

УДК 004.75

## Облачные функции — новый этап информационной поддержки науки и техники

*В. Ф. Очков, Чжо Ко Ко*

*Национальный исследовательский университет  
«Московский энергетический институт»,  
111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д 14  
e-mail: ochkov@twf.mpei.ac.ru, kyawko48@gmail.com*

Аннотация. В статье рассмотрена новая информационная технология, связанная с размещением функций по свойствам веществ в Интернете для «облачных» ссылок на них и/или для скачивания и встраивания в свой программный расчетный проект. Рассмотрены типичные примеры расчетов с опорой на «облачные» функции.

Ключевые слова: «облачные» функции, свойства веществ, Mathcad, Excel.

ГРНТИ 20.15.05; 50.07.03

Научно-технические и инженерные расчеты на компьютере немислимы без константной<sup>1</sup> поддержки — без знания свойств материалов и рабочих тел процессов, аппаратов и технологий, по которым ведутся расчеты и проектирование. Если говорить, например, о тепловых электрических станциях, то их расчет и проектирование требуют знания теплофизических свойств рабочих тел (вода, водяной пар паротурбинных блоков, воздух, дымовые газы газовых турбин и котлоагрегатов), а также свойств металлов, из которых сделаны котлы, турбины, насосы и другое основное и вспомогательное оборудование электростанций.

Можно выделить три этапа в технологии «вставки» знаний о свойствах рабочих тел и материалов в расчетные компьютерные программы:

1. В процессе расчета компьютер прерывал свою работу и требовал от пользователя некой справки по свойствам веществ: компьютер выдавал, например, значения температуры и давления и просил пользователя ввести значение, например, плотности водяного пара. Пользователь открывал нужный справочник (бумажный или электронный) с соответствующей таблицей свойств воды и водяного пара, искал в нем по значениям температуры и давления значение плотности и вводил его в компьютер. Эта технология во многом повторяла технологию «ручных» расче-

---

<sup>1</sup> Правильнее говорить — «функциональная поддержка». Дело в том, что многие константы, приводимые в справочниках, являются по своей сути не константами, а функциями. Плотность материалов, например, зависит от внешних условий. Для твердых и жидких материалов это, как минимум, температура. На свойства газов влияет и давление. Истинных физических констант мало — скорость света в вакууме, различные именные константы (Планка, Больцмана и т. д.).

тов — расчетов без использования компьютерных программ. В наше время за подобной справкой все чаще и чаще обращаются к Интернету.

2. Компьютерные расчетные программы стали дооборудовать модулями, процедурами и функциями, связывающими текущие параметры расчета (например, температуру и давление (п. 1)) с требуемым свойством того или иного вещества. Если говорить о свойствах рабочих тел энергетики, то одним из подобных встроенных средств является программа WaterSteamPro (см. [www.wsp.ru](http://www.wsp.ru) и [1]), которую через механизм DLL можно прикрепить ко всем популярным расчетным программам — Excel, Mathcad, MATLAB, Maple, языки программирования и др.

3. Размещение программ по свойствам веществ на внешних серверах — в «облаках», куда можно сделать некую *ссылку* и получить нужное значение: числовое, лингвистическое и прочее. Об этой новой технологии и пойдет речь в данной статье.

В настоящее время почти все компьютеры, на которых ведутся инженерные и научно-технические расчеты, подключены к Интернету. Более того, если компьютер почему-либо отключен от Интернета, то это вызывает некий дискомфорт, даже в том случае, если Интернет в данный момент не нужен или даже вреден — отвлекает, например, от выполнения срочной работы. При отключенном Интернете возникает чувство, что тебя заперли в комнате, ты не можешь выйти из нее и все время оглядываешься на закрытую дверь, дергаешь ее...

В связи с этим и по ряду других причин представляется возможным и целесообразным «держат» все свойства всех веществ и другую справочную информацию не на рабочей станции, а в «облаках» и обращаться к этим свойствам посредством «облачных» ссылок.

Данная технология последние несколько лет развивается в Национальном исследовательском университете «Московский энергетический институт» ([www.mpei.ru](http://www.mpei.ru)) и в Объединенном институте высоких температур РАН ([www.jiht.ru](http://www.jiht.ru)) [4].

Рассмотрим эту технологию относительно воды и водяного пара — самого, наверно, распространенного на Земле теплоносителя, рабочего тела, растворителя и прочее, и прочее.

