межрегионального взаимодействия и повышение их роли в общественном воспроизводстве невозможны без разрешения проблем преодоления дезинтеграционных тенденций и неоднородности экономического пространства. Однако несмотря на негативные последствия, оказываемые экономической дезинтеграцией регионов на социально-экономическую ситуацию в стране, проблема регулирования межрегиональной интеграции является малоизученной и, как следствие, наиболее актуальной, требующей накопления опыта и проведения научных исследований в данной области.

Межрегиональная интеграция представляет собой процесс, направленный на совершенствование производственно-технологических связей между регионами, совместное использование ресурсов, объединение капиталов, а также на создание благоприятных условий осуществления экономической деятельности, устранение барьеров, препятствующих интеграции национальных рынков товаров, услуг, капитала и рабочей силы [2]. Главную роль в возникновении порогов трансрегиональной интеграции играют искусственные препятствия пространственному товарообмену [3], к которым относятся различные административные барьеры, такие как неразвитая транспортно-коммуникационная инфраструктура, повторная сертификация продукции, ввозимой из других регионов, завышенные транспортные тарифы.

В современных условиях процесс экономической интеграции характеризуется не отдельными попытками интеграционного взаимодействия между производителями и потребителями продукции, а системными отношениями. Управление развитием экономических и технологических связей между специализированными предприятиями и отраслями способствует эффективному использованию всех имеющихся ресурсов и обусловлено необходимостью повышения уровня эффективности производства [4].

В последнее время развитие различных интеграционных формирований характерно и для межрегионального уровня, но, к сожалению, здесь оно сдерживается административными запретами на вывоз продукции за пределы региона и недостаточной информационной базой [5]. Реализуя экономические интересы, особое внимание следует уделить поддержанию оптимального уровня самостоятельности региона. Чрезмерная обособленность может привести к сдерживанию торгово-экономических связей между регионами. Степень обособленности, самостоятельности региона, уровень интегрированности рынка раскрывается в структуре и объеме межрегионального товарообмена, способствующего расширению производства.

Совершенствование отраслевых и межрегиональных пропорций и создание единого критерия эффективности территориального разделения труда – минимизация совокупных издержек на производство и транспортировку продукции [6], позволяет предопределить возможность возникновения экономических проблем.

Одним из основных факторов, влияющих на развитие межрегиональных экономических связей, является пространственная отдаленность мест производства и потребления продовольственной продукции, излишне дальние перевозки продовольствия, нарушение рациональности самообеспечения регионов продуктами питания. На наш взгляд, в целях налаживания устойчивых рыночных отношений необходимо обратить внимание на кооперацию, на разработку и внедрение бренда, способных объединить многих производителей и максимально оптимизировать расходы на рекламу и доставку товаров в ассортименте.

Создание единого общероссийского продовольственного рынка возможно посредством налаживания работы оптовых продовольственных рынков, баз, аукционов, товарно-сырьевых бирж; организации различного рода выставочных и презентационных мероприятий, создания и развития маркетинговых служб; совершенствования информационного обеспечения рынка; создания межрегиональных отраслевых союзов (ассоциаций) товаропроизводителей [7].

В условиях нестабильной экономики, введения санкций особую значимость приобретает эффективная система управления развитием межрегиональной интеграции. Как правило, это управленческий процесс, координирующий разработку механизмов воздействия федеральных и региональных органов власти, направленных на оптимизацию трансрегиональной интеграции, в основе которой лежит общественное разделение труда, специализация производства, свободный товарооборот между регионами России.

Основополагающим фактором в управлении развитием межрегиональной интеграции является адекватность реагирования на внутренние и внешние воздействия, повышение адаптационной способности региона к изменяющимся условиям. При этом процесс управленческой деятельности следует рассматривать как совокупность действий, ведущих к образованию и совершенствованию связей между частями системы.

Многогранность и сложность возникающих управленческих задач [8], возникающих в экономике России, требует разработки адекватных управленческих структур, учитывающих задачу реформирования всего хозяйственного механизма в связи с его переориентацией на рыночный тип хозяйствования.

В целях соответствия межрегиональных экономических связей требованиям рыночной экономики система управления развитием интеграции должна базироваться на таких принципах, как своевременность и эффективность. Необходимо учитывать, что управление социально-экономическим развитием региона представляет собой сложную систему, состоящую не только из территориально-организованной системы, но и процесса, целей, методов. Как правило, данная система должна быть эффективно скоординирована. Изучение и совершенствование системы управления интеграцией как в рамках государства, так и региона должно способствовать скорейшему разрешению проблем и достижению поставленных целей и задач.

Любая система, в том числе и система управления интеграцией, функционирует в рамках единых принципов существования и действия сложных систем управления [9]. Управление регионом связано с решением системообразующих проблем, которые возникают в процессе постановки и достижения целей территории.

Таким образом, эффективное управление развитием интеграции – это целенаправленно организованная совокупность социальных, экономических, правовых, институциональных и других воздействий на условия устойчивого развития отдельных административно-территориальных образований и взаимосвязей между ними с целью обеспечения оптимального воспроизводства регионального потенциала. На

наш взгляд, в целях укрепления торгово-экономических связей и расширения сотрудничества деловых кругов субъектов РФ необходим комплекс мероприятий, имеющий постоянный и системный характер. Неучет особенностей региональной ситуации в общественной системе, тем более грубые ошибки в управлении межрегиональной интеграции, неизбежно приводят к замедлению интеграционных процессов.

Следует отметить отсутствие «как институциональной, так и правовой базы» [10], направленной на преодоление дезинтеграции в нашей стране. Современная экономика России нуждается в разработке и реализации стабильной, научно обоснованной, комплексной государственной политики межрегиональной интеграции, основной целью которой должно стать достижение устойчивого социально-экономического развития всех отраслей экономики.

Управление развитием межрегиональной интеграции должно стать важнейшим объектом целенаправленной и скоординированной государственной политики, основной задачей которой является оздоровление социально-экономической ситуации страны и создание институциональной основы новой российской государственности.

Совершенствование управления развитием межрегиональных экономических связей, расширение интеграционного пространства, переход на новый качественный уровень работы по налаживанию взаимовыгодных отношений между субъектами РФ, нацеленных на соблюдение национальных интересов Российского государства, приведет к становлению политически стабильного и экономически развитого региона.

Библиография

1. Шевлокова Т.А. Современные тенденции развития межрегиональных экономических связей // Международный центр научно-исследовательских проектов. 2012. С. 655–660.
2. Колодина Е.А. Конфликтное поле интересов и барьеры межрегиональной интеграции в современной России // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2004. № 2 (39). С. 41–45.
3. Ивантер В., Клоцвог Ф. Подходы к научному обоснованию интеграционных процессов // Проблемы теории и практики управления. № 5/97. С. 76–79.
4. Коробова О.В., Герасимов Б.И., Быковский В.В. Региональная экономика: реструктуризация системы управления развитием региона. Тамбов: ТГТУ, 2002. С. 104.
5. Белашов Н.Н. Роль межрегиональных производственных связей региона в современных условиях // Экономические и юридические аспекты экономики региона: сборник научных трудов. Челябинск: НОУ Челябинский институт экономики и права, 2009. С. 29–32.
6. Гранберг А.Г. Стратегия территориального социально-экономического развития России: от идеи к реализации // Вопросы экономики. 2001. № 9. С. 15–28.
7. Кулагина Н.А., Кулагина И.В. Экономическая сущность интеграции. Оценка эффективности интегрированных структур // Совершенствование механизма хозяйствования в современных условиях: международная научно-практическая Интернет-конференция. Ч. 1. Белгород: БГТУ, 2006. С. 183–186.
8. Лексин В.Н. Региональная политика России: концепции, проблемы, решения // Российский экономический журнал. 2003. № 9. С. 50–63.
9. Аксенов В. Интеграционное противоборство // Независимая газета. 2001. – № 54 (2364).
10. Кузнецова Е. Стратегическая концепция устойчивого развития экономики // Проблемы теории и практики управления. 2007. № 6. С. 35–43.

