

**Výučba matematiky  
s využitím „open source“ programov  
MAXIMA a OCTAVE**

**Ján Buša**

**Katedra matematiky  
Fakulta elektrotechniky a informatiky TU, Košice**

**Aplimat, 2007**



1/72

ApliMat

7. 2. 2007



Open Academy



Spät

Zavri



## K názvu prednášky

- **Výučba** – jedná sa skôr o víziu, ako o súčasný stav, doteraz používam prakticky jediný OSS –  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , aj keď som už vo výučbe používal Octave;





## K názvu prednášky

- **Výučba** – jedná sa skôr o víziu, ako o súčasný stav, doteraz používam prakticky jediný OSS –  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , aj keď som už vo výučbe používal Octave;
- **matematiky** – zhodou okolností vyučujem matematiku, preto budem diskutovať o využití OSS pri jej výučbe,





## K názvu prednášky

- **Výučba** – jedná sa skôr o víziu, ako o súčasný stav, doteraz používam prakticky jediný OSS – T<sub>E</sub>X, aj keď som už vo výučbe používal Octave;
- **matematiky** – zhodou okolností vyučujem matematiku, preto budem diskutovať o využití OSS pri jej výučbe,
- **s využitím „open source“ programov** – v novembri 2006 sme ukončili projekt KEGA, jeho výsledkom je 7 učebníc, ktoré nájdete na stránke [people.tuke.sk/jan.busa/kega](http://people.tuke.sk/jan.busa/kega). Veríme, že OSS je možné používať na výučbu širokej palety rôznych predmetov, nielen matematiky.





## K názvu prednášky

- **Výučba** – jedná sa skôr o víziu, ako o súčasný stav, doteraz používam prakticky jediný OSS –  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , aj keď som už vo výučbe používal Octave;
- **matematiky** – zhodou okolností vyučujem matematiku, preto budem diskutovať o využití OSS pri jej výučbe,
- **s využitím „open source“ programov** – v novembri 2006 sme ukončili projekt KEGA, jeho výsledkom je 7 učebníc, ktoré nájdete na stránke [people.tuke.sk/jan.busa/kega](http://people.tuke.sk/jan.busa/kega). Veríme, že OSS je možné používať na výučbu širokej palety rôznych predmetov, nielen matematiky.
- **Maxima** – systém počítačovej algebry (ďalej SPA), pokračovateľ systému Macsyma z konca 60-tych rokov





## K názvu prednášky

- **Výučba** – jedná sa skôr o víziu, ako o súčasný stav, doteraz používam prakticky jediný OSS –  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , aj keď som už vo výučbe používal Octave;
- **matematiky** – zhodou okolností vyučujem matematiku, preto budem diskutovať o využití OSS pri jej výučbe,
- **s využitím „open source“ programov** – v novembri 2006 sme ukončili projekt KEGA, jeho výsledkom je 7 učebníc, ktoré nájdete na stránke [people.tuke.sk/jan.busa/kega](http://people.tuke.sk/jan.busa/kega). Veríme, že OSS je možné používať na výučbu širokej palety rôznych predmetov, nielen matematiky.
- **Maxima** – systém počítačovej algebry (ďalej SPA), pokračovateľ systému Macsyma z konca 60-tych rokov
- **a Octave** – maticové laboratórium porovnateľné s jadrom programu MATLAB.





# Čo bolo cieľom projektu

- oboznámiť sa s podmienkami používania „open source“ softvéru – zamerali sme sa najmä na OSS, s voľne dostupnými binárnymi súbormi
- skúmať spôsob kompilácie otvorených zdrojových kódov
- pripraviť Live CD s nainštalovaným vybraným OSS – toto je možné pre OS Linux
- získať prehľad o dostupnom OSS – ako sa ukázalo, veľké množstvo OSS sťažuje riešenie tejto úlohy
- posúdiť najmä možnosť použitia OS programov vo výučbe – princípy: **použitelnosť**, **legálnosť**, (finančná) **dostupnosť** (aj po skončení štúdia)
- naučiť sa pracovať s vybranými aplikáciami
- pripraviť učebnice o používaní zvolených programov