Изучением и стандартизацией свойств этой важной субстанции занимается Международная ассоциация по свойствам воды и водяного пара ([www.iapws.org](http://www.iapws.org)), в которой работает первый автор этих строк<sup>2</sup>. В «облаках», на сервере этой организации публикуются так называемые *формуляции* — набор утвержденных формул и правил их использования в процессе создания соответствующих компьютерных программ или просто при ручном счете. До недавнего времени эти формуляции публиковались в виде «мертвых» PDF-документов или даже сканов машинописных страниц. Но сейчас по инициативе первого автора этих строк данные формуляции стали публиковаться в виде «живых» расчетных документов, где можно изменить

---

<sup>2</sup> В июне 2014 г. очередная ежегодная встреча Исполкома и Рабочих групп этой организации проводится в Москве.

исходные данные: параметры воды и водяного пара (например, температуру и давление) и получить не только итоговый ответ (значение удельной энтальпии, удельной энтропии, плотности, теплопроводности, вязкости, теплоемкости и т. д.), но и все промежуточные результаты расчетов по формулам. А это очень важно. Ведь формуляции разрабатываются и утверждаются для того, чтобы по ним создавались соответствующие компьютерные программы расчетов (см. п. 2, выше по тексту). Промежуточные данные в «живой» формуляции будут крайне полезны при отладке таких программ — нахождении ошибок в них. Но и сами по себе «живые» формуляции могут быть просто источником справочной информации для более сложных технологических расчетов (см. п. 1, выше по тексту).

На рис. 1 показана одна из страниц сайта Международной ассоциации по свойствам воды и водяного пара с информацией о термодинамических свойствах этого вещества.

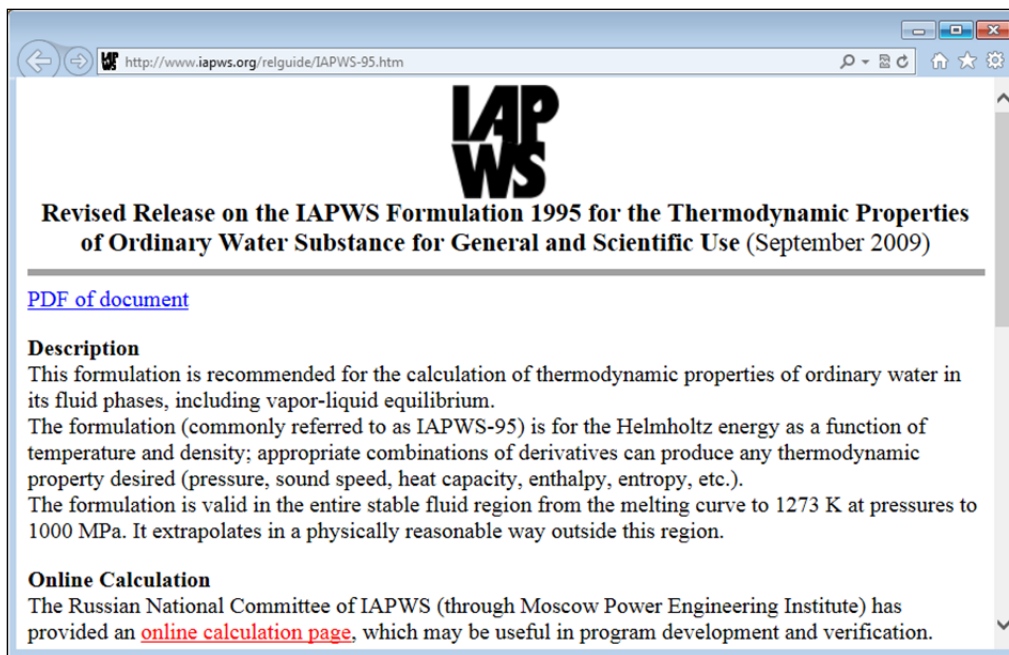


Рисунок 1. Страница сайта Международной ассоциации по свойствам воды и водяного пара

На странице Интернета, показанной на рис. 1, есть две ссылки:

- **PDF of document** — ссылка на «мертвую» формуляцию в виде pdf-файла.
- **Online calculation page** — ссылка на сетевой интерактивный открытый расчетный документ, который показан на рис. 2.

В расчете, показанном на рис. 2, нужно ввести значения температуры и плотности воды или водяного пара. Далее будет создана функциональная зависимость

безразмерной свободной энергии Геймгольца, а по ней через взятия частных производных будут рассчитаны искомые значения термодинамических величин: давление, удельная внутренняя энергия, удельная энтальпия, удельная энтропия, удельная теплоемкость (изобарная и изохорная) и скорость звука.