ПЕДАГОГИКА

УДК 37.037:159.9

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПЕДАГОГОВ О РОЛИ САМОВОСПИТАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РОСТА

Ежак Е.В.

Донской государственный технический университет

dom18-14@yandex.ru

В статье представлен анализ проблемы саморазвития и самосовершенствования педагога в контексте профессионального бытия. Показаны противоречия современной педагогической практики. Описаны типы отношений педагогов к инновациям и саморазвитию. Приведены данные, характеризующие содержание мотивационных побуждений к самосовершенствованию у педагогов. Дана характеристика представлений педагогов о роли и средствах самовоспитания в контексте профессионального роста. Выделены критерии эффективности программы психологического сопровождения развития педагогов.

Ключевые слова: самовоспитание, саморазвитие, мотивационные тенденции, инновационные тенденции, психологическая компетентность.

TEACHERS IDEAS ABOUT THE ROLE OF SELF-EDUCATION IN THE CONTEXT OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Ezhak E.V.

Don State Technical University

The article presents the analysis of the problem of self-development and self-improvement of the teacher in the context of professional life. It shows the contradictions of modern teaching practice. Describes the types of relationships teachers to innovation and self-development. The data describing the content of the motivational motives to self-improvement of teachers. The characteristic of the views of teachers about the role and means of self-actualization in the context of professional growth. Selected performance criteria of the programme of psychological support development of teachers.

Keywords: self-education, self-development, motivation tendencies, innovative tendencies, psychological competence.

Идеи гуманизации отношений, ставящие в центр эксклюзивность личности, ее право на свободу, выбор, развитие, ответственность, пронизывают сегодня практически все сферы индивидуального и общественного бытия. Эти процессы неминуемо влекут за собой расширение понимания сущности, содержания и результата образования в XXI веке. С этим связаны и те серьезные содержательные и технологические реформы, которые характеризуют инновационные тенденции современного российского образования. Наряду с введением новых педагогических технологий, реализацией субъект-субъектной модели построения педагогического образования изменения претерпевают и требования к личности педагога, представления о его психологическом статусе в общем образовательном процессе. Подчеркивая значимость высокого уровня профессиональной компетентности, взятой в интегральной совокупности всех ее видов, исследователи делают акцент на необходимости тщательного изучения педагога как целостного субъекта профессиональной деятельности. Государственный и социальный заказ, нашедший отражение в профессиональном стандарте, обращает внимание на значимость адекватности ценностей и смыслов профессиональной миссии, способности к рефлексивному анализу перспективности индивиду-

альной концепции педагогической деятельности, конкурентоспособности педагога, открытости инновациям и наличия четкого представления о своем назначении и месте в многоликом современном мире.

Профессиональная деятельность педагога в пространстве современного российского образования погружена в инновационный контекст. Сегодня педагог выступает субъектом инновационных преобразований, что продуцирует непреложную необходимость постоянного профессионально-личностного роста и психологической готовности к активности нового типа. Психологическое своеобразие профессиональной деятельности педагога лежит в русле анализа ее интерактивного, креативного характера и повышенной ответственности за результат обучения и воспитания подрастающего поколения. В настоящее время в результате анализа педагогической практики можно зафиксировать наличие ряда противоречий: между декларированием инновационности как стержневого фактора педагогической деятельности и недостаточной психологической готовностью и компетентностью действовать продуктивно в инновационном режиме, а также между наличием мотивации осуществления инновационной деятельности и недостаточно глубоким пониманием психологической сущности подготовки к успешной реализации инновационной активности.

В связи с этим представляется актуальным исследование возможностей, модусов, ресурсов и рисков профессионального развития педагога, призванного работать в инновационном образовательном пространстве. Педагог сегодня, выступая активным субъектом профессионального развития на фоне нарастающих трансформаций в образовании, должен быть ориентирован на изменение аксиологических, содержательных и технологических аспектов деятельности [1]. Здесь возникает проблема формирования установок принятия инновационной активности как нормы современного профессионального бытия, психологической готовности к постоянному саморазвитию, порождения на личностном уровне смыслового ряда, способного инициировать активность самовоспитания и самотворчества. Анализ педагогической практики в рамках реализации мероприятий Федеральной целевой программы развития образования на 2011–2015 годы и анкетирования педагогов в системе повышения квалификации на базе ГБОУ ДПО РО РИПК и ШПРО г. Ростова-на-Дону показывает, что можно выделить различные типы принятия инновационной деятельности как реальности современного образования.

Первый тип воспринимает инновационную деятельность как возможность наиболее полной самореализации и персонализации посредством участия в различных проектах, конкурсах, профессиональных сообществах. При этом необходимо отметить, что в данную группу попадают педагоги независимо от возрастного, гендерного, образовательного и географического ценза. Очевидно, правомерно предположить, что стремление к погружению в инновационную активность коррелирует с определенным типом личности, мотивацией, стилем мышления и уровнем направленности на развитие.

Второй тип принимает необходимость инноваций как условие осуществления профессиональной деятельности, но не рассматривает их как интересный, субъективно значимый, привлекательный формат профессионально-личностного роста. Здесь просматривается мотивация соответствия заданным извне требованиям, инновационные технологии рассматриваются прежде всего как дополнительная психологическая нагрузка и один из факторов профессионально обусловленного стресса.

Третий тип не выделяет позитивное значение инновационной деятельности для себя, и в субъективном ассоциативном ряду связывает ее с модой, риском, нерешаемыми проблемами образования, негативными эффектами воспитания. Данная группа педагогов склонна проводить параллель между «новой» и «традиционной» школой, акцентировать внимание на сложностях современной системы образования и ее несовершенстве. Интересно, что педагоги, отнесенные по результатам анкетирования к этой группе, продемонстрировали выраженную мотивацию избегания неудач, низкий уровень удовлетворенности профессией и недостаточный уровень психологической компетентности.

Вместе с тем в исследованиях отечественных психологов показано, что психологическая компетентность, удовлетворенность профессией, продуктивный стиль, мотивация достижения успеха, активное самовоспитание, личностный рост выступают в качестве психологических коррелятов профессиональной успешности педагога и внутренних факторов профилактики возникновения синдрома эмоционального выгорания [2]. Таким образом, можно условно выделить наличие трех типов отношений к инновациям как реалиям профессионального бытия педагога:

- «нравится и выступает дополнительным стимулом роста и шансом построения успешной карьеры»;
- «требование новых условий и стандартов, дополнительная нагрузка, источник напряжения»;
- «сомнение в целесообразности, непонимание потенциала инноваций, затруднение в определении собственной роли в новом профессиональном пространстве».

Однако в современной школе сегодня каждый из представленных типов педагогов участвует в реализации образовательного процесса и несет ответственность за его результат. Возникает психологи-

ческое противоречие между необходимостью осуществлять педагогическую деятельность в инновационной среде и степенью принятия, понимания ее сущности и профессионально-личностным ресурсом педагога как субъекта труда. В профессиональном стандарте педагога также подчеркивается значимость готовности к работе в инновационном режиме. Все это актуализирует проблему создания персонализированной модели психологического сопровождения самовоспитания педагога как субъекта профессионального развития. Преимущество персонифицированных моделей работы с педагогической командой заключается в том, что участники самостоятельно могут определить запрос на информационную и психологическую поддержку, выбирать приемлемую форму работы, в том числе и в дистанционном режиме, контролировать и оценивать полученные психологические и профессиональные приращения.

