

**ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

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

ТОМ 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., Dzamikhov K.F., Karlik 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., Дзебоев 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., Дзебоев 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 прехлинической 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., Тхазаплижева 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

- Bzhikhatlov 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., Oganesyanyan A.K., Dzeboev S.O.** Environmental, technological and economic aspects of the complex processing of industrial waste Tyrnyauz 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., Oganesyanyan A.K., Dzeboev S.O.** Environmental, technological and economic aspects of the complex processing of industrial waste Tyrnyauz 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
- Alokova 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

- Tkhamitloкова Iu.O.** The mechanism of information security as an important element of an effective system of management of tourism in the region 85
- Shevlokova 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**

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 (ОИ-ресурс), которые содержат определенный программный код, позволяющий осуществлять вычисление свойства R по некоторой формуле MF. Разработан ряд ОИ-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 (ОИ), 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:

а) (P_i, T_i) – давления и температуры в заданных точках цикла,

б) термодинамические свойства $R_{cycle} = (P, T, v, h...)$, которые относятся к рабочему телу в заданных точках цикла,

в) другие характеристики блоков ЭУ.

```

den(p, T) := "Density of C12H19F6N3O4S2 as a function of the temperature and the pressure"
M ← (
    "p \ T" 293.15 298.15 303.15 308.15 313.15 318.15 323.15 328.15 340 400 440 460 480
    100 1377.3 1372.4 1367.9 1363.2 1358.8 1354 1350.3 1345.7 1334.556391 1283.383459 1245.676692 1228.902256 1210.221805
    5030 1380.8 1376 1371.3 1367 1362.7 1358.3 1354.5 1350 1339.571429 1292.406015 1260.676692 1243.902256 1227.221805
    10010 1384.4 1379.6 1374.9 1370.8 1366.6 1362.3 1358.5 1354.2 1345.082707 1299.548872 1271.699248 1258.902256 1245.221805
    15020 1387.8 1383.1 1379 1374.4 1370.3 1366.1 1362.4 1358.2 1348.969925 1304.81203 1279.969925 1267.924812 1255.221805
    20010 1391.1 1386.6 1382.4 1378 1373.9 1369.8 1366.1 1362 1352.225564 1309.323308 1284.857143 1274.315789 1265.221805
    25050 1394.5 1389.9 1385.9 1381.4 1377.4 1373.4 1369.8 1365.7 1358.240602 1315.714286 1291.62406 1280.706767 1272.383459
)
p ←  $\frac{p}{\text{kPa}}$ 
T ←  $\frac{T}{\text{K}}$ 
PP ← submatrix(M, 1, rows(M) - 1, 0, 0)
TT ← submatrix(M, 0, 0, 1, cols(M) - 1)T
sigma ← submatrix(M, 1, rows(M) - 1, 1, cols(M) - 1)T
for i ∈ 0.. cols(sigma) - 1
    sigma'_i ← interp(cspline(TT, sigmaⓈ), TT, sigmaⓈ, T)
ans ← interp(cspline(PP, sigma), PP, sigma', p)
return ans ·  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 

```

Recalculate

$p := 25000 \text{ kPa}$ $T := 470 \text{ K}$ $\text{den}(p, T) = 1.276 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

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:

а) 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 $U = (P = 24000$ кПа, $T = 470$ К), введенные клиентом, и значение $\rho = den(P, T) = 1276$ кг/м³.

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*(ρ, 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://twf.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*(ρ, Y), на собственный массив, содержащий аналогичные данные и имеющий прямоугольную форму. Используя программу *Code_EU*(Z, Y) с подключенной модифицированной программой *Code-OI-csplain*(ρ, 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*(ρ, Y), обсуждавшуюся выше, и размещен на сервере *BS* под именем *Res-OI-csplain* (ρ, U), (<http://twf.mpei.ac.ru/TTHB/Ro-p-t.xmcdz>), здесь (<http://twf.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://twf.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 $\rho = den(P, T) = 1276 \text{ кг/м}^3$.

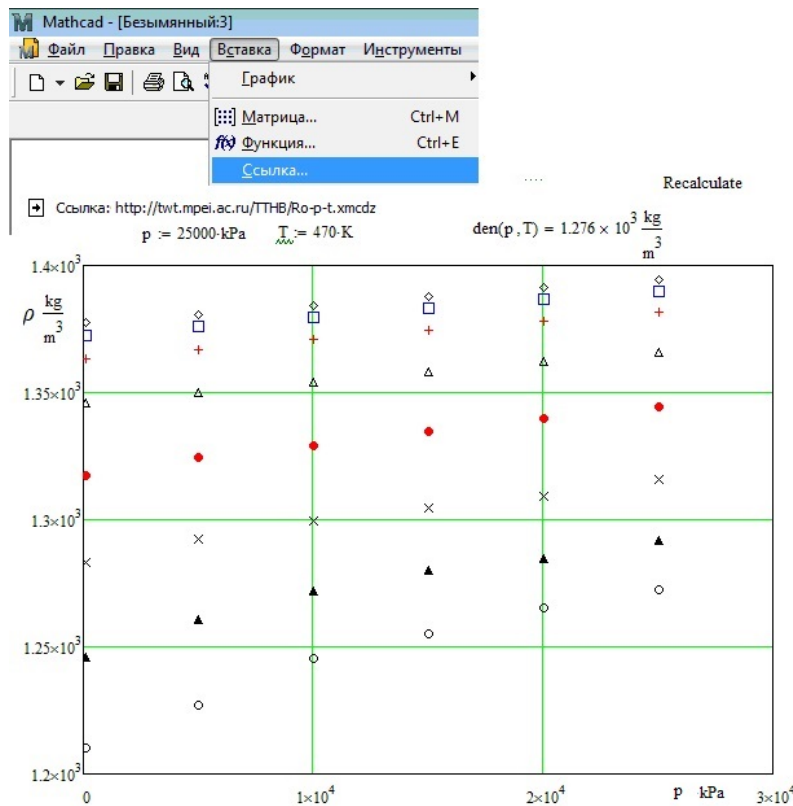


Рис. 2. Часть программы *Code_EU*(Z, Y), содержащая ссылку и графическую зависимость ρ (кг/м^3) от P (кПа) и T (К) на изотермах для жидкости *IL1*

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):

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

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

- а) анализировать теплофизическую информацию, размещенную в Интернете и литературных источниках,
- б) собирать и хранить в заданной форме указанную информацию,
- в) 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:

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

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

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

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

- а) тестировать численные данные,
- б) построить график свойства, например, $R(T,P)$,
- в) 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 a web interface for searching scientific data. At the top, there are navigation links: "Data search", "Help", "Site info", and "Backfeed". Below that, search filters are set to "compounds", "property", and "literature". The main search area is titled "Search by compounds" and contains a "Compound name" field and a "Formula" field with the value "C12H19F6N3O4S2". A "Search" button is located below the formula field. Below 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(trifluoromethylsulfonyl)imide". The table lists various properties and their corresponding references:

Property	Reference
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.; Szydłowski, 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(trifluorosulfonyl)imide 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(trifluoromethylsulfonyl) 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(trifluoromethylsulfonyl)imide 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(O1)
2006	Kumelan, J.; Kajans, A. P.; S.; Tuma, D.; Maurer, G. J. Chem. Thermodyn. 38(11), 1396-1401

Рис. 4. Страница отображения, содержащая ссылки применительно к веществу *IL1* 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://twt.mpei.ac.ru/TTHB/2/IL/index.html>,
- б) <http://twt.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://twt.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://twt.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://twt.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-rho-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.

**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.