Formulation IAPWS-95  $T := 500$  K  $p := 838.025$  kg/m<sup>3</sup> Recalculate

$T_c := 647.096$  K  $\tau := T_c / T = 1.294192$   $\rho_c := 322$  kg /m<sup>3</sup>  $\delta := p / \rho_c = 2.6025621118012423$

The ideal-gas part of the dimensionless Helmholtz free energy (coefficients >>>):

$$\phi_0(\delta, \tau) := \ln(\delta) + n_{00} + n_{01} \cdot \tau + n_{02} \cdot \ln(\tau) + \sum_{i=3}^7 \left( n_{0i} \cdot \ln(1 - e^{-\gamma_{0i}\tau}) \right) = 2.047977334795938$$

The residual part of the dimensionless Helmholtz free energy:

$$\phi_r(\delta, \tau) := \sum_{i=0}^6 \left( n_i \cdot \delta^{d_i} \cdot \tau^{t_i} \right) + \sum_{i=7}^{50} \left( n_i \cdot \delta^{d_i} \cdot \tau^{t_i} \cdot e^{-\delta^{c_i}} \right) \dots = -3.4269320568155894$$

$$+ \sum_{i=51}^{53} \left[ n_i \cdot \delta^{d_i} \cdot \tau^{t_i} \cdot e^{-\alpha_i(\delta-\varepsilon_i)^2 - \beta_i(\tau-\gamma_i)^2} \right] \dots$$

$$+ \sum_{i=54}^{55} \left[ n_i \cdot \left[ (1-\tau) + A_i \cdot [(\delta-1)^2]^{2\beta_i} + B_i \cdot [(\delta-1)^2]^{a_i} \right] \delta \cdot e^{-C_i(\delta-1)^2 - D_i(\tau-1)^2} \right]^{b_i}$$

The dimensionless Helmholtz free energy:  $\phi(\delta, \tau) := \phi_0(\delta, \tau) + \phi_r(\delta, \tau) = -1.3789547220196514$

$R = 0.46151805$  kJ/(kg K)

Pressure  $p := \rho \cdot R \cdot T \cdot \left( 1 + \delta \cdot \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta} \right) = 10.0003858008$  MPa

Specific internal energy  $u := R \cdot T \cdot \tau \cdot \left( \frac{\partial \phi_0(\delta, \tau)}{\partial \tau} + \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \tau} \right) = 965.2483455$  kJ/kg

Specific entropy  $s := R \cdot \left[ \tau \cdot \left( \frac{\partial \phi_0(\delta, \tau)}{\partial \tau} + \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \tau} \right) - \phi_0(\delta, \tau) - \phi_r(\delta, \tau) \right] = 2.5669092$  kJ/(kg K)

Specific enthalpy  $h := R \cdot T \cdot \left[ 1 + \tau \cdot \left( \frac{\partial \phi_0(\delta, \tau)}{\partial \tau} + \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \tau} \right) + \delta \cdot \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta} \right] = 977.1816241$  kJ/kg

Specific isochoric heat capacity  $c_v := -R \cdot \tau^2 \cdot \left( \frac{d^2}{d\tau^2} \phi_0(\delta, \tau) + \frac{d^2}{d\tau^2} \phi_r(\delta, \tau) \right) = 3.2210622$  kJ/(kg K)

Specific isobaric heat capacity  $c_p := R \cdot \left[ \frac{\left( \delta \cdot \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta} - \tau \cdot \delta \cdot \frac{\partial^2 \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta^2} \right)^2}{2\delta \cdot \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta} + \delta^2 \cdot \frac{d^2 \phi_r(\delta, \tau)}{d\delta^2}} - \tau^2 \cdot \frac{d^2 \phi_0(\delta, \tau)}{d\tau^2} \right] = 4.60222448$  kJ/(kg K)

Sound velocity  $w := \sqrt{R \cdot T \cdot \left[ \frac{\left( \delta \cdot \frac{\partial \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta} - \tau \cdot \delta \cdot \frac{\partial^2 \phi_r(\delta, \tau)}{\partial \delta^2} \right)^2}{\tau^2 \cdot \frac{d^2 \phi_0(\delta, \tau)}{d\tau^2}} \right]} = 1271.284409$  m/s

Рис. 2. Сетевой интерактивный открытый расчет свойств воды и водяного пара

В документе, показанном на рис. 2, есть ссылки на Интернет-ресурсы, где дано описание сути этих физических величин, а также ссылка на страницу Интернета, где хранятся коэффициенты полинома 56-й степени (!), полученные после обработки экспериментальных данных и по которым через аппроксимацию рассчитывается свободная энергия Геймгольца воды и водяного пара в зависимости от температуры и плотности. На сайте справочника [1] есть ссылки на расчетные документы по свойствам воды и/или водяного пара без показа формул, но с графическим отображением свойств. На рис. 3 в качестве примера показана одна из термодинамических поверхностей воды и водяного пара — зависимость удельной изобарной теплоемкости от давления и температуры.

