

СОФТУЕРНА ПЛАТФОРМА ЗА ИНЖЕНЕРНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ В ОБЛАЧНА СРЕДА

Неделчо Ганчовски
proektsoft.bg@gmail.com

**Проектсофт ЕООД, гр. София, бул. Пейо Яворов 34-36
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: *облачни изчисления, формални езици, генеративни граматики, теория на автоматите, трансляция, изчислимост, лексически и синтактичен анализ, числени методи, мерни единици*

Резюме: *Разработването на софтуер за инженерни изчисления, с класическа десктоп архитектура, изисква значително време и инвестиции, съвместна работа на софтуерни и инженерни специалисти и поддръжка на различни компютърни конфигурации и операционни системи. Всички тези проблеми са решени чрез изграждане на иновативна софтуерна платформа за инженерни изчисления в облачна среда, с богат набор от математически функции, числени методи, мерни единици и др. Те са достъпни чрез специално разработен за целта програмен език, предназначен за инженери без специални познания по програмиране. Описанието на всяка задача става чрез формули, текстове, схеми и прости команди, които се транслират от платформата в работещи програми. Тя генерира интерфейс за попълване на входни данни, изчислява резултатите и ги отпечатва във вид на професионално оформена записка. Настоящият доклад дава кратко описание на концепцията, архитектурата и начина на работа на платформата. Разгледани са и теоретичните основи, методи и алгоритми, използвани за разработването на програмния език и самата платформа.*

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА

Освен анализ по метода на крайните елементи, проектирането на строителни конструкции изисква и допълнителни оразмерителни проверки за отделни елементи и детайли. Те се извършват по конкретни формули от нормите за проектиране и се документират в изчислителна записка. Тя служи като доказателство пред контролните органи, че съответният елемент или детайл отговаря на нормативните изисквания. За тази цел, освен съответния софтуер за анализ по МКЕ са необходими и допълнителни програмни средства. Те могат да бъдат разработени под различна форма:

- ◆ пакет от десктоп програми;
- ◆ електронни таблици;
- ◆ записки за специализиран математически софтуер;
- ◆ облачни или уеб приложения;

Всеки един от изброените варианти има своите предимства и недостатъци. Разработването и поддръжката на десктоп приложения е трудоемко и изисква специални познания по програмиране. Когато става въпрос за инженерни изчисления е необходимо тясно сътрудничество между софтуерни и инженерни специалисти в процеса на проектиране, разработка и тестване. Електронните таблици са лесни за разработване и достъпни за ползване, но имат редица ограничения. Формулите са скрити и непрегледни, което ги прави трудни за проследяване и проверка. Ползването на специализиран математически софтуер (например MathCAD, Mathematica и др.) решава тези проблеми, но подобно на електронните таблици, файловете не могат да бъдат защитени от копиране.

В последно време, интернет технологиите и облачните изчисления се развиват изключително динамично. Те постепенно изместват класическите десктоп приложения, поради многото предимства, които предлагат. За съжаление, разработването им изисква по-тясна специализация в областта на програмирането дори от десктоп приложенията.

ИДЕЯ ЗА НОВА СОФТУЕРНА ПЛАТФОРМА

Идеята е да се съчетаят предимствата на отделните варианти като се използват възможностите, които ни предоставят съвременните технологии. Решението е Calcpad: платформа, която позволява на строителните инженери да разработват пълноценни уеб приложения без помощта на програмисти, с лекотата на електронни таблици, но без ограниченията им, с гъвкавостта на програмен език и с мощта на математически софтуер. Calcpad ни даде възможност да разработим с минимални разходи и кратко време десетки оразмерителни приложения, които вече се използват от няколкостотин потребители. Това е възможно благодарение на предимствата, които осигурява платформата заедно с облачните технологии:

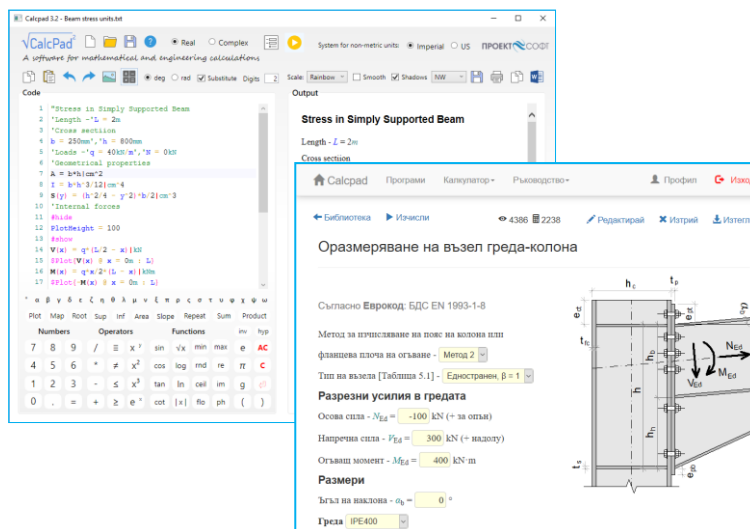
- ◆ приложенията могат да се работят директно в брауъра, без необходимост от изтегляне и инсталиране;
- ◆ софтуерът може да се предлага като услуга, с гъвкави абонаментни условия и цени, което намалява разходите на потребителите;
- ◆ отпада необходимостта от поддръжка на множество инсталации на различни компютърни конфигурации и операционни системи;
- ◆ промените в нормативната уредба се отразяват лесно в кода на програмите и мигновено стават достъпни за потребителите;
- ◆ разработването на оразмерителните програми може да се извършва от строителни инженери, без специализирани познания по програмиране;
- ◆ платформата автоматично генерира работещо уеб приложение от прост текст скрипт с формули, коментари и схеми;
- ◆ времето за разработване е значително по-кратко от необходимото за аналогично десктоп приложение и дори електронна таблица;
- ◆ автоматично се генерира уеб формуляр за попълване на необходимите входни данни от крайния потребител;
- ◆ изчисленията се документират автоматизирано в професионално оформена изчислителна записка в Html формат, която може да се отпечата директно от брауъра;
- ◆ платформата замества междинните стойности на променливите във формулите, което улеснява откриването и отстраняването на грешки;
- ◆ решението може да се разклонява чрез прости управляващи структури. Това се отразява и на съдържанието на записката, което не може да стане с електронни таблици;

◆ чрез вграждане на Html, CSS, JS и др. в коментарите, може да се добави богато и динамично оформление на формулярите и записките;

◆ чрез вграждане на SVG може да се направят динамични векторни графики, които да зависят параметрично от входните данни и резултатите от изчисленията;

◆ при дълги записки, подробните изчисления могат да се скриват или да се добави възможност за „сгъване“ и „разгъване“ на части от записката.

Системата включва собствена среда за разработка, в която може да пишете, тествате и изпълнявате Calcpad програми на собствения си компютър. Тя се разпространява безплатно за учебни цели. В допълнение, синтаксисът на Calcpad е наличен и за някои популярни текстови редактори като Notepad++. Схема на програмния редактор и готово приложение е дадена на Фиг. 1.



Фиг. 1. Схема на текстовия редактор и готово уеб приложение

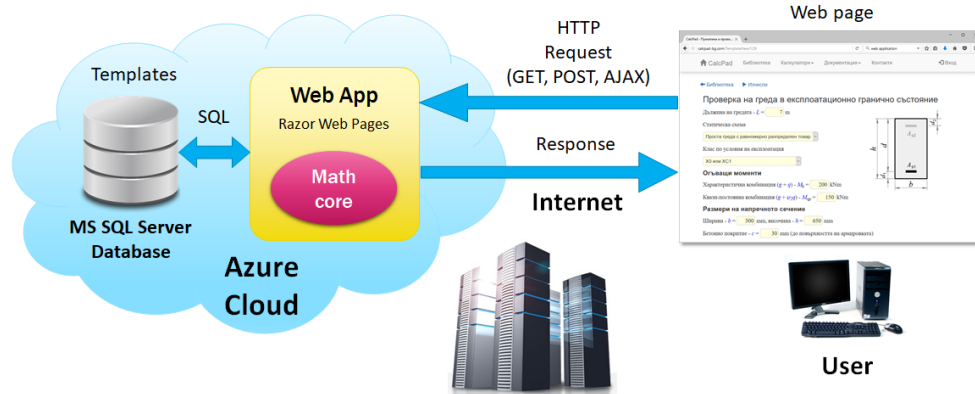
Calcpad е иновативна разработка, която синтезира съществуващи знания в областта на математиката и информатиката за създаване на нови и оригинални средства за автоматизация на инженерния труд, с използването на най-съвременни технологии. Системата съчетава възможностите на математическа изчислителна среда и генератор на изчислителна html документация по оригинален начин, който няма точен аналог към момента. Концепцията и програмната реализацията на платформата са изцяло дело на автора. Не се използват външни библиотеки или изходен код, освен базовите възможности на програмния език.

В следващите точки е дадено кратко описание на начина на работа на платформата, използваните програмни езици и технологии, както и обзорен преглед на теоретичните основи, методи и алгоритми, които са използвани при нейното разработване.