# Čo cieľom projektu nebolo

- ukázať, že komerčné programy sú nekvalitné

— ak sa zoznámime s programami ako sú MATLAB, Mathematica alebo Maple musíme oceniť ich úroveň. Sú výsledkom mnohoročného úsilia veľkých kolektívov programátorov. V paralelných sekciách odznie aj tohto roku mnoho zaujímavých prednášok o ich praktickom využití a ja len ľutujem, že nie je možné vypočítať si ich všetky;







# Čo cieľom projektu nebolo

- ukázať, že komerčné programy sú nekvalitné

— ak sa zoznámime s programami ako sú MATLAB, Mathematica alebo Maple musíme oceniť ich úroveň. Sú výsledkom mnohoročného úsilia veľkých kolektívov programátorov. V paralelných sekciách odznie aj tohto roku mnoho zaujímavých prednášok o ich praktickom využití a ja len ľutujem, že nie je možné vypočítať si ich všetky;

- bojovať proti používaniu komerčných programov

— komerčné programy sú najčastejšie určené na profesionálne používanie, tomu popri ich kvalite odpovedá aj ich vysoká cena. Preto sa často používajú nelegálne. Sme za legálne používanie programov. Jedným z našich cieľov bolo ukázať, že niektoré programy s otvoreným zdrojovým kódom môžu pomôcť oboznámiť študentov so základnými princípmi používania komerčných programov.





# Súčasný stav na TU

- **MATLAB** a **SIMULINK** sa široko používajú vo výučbe nielen na FEI – na TU je oficiálne zakúpená multilicencia (snád' na 50 kusov), nie sú však zakúpené všetky nástroje (toolboxy),
- **Excel**, **Word**, **PowerPoint** – ako súčasť MS Office,
- **eXplorer** – na SjF, špeciálne povolenie od autora programu,
- **Maple** – asi jediné legálne inštalácie zakúpila naša katedra.
- rôzne **CAD** systémy, **ProEngineer**, **Cosmos**, ...

**Legálne** sa softvér používa snád' len v učebniach – ktovie, ako by to však dopadlo, keby sa spúšťal len sieťovo.





# Súčasný stav na TU

- **MATLAB** a **SIMULINK** sa široko používajú vo výučbe nielen na FEI – na TU je oficiálne zakúpená multilicencia (snáď na 50 kusov), nie sú však zakúpené všetky nástroje (toolboxy),
- **Excel**, **Word**, **PowerPoint** – ako súčasť MS Office,
- **eXplorer** – na SjF, špeciálne povolenie od autora programu,
- **Maple** – asi jediné legálne inštalácie zakúpila naša katedra.
- rôzne **CAD** systémy, **ProEngineer**, **Cosmos**, ...

**Legálne** sa softvér používa snáď len v učebniach – ktovie, ako by to však dopadlo, keby sa spúšťal len sieťovo.

Koľko študentov a učiteľov má asi **zakúpený MS Office**? Máme právo, napríklad, vyžadovať vypracovávanie záverečných prác komerčným programom MS Word? V tomto prípade sa ponúka jednoduché riešenie – prejsť na **OpenOffice.org**.





# Súčasný stav na TU

- **MATLAB** a **SIMULINK** sa široko používajú vo výučbe nielen na FEI – na TU je oficiálne zakúpená multilicencia (snáď na 50 kusov), nie sú však zakúpené všetky nástroje (toolboxy),
- **Excel**, **Word**, **PowerPoint** – ako súčasť MS Office,
- **eXplorer** – na SjF, špeciálne povolenie od autora programu,
- **Maple** – asi jediné legálne inštalácie zakúpila naša katedra.
- rôzne **CAD** systémy, **ProEngineer**, **Cosmos**, ...

**Legálne** sa softvér používa snáď len v učebniach – ktovie, ako by to však dopadlo, keby sa spúšťal len sieťovo.

Koľko študentov a učiteľov má asi **zakúpený MS Office**? Máme právo, napríklad, vyžadovať vypracovávanie záverečných prác komerčným programom MS Word? V tomto prípade sa ponúka jednoduché riešenie – prejsť na **OpenOffice.org**.