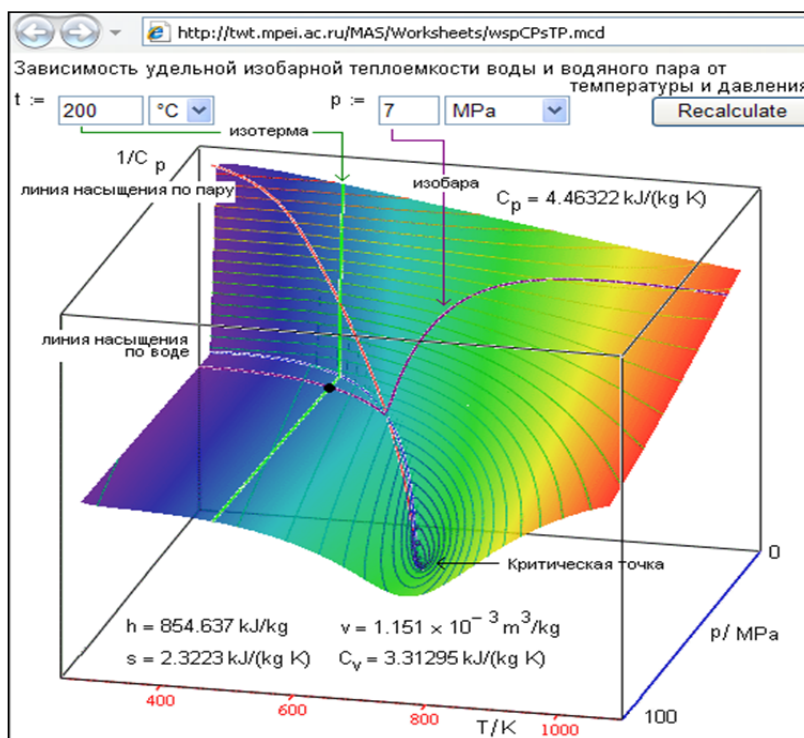


Рисунок 3. «Живая» термодинамическая поверхность воды и водяного пара

Посетитель страницы Интернета, показанной на рис. 3, может изменить значения температуры и/или давления, используя различные единицы измерения, нажать на кнопку Recalculate и получить не только требуемое значение удельной изобарной теплоемкости воды, но и имеет возможность видеть свою точку на поверхности — на пересечении заданных изобары и изотермы.

Современные возможности Интернета и программных средств, установленных на компьютере, позволяют работать не только по технологии Интернет-справки, отображенной на рис. 2 и 3, но и по технологии «облачных» функций.

Так, в среде инженерного офиса Mathcad [1], [3], [7] есть команда **Ссылка** (**Reference** — рис. 4) на Mathcad-документ, расположенный на рабочей станции пользователя, в локальной компьютерной сети или в Интернете.

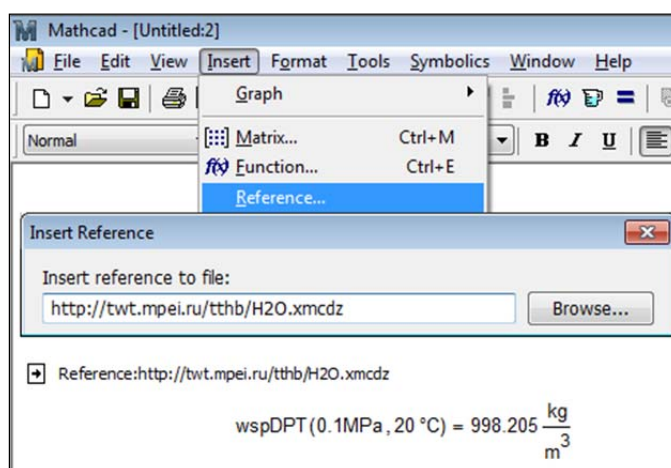


Рисунок 4. Ссылка на облачные функции  
по свойствам воды и водяного пара

На рис. 4 показано, что ссылка на Mathcad-документ с именем H2O.xmcdz делает *видимой* в рабочем Mathcad-документе функцию двух аргументов с именем wspDPT, возвращающую плотность воды и/или водяного пара в зависимости от давления и температуры. В файле H2O.xmcdz хранятся и другие аналогичные функции, позволяющие вести довольно сложные теплотехнические расчеты [6].