Целью реализации персонифицированной модели психологического сопровождения профессионально-личностного роста является развитие его инновационного потенциала и повышение удовлетворенности осуществленной деятельностью.

В современной психологии инновационный потенциал педагога рассматривается как интегральное психологическое профессионально-значимое образование, включающее совокупность ресурсов, систему освоенных педагогических средств, готовность к самовоспитанию, совершенствованию, саморазвитию и творчеству, креативность, интернальность профессионального контроля, гибкость, мобильность, открытость. В структуре инновационного потенциала целесообразно выделить ценности преобразования, развития и роста, стремление и возможность развивать профессионально-значимые способности и качества, адекватные представления о сущности инноваций, интерес к исследовательской деятельности инновационного характера, личностную и профессиональную готовность искать нетрадиционные способы решения педагогических проблем. Особое значение имеет вовлечение педагога в непрерывное совершенствование мастерства, самовоспитание, стимулирование на творческое переосмысление индивидуальной практики.

Успешность реализации подобной модели определяется несколькими позициями: технологичностью, мобильностью, гибкостью, соотносительностью с содержанием запроса педагогов. Как показывает опыт апробации модели психологического сопровождения, ее реализация может осуществляться в различных формах: профессиональные сборы, клуб педагогов, в рамках профессионального сетевого сообщества, в виде мастер-классов и тренингов, индивидуальных и групповых консультаций, в рамках мероприятий системы повышения квалификации или системы акмеологического сервиса в образовательном учреждении.

Таким образом, здесь психологическое сопровождение выступает не самоцелью, а элементом системы, направленной на личностно-профессиональное развитие, что позволяет расширить рамки его применения и добиться большей продуктивности. В качестве критериев эффективности реализации такого типа моделей психологического сопровождения самовоспитания педагога могут быть обозначены: повышение степени принятия инноваций, становление индивидуального стиля инновационной деятельности, расширение пространства самопрезентации, успешная самореализация, повышение продуктивности и удовлетворенность процессом и результатом педагогической деятельности.

Вместе с тем, как показывает психологическая экспертиза, современная педагогическая практика достаточно противоречива. Здесь наблюдаются противоречия разного порядка:

- между необходимостью постоянного повышения компетентности педагога и наличием психологических барьеров саморазвития, самовоспитания и самосовершенствования;
- между потребностью педагогов в психологическом сопровождении в ходе освоения профессии и отсутствием соответствующих комплексных программ, направленных на фасилитацию профессионального роста в процессе профессиогенеза.

Как показывает анализ теоретических исследований в сфере психологии педагогической деятельности и реалий практики, выраженное стремление к самовоспитанию и профессионально-личностному росту является профессиональным ресурсом и проявляется в способности педагога формулировать перспективные цели собственного развития, планировать, прогнозировать ход и результат деятельности, выстраивать индивидуальную траекторию профессиональных достижений, осуществлять субъективный контроль на различных этапах активности [3, 4].

Педагог как активный субъект, ориентированный на стремление к совершенству своих ресурсных возможностей, характеризуется как самоактуализированная личность. Его активность детерминирована потребностью в самовоспитании, саморазвитии, в самовыражении и самовоплощении в непрерывном самосовершенствовании [5].

В инициации самосовершенствования приоритет принадлежит социогенным потребностям в самопрезентации, самоактуализации, авторитетности, самоэффективности. Готовность к постоянному са-

мосовершенствованию, инновационным трансформациям, самовоспитанию, стремление стать эффективным партнером в педагогическом взаимодействии побуждает педагога обратиться к развитию разных компонентов личности [6].

Вместе с тем, когда профессионально-личностное развитие педагога не в полной мере осознано и отрефлексировано, возникают психологические барьеры развития, проявляется ригидность, профессиональные штампы, стереотипы и автоматизмы.

Успешность самовоспитания педагога определяется во многом его способностью субъектного реагирования на происходящее, трансформациями, характеризующими современное образование, осмыслением и способностью к трансформациям собственной профессиональной деятельности и поведения.

С принятием идеологии расширения самостоятельности субъекта жизнедеятельности, с признанием его априорного права на выбор и построением своей уникальной траектории продвижения в жизни и профессии, с одной стороны, и с ростом напряженности, неоднозначности контекстов жизни современного человека, с другой, возрастает необходимость оттачивания его способности в самовоспитании. Здесь самовоспитание может рассматриваться как процесс овладения человеком собственной природой, индивидуальностью и поведением с целью достижения большей продуктивности и удовлетворенности собой как разумным и действующим субъектом. Особое значение приобретает становление способности к самовоспитанию в педагогической профессии, так как самому педагогу необходимо непрерывное развитие и самосовершенствование.

Проблема самосовершенствования, приведения своих личностных качеств в соответствие с теми целями, которые человек ставит перед собой под влиянием внешних обстоятельств, имеет глубокую историю и свою историографию. Самосовершенствование происходило и часто происходит импульсивно, применительно к той или иной ситуации, в которой оказался человек. Однако самовоспитание всегда было связано с сознательной постановкой долговременной цели. Самовоспитание является целенаправленным процессом, оно рассматривается как удовлетворение внутренней потребности индивида в самосовершенствовании. Поэтому самовоспитание всегда связано с поиском путей улучшения самого себя, духовными исканиями, обращением к собственному прошлому опыту и анализом опыта других.

Большую роль в успешном освоении педагогической деятельности и самосовершенствовании педагога имеет самонаблюдение, которое представляет собой наблюдение человеком за своей деятельностью и переживаниями. Самонаблюдение может выражаться в словесном отчете, в котором осознаются причинно-следственные связи, возникающие как следствия тех или иных поступков [7].

Представляют интерес эмпирическое исследование тенденций, характеризующих отношение к самовоспитанию педагогов, позиции, которые в данном процессе оцениваются как ведущие, личностно-значимые и сравнительный анализ их с представлениями студентов-будущих педагогов.

Важной для понимания современного отношения респондентов к самовоспитанию является проблема идеала. На вопрос: «Имеешь ли ты свой идеал, и побуждает ли он тебя к самообразованию, самовоспитанию, саморазвитию?» были получены ответы студентов, позволяющие следующим образом интерпретировать данные: не имеют идеала более трети респондентов, 40,5 % не ассоциируют данную позицию с некоторым четким представлением об идеальном образце, 32 % уверенно говорят о наличии идеала. В целом данная тенденция представляется проблемной, так как значительная часть студентов, выступивших в качестве респондентов, не имеют цели жизни и деятельности.

Данные, полученные в контент-аналитической части исследования, позволяют сделать вывод о дифференциации идеалов, выступающих стимулами самовоспитания с той или иной степенью четкости. Можно выделить три основные группы респондентов, которые акцентируют свое внимание на отдельных свойствах и качествах обобщенных идеалов. Для первой группы характерна идеализация высоконравственных образов, когда идеал оказывает определенное стимулирующее воздействие на формирующееся самосознание, но вступает в противоречие с реально осознанными возможностями личности. Вторая группа респондентов, как правило, связывает свой идеал с конкретным меркантильным примером. Сюда можно отнести респондентов, которые видят примеры для подражания в образах людей, достигнувших высокого социального статуса или материальных благ. Третья группа респондентов не имеют ясно выраженных идеалов. Их представления об идеале формулируются в рамках суждения «Никто не знает, что будет». Отсутствие сформированных положительных идеалов свидетельствует о недостаточном уровне нравственного самосознания и позволяет предположить наличие у этой группы проблем в области самоидентификации.

Несомненный интерес представляет изучение отношения к средствам самовоспитания. К числу средств самовоспитания многие авторы относят личный дневник, который характеризуется как действенное средство, усиливающее работу над собой. Согласно утверждению многих авторов, его назначение заключается в систематизации и углублении повседневного хода индивидуального саморазвития, в содействии интенсивному формированию самосознания.