СТРУКТУРА И ПРИНЦИПНА СХЕМА НА РАБОТА

Calcpad е разработена като облачно приложение с уеб базиран интерфейс, в среда на Microsoft Azure Cloud. В основата му лежи изчислителното ядро, което осигурява необходимата математическа среда за извършване на изчисленията. То е разработено с помощта на програмен език C#. Над него стои уеб приложение, което осъществява връзката между потребителя на системата и ядрото. Изходния код на отделните Calcpad програми се съхранява в SQL база данни. При заявка за изчисляване от страна на потребителя, приложението чете кода от базата данни и го подава на изчислителното ядро. Като резултат, ядрото връща генерираната изчислителна записка в Html формат, която се изпраща обратно към потребителя. Уеб приложението е

разработено с помощта на ASP.NET Razor Pages + MS SQL Server, както и Html, CSS, Bootstrap, JS, JQuery и др. front-end технологии. Принципна схема на работа на платформата е дадена на Фиг. 2:



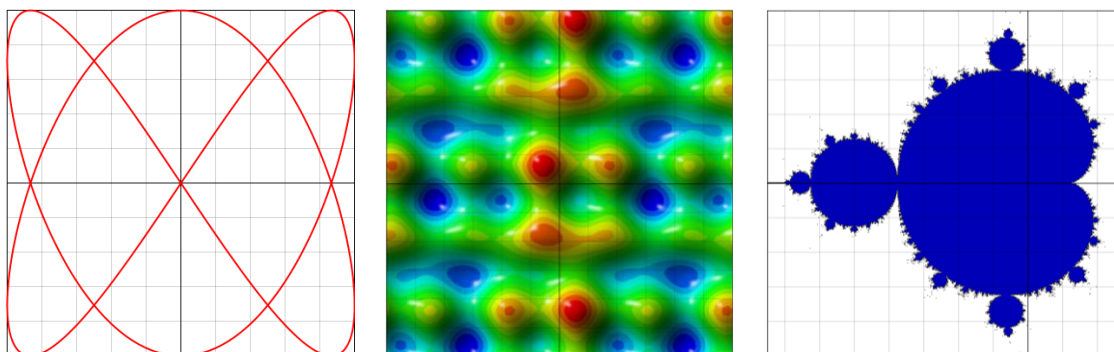
Фиг. 2. Принципна схема на работа на платформата

ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ВЪЗМОЖНОСТИ

Към настоящия момент, изчислителното ядро включва следните възможности, които са достъпни чрез вградения език на системата:

- ◆ Аритметични действия с реални и комплексни числа (оператори: \wedge , $*$, $/$, \backslash , $+$, $-$);
- ◆ Релационни изрази (оператори: \equiv , \neq , $<$, $>$, \leq , \geq);
- ◆ Дефиниране на реални и комплексни променливи (например: $a = 2.3$, $b = 2/3$, $c = 2 + 3i$);
- ◆ Библиотека от стандартни математически функции (abs, sin, cos, tan, cot, sinh, cosh, tanh, coth, asin, acos, atan, acot, asinh, acosh, atanh, acoth, log, ln, sqr (sqrt), min(x; y), max(x; y), round, floor, ceiling, re, im, phase);
- ◆ Дефиниране на потребителски функции на една или много променливи от вида $f(x, y, z, \dots) = \langle \text{израз} \rangle$;
- ◆ Числени методи: намиране на корен на уравнения от вида $f(x) = 0$, максимум и минимум на функция, числено интегриране и диференциране;
- ◆ Функции за крайни суми, произведения, редове и итерации;
- ◆ Изчертаване на графики на функции на една или две променливи (виж фиг. 3);
- ◆ Мерни единици: метрични, съгласно системата SI, както и неметрични от системата USCS или Imperial;
- ◆ Оператори за контрол на програмния поток: #if - #else if - ... - #else - #end if;
- ◆ Оператори за цикъл: #repeat - #break - #loop;

Текстът на програмата може да включва и коментари, заградени в кавички, които директно се пренасят в изчислителната записка без изменение.



Фиг. 3. Примерни графики на функции с реални и комплексни аргументи в CalcPad

ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ И ЕТАПИ НА ИЗЧИСЛЕНИЯТА

За описанието на всяка изчислителна задача се използва специално създаден за целта програмен език. Проектирането и разработването на такава система изисква познания относно формалните езици и граматика, теория на автоматите и изчислимост, числени методи и др. Първо се дефинира граматиката на езика, в нормална форма на Чомски или Бекус-Наурова форма. Определя се неговата класификация съгласно йерархията на Чомски [2], което определя и избора на средство за анализ. По дадената граматика се построява съответен автомат (концептуален модел на абстрактна машина), който се кодира като анализираща програма (parser) за дадения език. За Calcrad, това е обобщено накратко в следната таблица:

Таблица 1

Етап	Вход	Изход	Тип език	Тип граматика	Средство за анализ
Лексически анализ	Поток от символи	Поток от лексеми	Регулярен	Тип 3 (регулярна)	Краен автомат
Синтактичен анализ	Поток от лексеми	Синтактично дърво	Контекстно свободен	Тип 2 (безконтекстна)	Стеков автомат

Основните етапи, през които системата преминава за да се получи крайния резултат са следните:

1. Лексически анализ на изходния код;
2. Синтактичен анализ;
3. Преобразуване до изчислими структури;
4. Извършване на изчисленията и получаване на резултата;
5. Генериране на отчет в Html формат;

В резултат от анализа се получава и синтактично оцветяване на изходния код в текстовия редактор. Граматиката на езика е от тип LL, което позволява интерпретатора да се разработи като таблично управляем LL(1) анализатор. При аритметичните изрази вместо синтактично, се получава аритметично дърво. Изчисляването в този случай става чрез обхождане на дървото по схемата ЛДК. По удобно за програмна реализация обаче е изразът да се преобразува към обратен полски запис (RPN). Трябва да се отчетат и свойствата приоритет и асоциативност на отделните оператори, както и наличието на скоби. За целта се използва алгоритъма на маневрената станция (shunting yard algorithm), с известни модификации. Той е разработен от Е. Дейкстра за транслятора на езика Algol 60 [8].

След успешното провеждане на анализа, програмата създава вътрешни структури – списъци от изрази в RPN формат с атрибути. Изчисляването им се извършва тривиално, с помощта на стек. Използват се и допълнителни структури – речници на променливите, потребителските функции, мерните единици и др. В основата си те са реализирани като хеш таблици, поради което обръщението към всяка променлива или функция става с константна сложност. На базата на същите RPN структури се извършва и синтеза на изходния Html код за изчислителната документация, като се заместват и стойностите на променливите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложената система предоставя на строителните инженери принципно нови средства за автоматизация на инженерния труд, в два основни аспекта:

- ◆ програмен език, който съчетава функционалност за математически изчисления и автоматизирано документиране на резултатите в html формат;
- ◆ оптимизиране на времето и разходите за разработване на приложения за инженерни изчисления в облачна среда, чрез разделяне на отговорностите на инженерните и софтуерни специалисти.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Roger Jennings, "Cloud Computing with the Windows Azure Platform", Wrox, October 2009, ISBN 9780470506387
- [2] Noam Chomsky, "Three models for the description of language", IRE Transactions on Information Theory (2), 1956: 113–124. doi:10.1109/TIT.1956.1056813
- [3] Noam Chomsky, "Chapter 12: Formal Properties of Grammars", In Luce, R. Duncan; Bush, Robert R.; Galanter, Eugene (eds.). Handbook of Mathematical Psychology Vol II. John Wiley and Sons, Inc. pp. 323–418, 1963
- [4] Красимир Манев, „Увод в дискретната математика“, V-то изд., КЛМН, 2012, ISBN: 9789545351365
- [5] Станев И., К. Крачанов, В. Вълева, „Езикови процесори. Томове 1-2“, Русенски Университет “А. Кънчев”, 1998, ISBN 954-712-027-1
- [6] Michael Sipser, "Introduction to the Theory of Computation", 1st. Cengage Learning. ISBN 0-534-94728-X. "The Church-Turing Thesis (Page 130)" , 1997
- [7] Robin Hunter, “Design and Construction of Compilers (Wiley Series in Computing) 1st Edition”, John Wiley & Sons, 1982, ISBN 978-0471280545
- [8] Edsger W. Dijkstra, "Algol 60 translation: An Algol 60 translator for the x1 and Making a translator for Algol 60", Research Report 35, Mathematisch Centrum, Amsterdam, 1961

A SOFTWARE PLATFORM FOR ENGINEERING CALCULATIONS IN THE CLOUD

Nedelcho Ganchovski
proektsoft.bg@gmail.com

Proektsoft EOOD, Sofia, Peyo Yavorov blvd 34-36
BULGARIA

Key words: *cloud computing, formal languages, generative grammars, automata theory, translation, computability, lexical and syntax analyses, numerical methods, units of measurement*

Abstract: *The development of engineering calculations software, with classic desktop architecture, requires substantial amount of time and investments, tight collaboration of software and engineering experts and support of different computer configurations and operating systems. All these problems are solved by developing an innovative software platform for engineering calculations in the cloud, containing a rich set of mathematical functions, numerical methods, units of measurement etc. They are accessible through specially designed programming language for engineers without special programming skills. The description of each problem is done through formulas, texts, schemes and simple commands that are translated by the platform into working programs. It generates a user interface for data input, calculates the results and prints them in a professionally formatted calculation notes. The current paper provides a brief description of the platform's concept, architecture and working principles. The theoretical foundations, methods and algorithms used to develop the programming language and the platform itself are also discussed.*