На Интернет-портале НИУ МЭИ и ОИВТ РАН собрано порядка десяти тысяч сетевых расчетов, использующих функции по свойствам различных веществ. Как показано на рис. 4, на эти функции можно делать ссылки из рабочих документов. Так, на рис. 5 в качестве примера показан расчет потери давления при прокачке по трубопроводу водного раствора хлористого натрия.

Расчет, показанный на рис. 5, несложный, базирующийся на использовании довольно простых формул. Главное при проведении такого расчета — это знание свойств прокачиваемой жидкости. В расчете на рис. 5 сделаны ссылки на «облачные» ресурсы, которые делают видимыми в рабочем документе функции, возвращающие плотность и вязкость раствора NaCl. Кроме того, сделана еще одна ссылка, вводящая в расчет формулу, по которой рассчитывается коэффициент трения жидкости в трубе в зависимости от шероховатости внутренней поверхности трубы и условий течения жидкости (числа Рейнольдса).

Ссылка на «облачные» функции — это уникальная возможность Mathcad 15. Другие расчетные программы (Excel, Matlab, языки программирования и др.) такого инструмента пока не имеют. Да и в последней версии Mathcad — в Mathcad Prime этот оператор был заглушен. Это связано с тем, что многие рабочие станции,



особенно те, которые установлены на «режимных» предприятиях, отключены от Интернета по соображениям безопасности и по другим причинам. В связи с этим «облачные» функции, на которые можно делать ссылки из расчета Mathcad 15, дополнены файлами, доступными в расчетах через обычное скачивание. На «режимных» предприятиях это может сделать системный администратор. Он затем проверит скачанный файл на отсутствие вирусов и «троянов» и разместит его в локальной сети в виде шаблона.

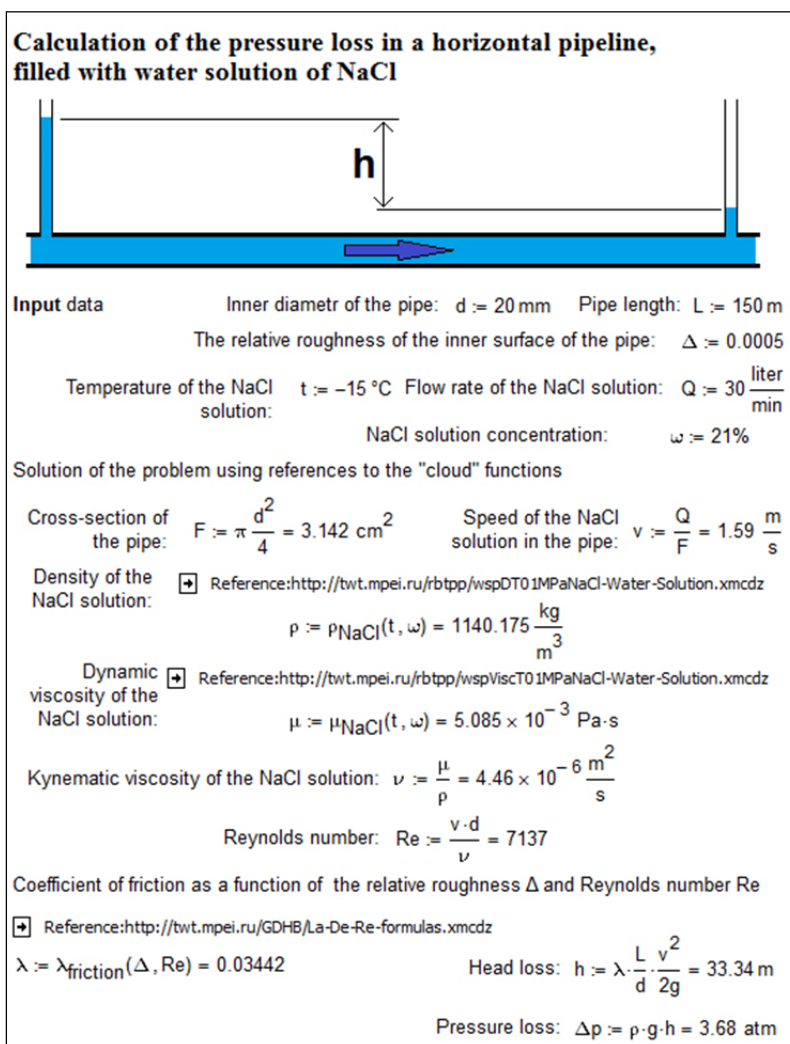


Рисунок 5. Расчет потери давления в трубопроводе с ссылками на облачные функции

На рис. 6 можно видеть сайт Интернета, на котором хранятся термодинамические свойства индивидуальных веществ, которые опубликованы в виде бумажного

справочника и отдельным программным продуктом ИвтанТермо (<http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan>).