Была предпринята попытка выяснить, насколько часто используется это средство самовоспитания современными студентами и педагогами. В разработанном опроснике была представлена позиция, помогающая получить первичные данные о том, используется ли данное средство для самовоспитания. Результаты показали, что можно утверждать, что имеется тенденция к увеличению интереса студентов к планированию и регистрации своей деятельности. В этой связи в ходе исследования выяснялось, какого рода дневниковые записи ведутся студентами-будущими педагогами. Для исследования мы использовали материалы студенческих эссе и бесед, анализ которых показал, что дневниковые записи преимущественно ведутся в блокнотах-органайзерах и по позициям YEAR NAVIGATOR, TIMEPLANNER и Appointment. Некоторые студенты дублируют самые важные дела, внося соответствующие записи в мобильные телефоны. Анализ сводится к вычеркиванию запланированных мероприятий и переносу не исполненных вовремя позиций на следующий срок. Регистрация причин, по которым запланированное не удалось сделать, в письменном виде не производится, однако обдумывается. Из числа считающих себя ведущими дневник оформляли в свободной форме лишь 3 % респондентов. Рассмотрим, как представлена данная позиция у респондентов-педагогов (128 педагогов = 100 %). Как показывает статистическая обработка, не испытывают потребности в ведении дневниковых записей значительная часть респондентов (40 %), в то время как постоянно ведут дневники 25 % респондентов.

В соответствии с задачами исследования представляется важным установить проявленность такого внутреннего фактора, выступающего в качестве необходимого условия успешной работы над собой, как развитость волевой сферы. Воля как регулятор сознания, выраженная в целенаправленных действиях личности, связана с преодолением реальных трудностей, нередко оказывается решающей в процессе самоусовершенствования. Понимание смысла жизни, наличие идеала и развитого самосознания могут остаться «мертвым грузом», если человек не в состоянии преодолеть себя, совершить над собой волевое усилие для достижения намеченной цели. В психологии рассматривают волю как своеобразный пусковой механизм, позволяющий индивиду целеустремленно управлять собственной деятельностью по самовоспитанию, поведением, отношениями.

Представим данные, полученные в результате ответа студентами на вопрос «Стремишься ли ты воспитать в себе силу воли или другие качества?». Как показывают данные, не предпринимают попыток волевого саморазвития всего 4 % респондентов, 47 % делают это нерегулярно, однако убеждены в важности применения волевых усилий как механизма саморазвития; 49 % респондентов сознательно и регулярно развивают в себе волевые качества. Видимо, современные студенты остро ощущают новый стиль жизни общества, диктующий необходимость изменения личностных диспозиций, позволяющих выходить за пределы нормативного в «сверхнормативную», «надситуативную», «надролевою» активность. В результате контент-аналитического исследования текстов эссе были получены следующие данные. Проблемы, связанные с волевой саморегуляцией, были обозначены максимой «Вставайте, граф, вас ждут великие дела». К данной позиции можно с определенной долей условности отнести 235 высказываний, касающихся различных аспектов самоконтроля, самоубеждения, самоободрения, самоосуждения, самопринуждения, самозапрещения, других форм и приемов овладения собственным поведением, выполнением самообязательств. Анализ показал, что студенты отмечают в себе такие негативные факторы, как: лень, стремление к сибаритству, быструю интеллектуальную и физическую утомляемость.

Представлены следующие формы саморегуляции: приспособление, подражание, ситуативная ориентация на личность, от которой зависит успешность. Среди приемов внутренней саморегуляции лидирует внутренний самоотчет и самоободрение, что свидетельствует о потребности в позитивном подкреплении индивидуальной активности респондента.

Значительные расхождения имеет данная позиция при анализе картины волевой регуляции у педагогов. Согласно полученным данным, не предпринимают мер к волевой саморегуляции 15 % педагогов, 80 % стремятся к воспитанию воли, но делают это от случая к случаю, в то время как 5 % респондентов позиционируют себя как целеустремленных профессионалов, регулярно овладевающих методикой волевого саморазвития.

По позиции, относящейся к самооценке личностных качеств, были получены ответы на вопросы анкеты, которые выполняли функцию фильтра: «Часто ли ты задумываешься о причинах своих промахов и неудач?» и «Знаешь ли ты свои сильные и слабые качества?», которые дали одинаковое количество ответивших на данные вопросы. Уточнение содержания, которое вкладывали респонденты в понятие «сильные и слабые стороны» проводилось на основе контент-аналитического исследования.

Это позволило произвести количественный подсчет положительных качеств, которые респонденты считают востребованными: профессиональная компетентность 68 %, целеустремленность 65 %, умение работать в команде 45 %, самокритичность 44 %, настойчивость 37 %, доброжелательность 27 %,

инициативность 20 %, изобретательность 12 %, любознательность 11 %, сдержанность 8 %, взаимопомощь 7 %, милосердие 3 %.

Имелось значительное число высказываний относительно того, что побуждающим мотивом и стимулом к самосовершенствованию является зависть. Во всех эссе, прямо или косвенно затрагивающих данную тему, зависть не оценивалась как негативное чувство досады (то есть не «черная зависть»), вызванное благополучием других, а характеризовалась как сложное чувство, возникающее после знакомства с примерами достижений других, карьерного роста, везения, перспективы, использования новых возможностей.

Среди личностных качеств, которые студенты стремятся сформировать, упоминаются настойчивость, дружелюбие и толерантность.

На основании всех данных, полученных посредством опроса и анализа эссе, можно сделать следующие выводы и предположения. Как показали суждения и ответы, студенты в своем большинстве являются амбициозными молодыми людьми, ориентированными на карьерный рост, хотя и не в полной мере осознающими пути и средства, необходимые для профессионального и личностного саморазвития. Они принимают попытки организовать себя, обеспечить порядок, необходимый для успешной деятельности, знают свой интерес, анализируют и высоко ценят свои способности и возможности, а также стремятся к высокой оценке со стороны сокурсников и других представителей референтной группы. В целом студенты не склонны жить по традиционным рецептам, механически усваивая и воспроизводя опыт прошлого. Они остро чувствуют несостоятельность многих освоенных ранее способов жизнедеятельности, представленных в том числе и в образе преподавателя вуза. Карьерные цели и личностные маршруты ассоциируются у студентов с понятием «профессиональный успех». Кроме того, следует сделать вывод о том, что наличие знаний о феномене самовоспитания не всегда определяет интенсивность усилий по самовоспитанию.

Сегодня доминирует идея личной активности, и самовоспитание определяется преимущественно через категорию «деятельность». Появляются новые позиции в понимании самовоспитания как построения личной позиции в самоопределении формы самосовершенствования, как необходимого условия профессионального роста. Карьерные цели и личностные маршруты ассоциируются сегодня с понятием «профессиональный успех». Проблемы самовоспитания становятся все более актуальными, так как должны быть исследованы в аспекте развития форм внутреннего диалога, самооценки, современных особенностей организации самовоспитания, создания условий для активизации личности с целью самосовершенствования в ходе освоения педагогической профессии.

Прогноз вариантов будущего, рефлексия настоящего, соотнесение целей, возможностей и притязаний, осуществление выбора и принятие ответственности, мобилизация ресурсов и предвосхищение рисков и, наконец, преобразование профессиональных ситуаций в ситуации роста выступают в качестве своеобразных психологических индикаторов профессиональной и личной зрелости педагога. Погружаясь в инновационный контекст решения педагогических задач, педагог должен находиться в постоянном развитии. Вместе с тем развитие и совершенствование оказываются эффективными, когда в их основе лежат внутренние побуждения и личностные устремления, индивидуально отформатированный образ достижений.