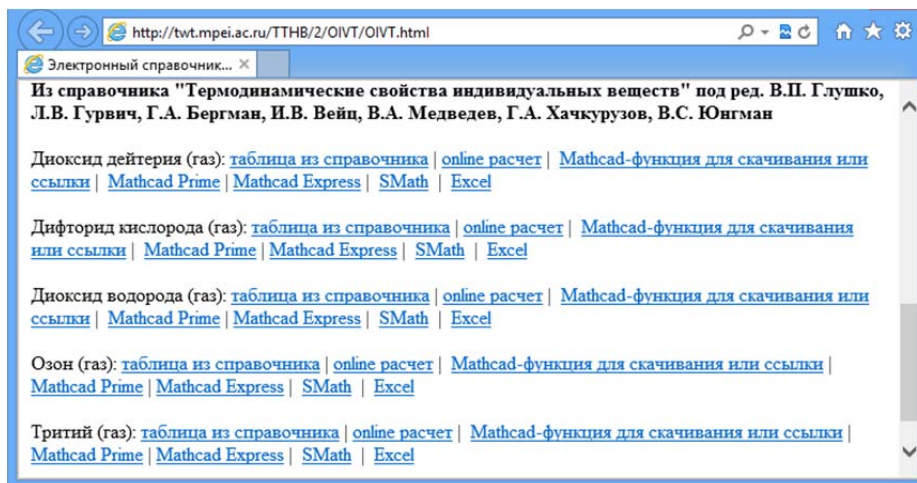


Рисунок 6. Сайт с термодинамическими свойствами индивидуальных веществ

На сайте, показанном на рис. 6, можно найти:

- таблицу свойств вещества, скопированную из опубликованного бумажного справочника;
- online расчет свойств данного индивидуального вещества с отображением соответствующих графических зависимостей;
- Mathcad 15 файл для ссылки на него (см. выше) или традиционного скачивания;
- файл в формате пакета Mathcad Prime;
- файл в формате пакета Mathcad Express (бесплатная укороченная версия Mathcad Prime);
- файл в формате пакета SMath (русский аналог Mathcad);
- Excel-таблицу с расчетом свойств веществ.

Несколько слов о пакетах Mathcad Prime, Mathcad Express и SMath. Mathcad Prime позиционируется разработчиками — фирмой PTC ([www.ptc.com](http://www.ptc.com)) как дальнейшее развитие популярной программы Mathcad, последняя версия которой имеет 15-й номер. Mathcad Prime адресован в первую очередь тем, кто только начинает работать с этой математической программой и считает традиционный Mathcad 15 несколько архаичным по своему интерфейсу и по другим параметрам. Пользователи же «традиционного» Mathcad 15 сразу же заметили в Mathcad Prime отсутствие многих «старых добрых» инструментов. По этому поводу в Интернете даже возникла бурная дискуссия: «Что мне нужно в первую очередь в новой версии Mathcad из старой версии» — <http://communities.ptc.com/polls/1134>. Но Mathcad Prime имеет свои неоспоримые преимущества по сравнению со старой версией. Это, во-первых,



современный интерфейс, повторяющий интерфейс всех популярных офисных приложений («лента меню» и прочее). Кроме того, в Mathcad Prime существенно повысилась документированность расчетов, степень использования в расчетах единиц измерения физических величин и др.

Mathcad Express — это укороченная версия Mathcad Prime. Будущий пользователь скачивает Mathcad Prime с сайта <http://www.ptc.com/product/mathcad/free-trial>, месяц использует программу в полную силу, а затем она превращается в Mathcad Express. Вернуться к полной версии программы можно, естественно, за деньги. Но и Mathcad Express позволяет вести довольно сложные расчеты. Поэтому-то для него и были разработаны функции (см. рис. 6), не использующие специфические инструменты полной версии Mathcad.

Программа SMath ([www.smath.info](http://www.smath.info)) создавалась как некий клон Mathcad с его специфическим «маткадовским» интерфейсом, ориентированным на режим WYSIWYG, и маткадовским набором функций и операторов. Но по мере развития программа SMath стала все больше и больше отходить от программы Mathcad и становится самостоятельным программным продуктом. Основное преимущество программы SMath — ее бесплатность (как у Mathcad Express), мощность и многоязычность (почти как у Mathcad 15).