Библиография

1. Абакумова И.В., Ермаков П.Н., Рудаков И.А. Смыслоцентризм в педагогике: новое понимание дидактических методов. Ростов-на-Дону: Рост. ун-т, 2006. 256 с.
2. Звезда Г.П., Богуславская В.Ф., Звезда Е.Ю. Региональная служба практической психологии в условиях инновационных изменений // Инновационный потенциал субъектов образовательного пространства в условиях модернизации образования. Ч. 1: материалы IV Международной научно-практической конференции. 21–22 ноября. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ ЮФУ, 2013. 370 с.
3. Деркач А.А., Сайко Э.В. Самореализация – основание акмеологического развития: монография. М.: МОДЭК, МПСИ, 2010. 224 с.
4. Котова И.Б., Новгородская В.А. Человек: жизненный и личностный ресурс: монография. Ростов-на-Дону: ГБОУ ДПО РО РИПК и ППРО, 2012. 240 с.
5. Митина Л.М. Психология труда и профессионального развития учителя. М., 2004. 320 с.
6. Арутюнян В.Э. Проблема мотивации развития психологической компетентности педагога в системе повышения квалификации // Гуманитарные и социальные науки: научно-методический и прикладной журнал. 2012. № 2. С. 276–283. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hses-online.ru/2012_02.html.
7. Щербакова Т.Н. О психологической компетентности и стиле деятельности учителя // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2005. № 1. С. 118–123.

АКМЕОЛОГИЯ ПОЛИЭТНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

Хеймашева М.С.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

maryana.aspirant@yandex.ru

В статье обосновывается статус полиэтнической компетентности преподавателя вуза как важного фактора, обуславливающего качество процесса и результата современного образования.

Ключевые слова: полиэтническая компетентность, акмеологический подход, профессиональная компетентность.

AKMEOLOGY OF POLYETHNIC COMPETENCE OF UNIVERSITY LECTURERS

Heimasheva M.S.

Kabardino-Balkrian State University

This article substantiates the status of polyethnic competence of university lecturers as an important factor that determines the quality of the process and the result of modern education.

Keywords: polyethnic competence, acmeological approach, professional competence.

В законе РФ «Об образовании» одним из важнейших принципов является принцип защиты системой образования национальных культур, традиций в условиях многонационального государства. Перед системой образования государством ставятся задачи возрождения культурного потенциала каждого этноса и сохранения его посредством системы образования, ориентации на сохранение и развитие этнических традиций в процессе учебно-воспитательной деятельности учреждений образования.

В современном образовании проявляются случаи нетерпимости и насилия, связанные с национальной и религиозной неприязнью, взаимным нетерпимым отношением и этническим эгоизмом [1]. Это связано с тем, что среди студентов различных национальностей сейчас широко распространились националистические настроения и расизм, процветают различные формы дискриминации по групповому, возрастному, половому и другим признакам, в большей степени проявляются предвзятость и нетерпимое отношение друг к другу внутри студенческих коллективов. В этой связи вуз как один из самых важных институтов воспитания и обучения должен быть задействован в приобщении студенческой молодежи к этнокультурным, высоконравственным и моральным ценностям через систему работы преподавателей вузов по совершенствованию и качеству процесса педагогической деятельности.

Мы считаем, что актуальной проблемой системы высшего профессионального образования является развитие полиэтнической компетентности у преподавателей, способствующее повышению качества процесса и результатов современного образования.

Цель представленного исследования – на основе изучения и описания содержания и структуры профессиональной компетентности преподавателей вузов теоретически обосновать с позиций акмеологического подхода статус полиэтнической компетентности как важного фактора, обуславливающего качество процесса и результаты современного образования.

Полиэтническая компетентность субъектов образования является фактором, интегрирующим значимые психолого-акмеологические свойства личности, личностные качества, профессиональные компетенции и компетентности и их проявление в профессиональной деятельности специалистов образования, и фактором, обуславливающим качество процесса и результат современного образования [1]. Полиэтническая компетентность включает: развитую этническую идентичность, этническую толерантность и самосознание, эмоциональный интеллект и способность работать и взаимодействовать с полиэтническим коллективом [1]. Преподаватели с высоким уровнем полиэтнической компетентности будут владеть знаниями в области акмеологии и педагогики, социологии и философии, знаниями в сфере коммуникации и языкознания. И для того чтобы процесс и результат современного образования были достаточно продуктивными, каждый специалист должен обладать этой полиэтнической компетентностью в своей профессиональной деятельности. Система работы преподавателей должна быть направлена на развитие

понимания у студентов своего этноса, интереса каждого к своей и иной культуре, традициям, обычаям, языку, менталитету, истории. Такая система работы будет направлена на то, чтобы помочь своим студентам видеть и понимать окружающий их мир, осознавать свою роль в этом мире, свое предназначение, достойно выбирать цели и нести ответственность за свои поступки, помогать каждому из представителей различных этногрупп преодолевать межэтнические барьеры и межэтническую напряженность и мирно сосуществовать студентам разных национальностей в полиэтнической и поликультурной среде.

Являясь значимым институтом социализации, вуз призван не только развивать систему знаний о профессиональных навыках и общепрофессиональных компетенциях, но и оказывать непосредственное влияние на личность студентов, повышая уровень их этнической толерантности, эмпатии, доброжелательности, терпимости, гуманности и т.д., поэтому развитие полиэтнической компетентности должно находиться здесь на одной из приоритетных позиций. Ученые в области психологии и акмеологии подчеркивают, что студенческий возраст – важнейший этап формирования этнического самосознания, правильной этнической идентичности. Следовательно, именно на данном этапе воздействие на этнические стереотипы и может оказаться наиболее эффективным и продуктивным. В связи с этим современное образование должно реализовывать принципы развития полиэтничности своих субъектов и в первую очередь – специалистов-педагогов [1]. Для этого важно вузу как наиболее значимому институту требовать от своих преподавателей не только интеллектуальной готовности, но и сформированных гуманистических ценностных ориентаций, развитой эмоциональной зрелости, этнической терпимости, эмпатии, способности к совладанию в полиэтническом общении и реализации принципов полиэтничности в деятельности [1]. Однако проблема становления и развития субъектов полиэтнического образования практически отсутствует в современной образовательной среде, отсутствуют технологии этнического становления и развития как одного из важнейших условий и факторов гармоничного развития личности [1].

Акмеологический подход является одним из самых эффективных методов для разрешения данной проблемы и формирования полиэтнической компетентности у преподавателей. Акмеологический подход будет заключаться в компетентности самих преподавателей. Чтобы преподаватели смогли достигнуть высших результатов в своей деятельности, они должны обладать высокой компетентностью в своей деятельности, ибо знания – главнейший фактор для работы в коллективе, и в особенности – в многонациональной полиэтнической среде. Для этого вуз должен разработать акмеологическую концепцию сопровождения педагогов, которая включала бы психолого-акмеологические принципы полиэтнического образования.

Акмеологический подход позволяет целостно исследовать проблему педагогической продуктивности в развитии полиэтнической компетентности преподавателей, предполагает целостность и интеграцию в рамках единой системы не только исследовательских, но и деятельностных, развивающих моделей, алгоритмов и технологий [2].

Самым важным звеном в системе высшего образования, на которое обращает пристальное внимание акмеология, выступает профессиональная компетентность преподавателей. Повышение эффективности развития полиэтнической компетентности и толерантного отношения у преподавателей напрямую зависит от уровня их профессиональной компетентности [3]. Профессиональную педагогическую компетентность будем понимать как сложный системный психологический феномен включающий ценностно-смысловые ориентации личности, систему имеющихся у нее профессионально значимых знаний, умений и алгоритмов действий, которые определяют успешность педагогической деятельности.