Инженерно-технические и научные работники, как это не покажется странным, по-прежнему широко используют «бухгалтерские» электронные таблицы в своих вычислениях.

На рис. 7 показан пример Excel-таблицы с расчетом термодинамических свойств индивидуального вещества — газообразного озона. Таблица Excel удобна тем, что в ней расчетные формулы прописаны в текстовом виде (см. строку редактирования формул на рис. 7) и их несложно перенести в различные языки программирования.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Из справочника "Термодинамические свойства индивидуальных веществ" под ред. В.П. Глушко, Л.В. Гурвич, Г.А. Бергман, И.В. Вейц, В.А. Медведев, Г.А. Хачкрузов, В.С. Юнгман										
2	M.: Наука, 1978, Том1, Книга 2, 327 с., Таблица 8, с. 24										
3											
4	From the directory "Thermodynamic properties of individual substances", ed. V.P. Glushko, L.V. Gurvich, G.A. Bergman, I.V. Weitz, V.A. Medvedev, G.A. Hachkuruzov, V.S. Jungman										
5	Moscow, Nauka Publishing House, 1978, Volume 1, Book 2, 327 pages, Table 8, p. 24										
6											
7	Озон O <sub>3</sub> (г)	Интервал температур 500 К - 6 000 К									
8	Ozone O <sub>3</sub> (g)	Temperature range 500 K - 6 000 K									
9											
10	Молярная масса	47,9982	г/моль								
11											
12	Коэффициенты аппроксимации	f0	f	f22	f11	f1	f2	f3			
13		353,2271	42,4371	0,017374	-0,46608	-25,6741	237,302	-183,754			
14											
15	Температура, К	Приведенная энергия Гиббса F'(T)	338,147	Дж/(моль К)							
16	4500	Теплоемкость C <sub>p</sub> (T)	106,889	Дж/(моль К)							
17		Энтропия S'(T)	415,768	Дж/(моль К)							
18		Изменение энтальпии ΔH'(T)	349,297	кДж/моль							

Рисунок 7. Таблица Excel с термодинамическими свойствами индивидуального вещества

*Выводы.* Размещение функций по свойствам веществ на внешних серверах — это новый этап константной (функциональной) поддержки расчетов на компьютере в динамическом режиме [7]. Эта новейшая технология позволяет непрерывно совершенствовать данные функции без «нагрузки» пользователей обязанностью периодического скачивания и установки на компьютерах дополнительных программ и модулей.

Можно также сформулировать новые требования к современным базам данных:

1. Использование единиц измерения физических величин в функциях и процедурах (некий программистский ренессанс).
2. Работа с облачными функциями и шаблонами, а также инструментами их быстрого поиска в Интернете и подключения к прикладным расчетам.
3. Дополнение баз данных примерами их использования в инженерно-технических и научных расчетах.

Эти современные требования к базам данных по свойствам веществ конкретизированы и дополнены примерами в [9].

## Литература

- [1] Александров А. А., Орлов К. А., Очков В. Ф. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики: Интернет-справочник. — М. : Издательский дом МЭИ, 2009. (Электронный вариант: <http://twf.mpei.ac.ru/rbtp/index.html>).
- [1] Korobov V. I., Ochkov V. F. Chemical Kinetics with Mathcad and Maple.— 1st Edition. — Springer, 2011, XI. (Электронный вариант: <http://twf.mpei.ac.ru/ТТНВ/New-Chem-Kin/En-Ru-book.html>).
- [2] Коробов В. И., Очков В. Ф. Химические расчеты в среде Mathcad. — Днепропетровск : Из-во Днепропетровского национального ун-та, 2012. (Электронный вариант: [http://www.exponenta.ru/educat/news/ochkov/book\\_ochkov11.asp](http://www.exponenta.ru/educat/news/ochkov/book_ochkov11.asp)).
- [3] Коробов В. И., Очков В. Ф. Химическая кинетика: введение с Mathcad/Maple/MCS. — М.: Горячая линия–Телеком, 2009. (Электронный вариант: <http://twf.mpei.ac.ru/ТТНВ/New-Chem-Kin/En-Ru-book.html>).
- [4] Очков В. Ф. Орлов К. А., Знаменский В. Е. Теплотехнические расчеты с опорой на Интернет-функции по свойствам рабочих веществ теплоэнергетики // Новое в российской электроэнергетике. 2011. № 6. С. 40–49. (Электронный вариант: <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/WSPHB/Ochkov-Znamensky-Web-Rankine.html>).
- [5] Очков В. Ф. «Облачный» сервис по свойствам рабочих тел и материалов атомной энергетики // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2012. № 3. С. 4–8. (Электронный вариант: <http://twf.mpei.ac.ru/ТТНВ/npp/RefBookNPP.pdf>).
- [6] Очков В. Ф. Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет.— СПб. : БХВ-Петербург, 2014. (Электронный вариант: <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/ТТМ1>).