Так, по мнению Г.В. Палаткиной, квалифицированный педагог в условиях многокультурного, полиэтнического образовательного пространства должен быть компетентным в следующих областях: культура и плюрализм: сущность, разнообразие, соотношение и динамика этнокультур; коммуникация и барьеры; культура и разнообразие форм восприятия, язык и невербальная коммуникация, языки и разнообразие способов мышления, связанных с культурой; культура и полиэтничность; особенности поликультурного образовательного пространства, культурно-демографические характеристики конкретного полиэтнического пространства; психосоциальная идентификация и межкультурные связи: культурные различия и становление психосоциальной идентификации, стереотипы, взаимопонимание культур [1]. Ни для кого не секрет, что именно профессиональная компетентность специалиста образования определяет успех учебной деятельности.

Компетентные преподаватели, для эффективного качества процесса и результата своего труда, прежде чем заниматься формированием полиэтнической компетентности у своих студентов, будут сами же стремиться обладать ею, всячески повышая уровень своей поликультурной компетентности, этнической терпимости, гуманности, стремиться понимать и принимать эмоции студентов разных национальностей, с кем непосредственно работают, проявлять эмпатию, и всячески стремиться сократить полиэт-

ническую неприязнь и напряженность в студенческих коллективах. Преподаватели с высоким уровнем полиэтнической компетентности будут брать на себя весьма ответственную функцию обучения студентов разных национальностей этнически-нравственным принципам, будут помогать раскрывать у каждого представителя свой этнический потенциал, будут развивать у них их этническое самосознание, этно-толерантность и их полиэтническую компетентность. И поэтому развитие полиэтнической компетентности и толерантного взаимодействия между студентами разных этнических групп напрямую связано с уровнем развития компетентности и полиэтнической компетентности самих же преподавателей.

Результаты исследования показали, что эффективность процесса обучения студентов в полиэтнической среде зависит от развития полиэтнической компетентности их преподавателей, ибо толерантное, благоприятное, непредвзятое отношение между студентами разных этногрупп может возникнуть лишь в том случае, если среди преподавателей преобладает высокий уровень полиэтнической компетентности. Чем выше уровень развития полиэтнической компетентности у преподавателей, тем продуктивнее качество процесса и результаты современного образования [4].

Библиография

1. Кузьмина Н.В., Манойлова М.А. Акмеология полиэтнической компетентности: диагностика и развитие. СПб.: Центр стратегических исследований, 2012. 268 с.
2. Михайленко О.И. Особенности акмеологического сопровождения педагогической деятельности в системе университетского образования // Известия ВГПУ. 2010. № 4. С. 44–48.
3. Михайленко О.И. Акмеологическая деятельность преподавателя в развитии полиэтнической компетентности // Психология – наука будущего: материалы Международной конференции. 2013. С. 421–422.
4. Михайленко О.И. Полиэтническая компетентность в системе компетентностного подхода в образовании // Научная мысль Кавказа. № 4. 2013. С. 78–82.

ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНОГО УЧИТЕЛЯ В РАМКАХ КЛАССИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В НАЦИОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНОМ РЕГИОНЕ

Михайленко О.И.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

olganlk@mail.ru

В статье рассматривается широкий круг проблем образования в национально-культурном регионе современной России, презентуется апробированный опыт подготовки школьного учителя в рамках классического университета.

Ключевые слова: образование, школа, университет, школьный учитель, образовательная среда, национально-культурный регион, компетентностный подход, коммуникативные компетенции, педагогические технологии.

PREPARATION OF SCHOOL TEACHERS IN THE FRAMEWORK OF CLASSICAL UNIVERSITY IN THE NATIONAL-CULTURAL REGION

Mikhaylenko O.I.

Kabardino-Balkarian State University

The article discusses a wide range of problems of education in the national-cultural region of modern Russia, is presented proven experience in training of school teachers in the framework of the classical University.

Keywords: education, school, University, school teacher, educational environment, national-cultural region, competence approach, communicative competence, pedagogical technologies.

Интеграция российского образования в мировое образовательное пространство, в том числе участие России в Болонском процессе, создает условия для перехода от традиционной отечественной парадигмы «образование на всю жизнь» к новой: «непрерывное образование на протяжении всей жизни», то есть «образование через всю жизнь».

Цель исследования – обобщение опыта, а также анализ тех факторов, которые определили своеобразие и динамику развития профессионального обучения подготовки педагогических кадров в Кабардино-Балкарском государственном университете. Для решения поставленных задач автором был использован социально-исторический анализ для выявления предпосылок развития проблемы.

Кабардино-Балкарский государственный университет (КБГУ) прошел трудный и сложный путь развития и сегодня относится к числу ведущих классических университетов России, а точнее – к числу крупных университетских комплексов, в котором объединены разнопрофильные и разноуровневые образовательные учреждения (3 учебных института, 13 факультетов и 6 колледжей), реализующие образовательные программы высшего, среднего, послевузовского и дополнительного профессионального образования.

Если детальнее, КБГУ реализует на преемственной основе следующий спектр непрерывного цикла подготовки:

- высшее профессиональное образование (105 образовательных программ на основе ГОС ВПО и 74 образовательные программы на основе ФГОС ВПО);

- среднее профессиональное образование (87 образовательных программ на основе ГОС СПО и 69 образовательных программ на основе ФГОС СПО);

- послевузовское профессиональное образование (аспирантура, докторантура, интернатура, ординатура, всего 149 программ);

- дополнительное профессиональное образование (110 программ).

В настоящее время по программам ВПО в КБГУ обучаются 7058 человек: по

58-и направлениям в бакалавриате, по 3-м специальностям и по 22-м магистерским программам; 612 человек обучаются за счет федерального бюджета в аспирантуре, докторантуре, интернатуре и ординатуре вуза [1].

По итогам мониторинга МОН РФ за последние годы университет неизменно входит в число эффективных вузов России. Он является единственным вузом в СКФО, который вошел в «ТОП-100» рейтинга вузов России, составленного агентством «Эксперт РА/Рейтор» и рейтинга, составленного НФПК и НИУ ВШЭ в рамках задания МОН РФ [2].

В 2014 году Кабардино-Балкарский государственный университет успешно прошел государственную аккредитацию.

При всей очерченной комплексности КБГУ по своей миссии является, прежде всего, классическим университетом, т.е. он ориентирован на подготовку кадров по направлениям и профилям академических – как фундаментальных, так и прикладных наук. Речь идет о физике, математике, химии, биологии, информатике, лингвистике, истории, филологии, медицине, экономике, компьютерных науках и новейших сферах инженерной деятельности (робототехнике в частности).

Едва ли надо пояснять, что справиться с такой миссией невозможно без сочетания учебного процесса с научными исследованиями и опытно-конструкторскими работами. Естественно, что КБГУ одновременно относится также и к числу ведущих научных центров России. Научные исследования здесь ведут около 200 докторов наук, профессоров, свыше 600 кандидатов наук, доцентов, 3 академика РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 1 академик РАО, 7 Заслуженных деятелей науки РФ, 1 Заслуженный работник высшей школы РФ, 3 Почетных работника науки и техники РФ и 47 Заслуженных деятелей науки КБР.

КБГУ изначально организован как «учительский» (педагогический) институт и в этом статусе строил свою деятельность на протяжении 35 лет (с 1932 по 1957 гг.). В итоге исторически сложилось так, что, по сути, все поколения педагогов, которые создавали и развивали в Кабардино-Балкарии советскую среднюю школу, а затем современную российскую вариативную и профильную школу, получали профессиональное образование или повышали свою квалификацию, проходили переподготовку главным образом в рамках КБГУ. В этом смысле КБГУ тесно и напрямую связан практически с каждой школой республики и коллективом ее педагогов [3].