- [7] *Pluzhnik E., Nikulchev E.* Use of Dynamical Systems Modeling to Hybrid Cloud Database // *Int'l J. of Communications, Network and System Sciences*, 2013. Vol. 6. No. 12. P. 505–512. (doi:10.4236/ijcns.2013.612054).
- [8] *Solodov A., Ochkov V.* Differential Models. An Introduction with Mathcad.— Springer-Verlag, 2004. (Электронный вариант: [http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Diff\\_MC/index1.htm](http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Diff_MC/index1.htm)).

***Авторы:***

*Очков Валерий Федорович*, д.т.н., профессор, первый заместитель заведующего кафедрой технологии воды и топлива НИУ «Московский энергетический институт»;

*Чжо Ко Ко*, аспирант, НИУ «Московский энергетический институт».

## Cloud Function – a New Stage of Informational Support of Science and Technology

V. F. Ochkov, Kyaw Ko Ko

National Research University Moscow Power Engineering Institute  
14, Krasnokazarmennay street, Moscow, 111250

*Abstract.* The article describes a new information technology associated with the placement of functions on the properties of materials on the Internet for the «cloud» references to them and / or to download and embed into your software project settlement. Consider a typical example calculations relying on the cloud function.

Key words: cloud function, substance properties, Mathcad, Excel

### Reference

- [1] Aleksandrov A. A., Orlov K. A., Ochkov V.F. *Teplofizicheskie svojstva rabochih veshhestv teplojenergetiki: Internet-spravochnik.* — M.: Izdatel'skij dom MJeI, 2009. (<http://tw.t.mpei.ac.ru/rbtp/index.html>).
- [2] Korobov V. I., Ochkov V. F. *Chemical Kinetics with Mathcad and Maple.*— 1st Edition. — Springer, 2011, XI. (<http://tw.t.mpei.ac.ru/TTHB/New-Chem-Kin/En-Ru-book.html>).
- [3] Korobov V. I., Ochkov V. F. *Himicheskie raschety v srede Mathcad.* — Dnepropetrovsk: Iz-vo Dnepropetrovskogo Nach. Unv, 2012. ([http://www.exponenta.ru/educat/news/ochkov/book\\_ochkov11.asp](http://www.exponenta.ru/educat/news/ochkov/book_ochkov11.asp)).
- [4] Korobov V. I., Ochkov V. F. *Himicheskaja kinetika: vvedenie s Mathcad/Maple/MCS.* — M.: Gorjachaja linija–Telekom, 2009. (<http://tw.t.mpei.ac.ru/TTHB/New-Chem-Kin/En-Ru-book.html>).
- [5] Ochkov V. F., Orlov K. A., Znamenskij V. E. *Teplotehnicheskie raschety s oporoj na Internet-funkcii po svojstvam rabochih veshhestv teplojenergetiki // Novoe v rossijskoj jelektrojenergetike.* 2011. No 6. P. 40–49. (<http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/WSPHB/Ochkov-Znamensky-Web-Rankine.html>).
- [6] Ochkov V. F. *«Oblachnyj» servis po svojstvam rabochih tel i materialov atomnoj jenergetiki // Avtomatizacija i IT v jenergetike.* 2012. No. 3. P. 4–8. (<http://tw.t.mpei.ac.ru/TTHB/npp/RefBookNPP.pdf>).
- [7] Ochkov V. F. *Teplotehnicheskie jetjudy s Excel, Mathcad i Internet.*— SPb.: BHV-Peterburg, 2014. (<http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/TTMI>).
- [8] Pluzhnik E., Nikulchev E. *Use of Dynamical Systems Modeling to Hybrid Cloud Database // Int'l J. of Communications, Network and System Sciences,* 2013. Vol. 6. No. 12. P. 505–512. (doi:10.4236/ijcns.2013.612054).
- [9] Solodov A., Ochkov V. *Differential Models. An Introduction with Mathcad.*— Springer-Verlag, 2004. ([http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Diff\\_MC/index1.htm](http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Diff_MC/index1.htm)).