После принятия приказов Министерства образования РФ «О подготовке специалистов по дополнительной квалификации «Преподаватель» (2000 год) и «О подготовке специалистов по дополнительной квалификации «Преподаватель высшей школы»» (2001 год) Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова одним из первых среди классических университетов начал реализацию программ дополнительного образования «Преподаватель», «Преподаватель высшей школы». Студенты математического, физического, химического, биологического, экономического, юридического факультетов и факультета физической культуры и спорта, институтов филологии и социально-гуманитарного получали наряду с основной квалификацией квалификацию преподавателя. На факультетах, реализующих магистерские программы по соответствующим направлениям, решением Ученого Совета осуществлялась подготовка по дополнительной квалификации «Преподаватель высшей школы» (физический; химический факультеты; социально-гуманитарный институт и институт филологии). Ведущее место в организации данного направления работы было отведено кафедре педагогики и психологии Кабардино-Балкарского государственного университета.

Уже в 2001–2002 учебном году дополнительную квалификацию «Преподаватель» получили более 1700 студентов очной формы обучения и более 900 студентов-заочников; дополнительную квалификацию «Преподаватель высшей школы» получили 74 студента направлений филология, история, химия, физика. В последующем общий охват по данным программам составил около 3000 студентов и магистрантов, а годовой выпуск – в среднем около 400 специалистов и магистров.

Однако введение Государственного образовательного стандарта по подготовке преподавателей потребовало корректировки учебных планов, что в свою очередь изменило как содержание подготовки, так и форму итоговой аттестации. С 2001/2002 учебного года итоговая государственная аттестация осуществлялась в форме государственного экзамена по методике преподавания предмета и защиты выпускной квалификационной работы. Обязательным требованием к выпускным квалификационным работам стало наличие исследовательской части, что обязывало к инновациям во всей системе педагогического образования в КБГУ. Это выразилось, в первую очередь, в создании целого спектра новых элективных курсов широкого тематического охвата. В частности, сотрудники кафедры педагогики и психологии создали 17 дисциплин по выбору. К тому же профессорско-преподавательский состав кафедры приглашался в школы республики для выступления с лекциями, участия в семинарах, педагогических конференциях учащихся. При этом образовательные учреждения, с которыми сотрудничала кафедра педагогики и психологии, получали статус базовых для проведения педагогической практики студентов.

В 2009 году на базе уже накопленного опыта в составе КБГУ создан факультет педагогического образования (ФПО), а кафедра педагогики и психологии преобразована в кафедру педагогики и психологии дополнительного профессионального образования.

Очередной, скажем так, «тактический маневр» в организации подготовки школьного учителя на базе КБГУ пришлось выстраивать после принятия в 2012 году закона «Об образовании в Российской Федерации», согласно которому дополнительные квалификации «Преподаватель» и «Преподаватель высшей школы» были приравнены ко второму высшему образованию и переведены на платную основу.

Таким образом, в настоящее время на ФПО бесплатно обучаются 430 студентов IV и V курсов, которые начали обучение до принятия нового закона. И еще – на контрактной основе дополнительную квалификацию «Преподаватель высшей школы» получают 34 человека, «Преподаватель» – 30 человек, а контингент получающих второе высшее образование по квалификации «Преподаватель» носит открытый характер.

Если же в целом оценивать особенности подготовки учителя на базе КБГУ, речь идет о двух моментах – усиление практической направленности педагогического образования и его соединение с НИР [4].

Так, с 1999 года преподавателями кафедры педагогики и психологии практикуется система учебных заданий, в которых реализована вся полнота содержания профессионализма, все разнообразие организационных форм обучения. В совокупности система учебных заданий и учебных действий для подготовки педагогических кадров в КБГУ представляет собой многомерную модель профессионально ориентированной учебной деятельности, учитывающую и пространственное распространение учебных действий, и приближение их содержания к реальным условиям будущей профессиональной деятельности и общества в целом. В частности, модель включает компоненты: 1) рефлексии и саморазвития студента; 2) исследования; 3) практического освоения профессиональной деятельности; 4) научного проектирования.

Компонент рефлексии и саморазвития студента по индивидуальной траектории является сквозным. Он реализуется в совокупности с остальными компонентами.

Компонент исследования предусматривает эмпирические мини-исследования в течение всего образовательного процесса, где объектами исследования последовательно являются: сам студент, его ближайшее окружение, педагогические явления и педагогические факты из реальной действительности.

Компонент практического освоения профессиональной деятельности последовательно реализуется в аудитории на практических занятиях, в процессе выполнения домашних заданий (письменных и практических), в процессе решения проблемных задач (теоретических, ситуационных имитационных и ситуационных реальных).

Компонент проектирования включает вначале разработку студентами коррекционных программ для собственного личностного и профессионального развития. Затем при решении задач имитированных проблемных ситуаций студенты предлагают алгоритмы действий по выходу из них. После, исследуя реальные педагогические факты и явления, студенты разрабатывают мини-проекты по коррекции личности школьника, по оптимизации воспитательной работы, по совершенствованию преподавания. Студенты-магистранты разрабатывают проекты развивающих образовательных сред с заданной моделью выпускника [5].

Практическая направленность образовательного процесса, конечно же, сначала выстраивается на аудиторных занятиях и лишь затем – в реальных жизненных ситуациях, и наконец – во время педагогической практики.

В этом контексте педагогическая практика на факультете педагогического образования проводится как совместная деятельность преподавателя-методиста, представителя кафедры педагогики и психологии, учителя-предметника и студента. В настоящее время действуют договоры с 10 образовательными учреждениями общего образования в г. Нальчике, выступающими в роли базы педпрактики.

Практическая значимость подобного построения учебного процесса бесспорна: уже в процессе получения дополнительной квалификации «Преподаватель» или «Преподаватель высшей школы» студент получает возможность при помощи научно-теоретических и научно-эмпирических методов повлиять на реальные проблемные ситуации и убедиться в эффективности получаемых умений и компетенций, реально улучшить свою жизнедеятельность. Кроме того, на педагогическую практику студент приходит, уже владея необходимыми умениями для эффективной педагогической деятельности.

И в заключение отметим еще одну особенность организации процессов подготовки школьного учителя в рамках КБГУ – классического университета. Здесь на педагогическом факультете открыты специальности «Педагогика и методика начального образования», «Педагогика и методика дошкольного образования», а также «Технология и предпринимательство», которые включены в единое направление «Педагогическое образование». Они теперь соответствуют профилям «Начальное образование», «Дошкольное образование» и «Технологическое образование». При этом, что принципиально важно,

после введения двухуровневой системы образования (что уже налажено) студенты КБГУ, обучающиеся по указанным профилям (т.е. будущие школьные учителя) получают дипломы международного образца, с которыми при желании смогут искать для себя трудоустройство или повышать свою квалификацию в зарубежных университетах без процедур дополнительной перееаттестации [6].

Библиография

1. Карамурзов Б.С. Региональный вуз в современной России // Высшее образование в России. 2013. № 6. С. 59–65.
2. Тхагапсоев Х.Г. О новой парадигме образования // Педагогика. 1999. № 1. С. 103–110.
3. Карамурзов Б.С. Миссия университета и проблема формирования российской социально-культурной идентичности // Философские науки. 2011. № 1 (специальный выпуск). С. 26–43.
4. Михайленко О.И. Психолого-акмеологическая сущность развития педагогического мышления будущих учителей // Известия КБГУ. 2012. Т. 2, № 1. С. 85–93.
5. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. М.: Смысл, 2001. 365 с.
6. Тхагапсоев Х.Г. Региональный вуз выпадает из стратегии развития отечественного образования // Высшее образование в России. 2014. № 2. С. 38–42.

Требования к оформлению научной статьи, представляемой в журнал «Известия Кабардино-Балкарского государственного университета»

Для публикации в журнале «Известия Кабардино-Балкарского государственного университета» принимаются статьи на русском или английском языках, содержащие результаты актуальных фундаментальных и прикладных исследований, передовых наукоемких технологий, научных и научно-методических работ.

1. Основные документы, необходимые для публикации

1.1. Один экземпляр статьи в бумажном виде и на электронном носителе отдельным файлом (на диске); на наклейке диска (дискеты) (обязательно!) указываются фамилия автора (авторов) и название статьи.

1.2. Полные сведения об авторе (авторах) на русском и английском языках в бумажном виде и в электронном варианте, оформленном отдельным от статьи файлом, который включает в себя следующие данные:

- фамилия, имя, отчество (полностью) каждого автора;
- место работы (наименование организации), ученая степень, ученое звание, должность каждого автора;
- контактные телефоны, почтовый индекс и адрес, адрес электронной почты (e-mail) каждого автора.

1.3. Сопроводительное письмо на бланке учреждения, где выполнена работа.

1.4. Внешняя рецензия доктора наук (по желанию).

1.5. Акт экспертизы о возможности опубликования в открытой печати – для физико-математических, химических, биологических, технических, экономических наук и науки о земле.

1.6. Справка об учебе в аспирантуре или докторантуре для аспирантов и докторантов.

1.7. «Лицензионный договор» (один на авторский коллектив) в 2-х экз. Без Договора статья не будет опубликована. Текст Договора размещен на сайте журнала «Известия КБГУ».

2. Правила оформления статьи

2.1. Объем статьи – в пределах 15 страниц формата А4, интервал – 1,5, размер шрифта Times New Roman Cyr 14 пт; поля страницы: слева – 3 см, справа – 1 см, сверху – 2,0 см, снизу – 2,5 см.

Краткие сообщения – в пределах 4 машинописных страниц, включающих не более 2 рисунков и 2 таблиц.

2.2. Статья должна включать:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация) в верхнем левом углу;
- название статьи (на русском и английском языках);
- фамилия, имя, отчество автора (авторов) (на русском и английском языках);
- реферат статьи (до 500 знаков) (на русском и английском языках);
- ключевые слова (5–7 слов на русском и английском языках);
- текст статьи, отражающий цель исследования, методы работы, собственно исследования, конкретные выводы;
- библиография (в библиографическом списке нумерация источников должна соответствовать очередности ссылок на них в тексте; номер источника в тексте указывается в квадратных скобках – автоматическая нумерация ссылок не допускается);

- подпись автора (авторов).

2.3. Иллюстрации к статье (рисунки, фотографии) должны быть черно-белыми, четкими (разрешение не менее 300 dpi, расширение *.jpg) и вставлены в текст. Обычный размер иллюстраций – не более половины листа А4. Формулы и символы помещаются в текст с использованием редактора формул Microsoft Education. Таблицы вставляются в текст; ссылки на рисунки и таблицы обязательны; названия таблиц и подписей подписей обязательны.

2.4. Нумерация страниц обязательна.

2.5. Тип файла в электронном виде – RTF.

Образцы оформления библиографии:

книга

Самарский А.А., Гулин А.В. Устойчивость разностных схем. М.: Наука, 1973. 210 с.

Интегральные схемы: Принципы конструирования и производства / под ред. А.А. Колосова. М.: Сов. радио, 1989. 280 с.

статья из книги, сборника, журнала

Петренко В.И., Доготь А.Я. Пневмогидравлический кавитационный процесс // Геодинамические основы прогнозирования нефтегазоносности недр: тезисы докладов 1-й Всесоюзной конференции. М., 1988. Ч. 3. С. 616–617.

Хлынов В.А. Общегосударственное планирование рыночной экономики: Опыт Японии // Экономист. 1994. № 4. С. 89–94.

Базаров А.Ж. О некоторых нелокальных краевых задачах для модельных уравнений второго порядка // Известия вузов. Математика. 1990. Т. 2, № 3. С. 11–15.

диссертации и авторефераты диссертаций

Ерков С.А. Формирование художественного восприятия произведений изобразительного искусства на уроках изобразительного искусства в 5, 6 классах средней общеобразовательной школы: дис... канд. пед. наук. М., 2006. 184 с.

Вахромов Е.Е. Психологические особенности самоактуализации подростков с отклоняющимся поведением: автореф. дис... канд. психол. наук. М., 2003. 30 с.

При несоблюдении указанных правил редакция оставляет за собой право не публиковать статью.

3. Порядок рецензирования

3.1. Рукопись направляется на рецензирование ведущим специалистам в данной области (внешнее и внутреннее рецензирование).

3.2. Результаты рецензирования редакция сообщает автору по электронной почте.

3.2. По результатам рецензирования редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материала, о чем дополнительно сообщается автору.

Статьи представляются в редакционно-издательский отдел ИПЦ КБГУ.

Адрес ИПЦ КБГУ: 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Контактный телефон: (8662) 72-23-13.

E-mail: rio@kbsu.ru, izvestia_kbsu@mail.ru. E-mail-адрес защищен от спам-ботов, для его просмотра у вас должен быть включен Javascript.

Ответственный секретарь редакции – **Шогенова Марина Чашифовна**.

После положительного решения редколлегии о публикации статьи в журнале «Известия КБГУ» автор (или авторы) статьи перечисляет на р. сч. КБГУ плату из расчета 500 руб. (в т.ч. НДС) за страницу рукописи.

Назначение платежа: редакционно-издательские услуги («Известия КБГУ»), код дохода 07430201010010000130, разрешение № 0732069510 от 30.03.05 г. пункт 1. В стоимость входят расходы по доставке журнала по территории России. Автор (или авторы) статьи получает 2 экземпляра журнала бесплатно.

Для выкупа дополнительных номеров журнала необходимо передать в редакцию (ИПЦ КБГУ) письмо-заявку с указанием номера и количества экземпляров журнала и перечислить на р. сч. КБГУ плату из расчета 250 руб. (в т.ч. НДС) за один экземпляр журнала с назначением платежа: редакционно-издательские услуги (за журнал «Известия КБГУ»), код дохода 07430201010010000130, разрешение № 0732069510 от 30.03.05 г. пункт 1.

Реквизиты КБГУ для платежей:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова» (КБГУ)

Почтовый и юридический адрес:

360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Телефон: 42-25-60,

Voice/fax: +7(495) 3379955

Телетайп: 257245 «Альфа»

E-mail: bsk@kbsu.ru

ОКПО 02069510

ОКОНХ 92110

ОГРН 1020700739234 от 22.07.11г.

ОКОГУ 13240

ОКАТО 83401000000

ОКЭВД 80.30.1

ОКОПФ 72

ОКФС 12

Банковские реквизиты:

Получатель:

ИНН 0711037537/ КПП 072501001

Отдел № 1 УФК по Кабардино-Балкарской Республике (0401 КБГУ л/с 20046Х17540)

Банк получателя:

ГРКЦ НБ Кабардино-Балкарск. Респ. Банка России г. Нальчика

БИК 048327001

Р/с 40501810100272000002

КБК 00000000000000000130

Копия платежного документа передается или высылается в редакцию журнала по электронной почте.

**ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**PROCEEDING OF THE
KABARDINO-BALKARIAN
STATE UNIVERSITY**

ТОМ V, № 3, 2015

Редактор *Т.П. Ханиева*
Компьютерная верстка *Е.Л. Шериевой*
Корректор *Т.П. Ханиева*

В печать 25.06.2015. Формат 60x84 ¹/₈.
Печать трафаретная. Бумага офсетная. 13.02 усл.п.л. 13.0 уч.-изд.л.
Тираж 1000 экз. Заказ № 7332.
Кабардино-Балкарский государственный университет.
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Полиграфическое подразделение КБГУ.
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.