Končí sa používanie programov MATLAB, Mathematica a Maple ukončením štúdia?





# System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,





## System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,
- umožňuje vykonávanie symbolických úkonov a úprav, vrátane faktORIZÁCIE a zjednodušovania výrazov,





## System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,
- umožňuje vykonávanie symbolických úkonov a úprav, vrátane faktORIZÁCIE a zjednodušovania výrazov,
- dokáže riešiť analytické úlohy – výpočet limit, derivovanie, integrovanie, určovanie Taylorovho polynómu funkcií, výpočet súčtu radu, určenie obrazu a predmetu Laplaceovej transformácie a iné,





## System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,
- umožňuje vykonávanie symbolických úkonov a úprav, vrátane faktORIZÁCIE a zjednodušovania výrazov,
- dokáže riešiť analytické úlohy – výpočet limit, derivovanie, integrovanie, určovanie Taylorovho polynómu funkcií, výpočet súčtu radu, určenie obrazu a predmetu Laplaceovej transformácie a iné,
- dokáže riešiť obyčajné diferenciálne rovnice 1. a 2. rádu (vrátane začiatočných a okrajových úloh) a sústavy lineárnych diferenciálnych rovníc s konštantnými koeficientmi,







## System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,
- umožňuje vykonávanie symbolických úkonov a úprav, vrátane faktORIZÁCIE a zjednodušovania výrazov,
- dokáže riešiť analytické úlohy – výpočet limit, derivovanie, integrovanie, určovanie Taylorovho polynómu funkcií, výpočet súčtu radu, určenie obrazu a predmetu Laplaceovej transformácie a iné,
- dokáže riešiť obyčajné diferenciálne rovnice 1. a 2. rádu (vrátane začiatočných a okrajových úloh) a sústavy lineárnych diferenciálnych rovníc s konštantnými koeficientmi,
- umožňuje vytváranie grafov funkcií jednej a dvoch premenných, napríklad využitím programu Gnuplot,





## System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,
- umožňuje vykonávanie symbolických úkonov a úprav, vrátane faktORIZÁCIE a zjednodušovania výrazov,
- dokáže riešiť analytické úlohy – výpočet limit, derivovanie, integrovanie, určovanie Taylorovho polynómu funkcií, výpočet súčtu radu, určenie obrazu a predmetu Laplaceovej transformácie a iné,
- dokáže riešiť obyčajné diferenciálne rovnice 1. a 2. rádu (vrátane začiatočných a okrajových úloh) a sústavy lineárnych diferenciálnych rovníc s konštantnými koeficientmi,
- umožňuje vytváranie grafov funkcií jednej a dvoch premenných, napríklad využitím programu Gnuplot,
- spolu s prostredím wxMaxima (v OS Linux aj eMaxima) uľahčuje riešenie úloh,





# System počítačovej algebry **Maxima**:

- je interaktívne prostredie na riešenie rôznych matematických úloh,
- umožňuje vykonávanie symbolických úkonov a úprav, vrátane faktORIZÁCIE a zjednodušovania výrazov,
- dokáže riešiť analytické úlohy – výpočet limít, derivovanie, integrovanie, určovanie Taylorovho polynómu funkcií, výpočet súčtu radu, určenie obrazu a predmetu Laplaceovej transformácie a iné,
- dokáže riešiť obyčajné diferenciálne rovnice 1. a 2. rádu (vrátane začiatočných a okrajových úloh) a sústavy lineárnych diferenciálnych rovníc s konštantnými koeficientmi,
- umožňuje vytváranie grafov funkcií jednej a dvoch premenných, napríklad využitím programu Gnuplot,
- spolu s prostredím wxMaxima (v OS Linux aj eMaxima) uľahčuje riešenie úloh,
- zobrazuje výsledky v rôznych formátoch, umožňuje ukladať výsledky práce, napríklad aj vo formáte zdrojového súboru  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ .





## Program Maxima

- **nedosahuje** 100%-nú úroveň programov Maple resp. Mathematica – ťažko povedať, v čom zaostáva, na to by som musel byť skúseným používateľom všetkých 3 programov (grafika?, manipulácia s výrazmi?),





## Program Maxima

- **nedosahuje 100%-nú úroveň** programov Maple resp. Mathematica – ťažko povedať, v čom zaostáva, na to by som musel byť skúseným používateľom všetkých 3 programov (grafika?, manipulácia s výrazmi?),
- **nemá k dispozícii množstvo študijnej literatúry** – na rozdiel od programov Maple a Mathematica. Na začiatok sa dá použiť aj naša učebnica [13]; tu je široké pole pre ďalších autorov, dajú sa tiež použiť učebnice M/M,





## Program Maxima

- **nedosahuje 100%-nú úroveň** programov Maple resp. Mathematica – ťažko povedať, v čom zaostáva, na to by som musel byť skúseným používateľom všetkých 3 programov (grafika?, manipulácia s výrazmi?),
- **nemá k dispozícii množstvo študijnej literatúry** – na rozdiel od programov Maple a Mathematica. Na začiatok sa dá použiť aj naša učebnica [13]; tu je široké pole pre ďalších autorov, dajú sa tiež použiť učebnice M/M,
- **je napriek uvedenému vhodný** na použitie vo výučbe na stredných a vysokých školách, aj ako užitočná pomôcka vedeckých pracovníkov – jeho prostredie je porovnateľné s prostrediami M/M, podobné sú aj príkazy a celková filozofia,





## Program Maxima

- **nedosahuje** 100%-nú úroveň programov Maple resp. Mathematica – ťažko povedať, v čom zaostáva, na to by som musel byť skúseným používateľom všetkých 3 programov (grafika?, manipulácia s výrazmi?),
- **nemá k dispozícii množstvo študijnej literatúry** – na rozdiel od programov Maple a Mathematica. Na začiatok sa dá použiť aj naša učebnica [13]; tu je široké pole pre ďalších autorov, dajú sa tiež použiť učebnice M/M,
- **je napriek uvedenému vhodný** na použitie vo výučbe na stredných a vysokých školách, aj ako užitočná pomôcka vedeckých pracovníkov – jeho prostredie je porovnateľné s prostrediami M/M, podobné sú aj príkazy a celková filozofia,
- sa na rozdiel od programov M/M alebo Derive **dá legálne bezplatne získať a používať** aj po ukončení štúdia.





V štvrtej kapitole učebnice [13] sú postupne uvedené úlohy, ktoré sa bežne riešia v predmetoch Matematická analýza I a II na technických, prírodovedných a ekonomických fakultách. Výučbu je možné organizovať, napríklad, tak, že sa každé tretie cvičenie uskutočňuje pri počítači. Študenti by asi mali najprv získať základné návyky riešenia úloh bez počítača. Na úrovni bakalárskeho a možno aj inžinierskeho štúdia však nemá zmysel venovať sa „ručnému“ riešeniu komplikovanejších úloh – po zvládnutí základov je možné uviesť aj počítačové riešenie analytických úloh.







V štvrtej kapitole učebnice [13] sú postupne uvedené úlohy, ktoré sa bežne riešia v predmetoch Matematická analýza I a II na technických, prírodovedných a ekonomických fakultách. Výučbu je možné organizovať, napríklad, tak, že sa každé tretie cvičenie uskutočňuje pri počítači. Študenti by asi mali najprv získať základné návyky riešenia úloh bez počítača. Na úrovni bakalárskeho a možno aj inžinierskeho štúdia však nemá zmysel venovať sa „ručnému“ riešeniu komplikovanejších úloh – po zvládnutí základov je možné uviesť aj počítačové riešenie analytických úloh.

**Príklad.** *Vypočítajme Taylorov polynóm 5. stupňa so stredom v bode  $x_0 = 0$  funkcie*

$$f(x) = \frac{\sin(x^2)}{x^2 + 2x + 3}.$$





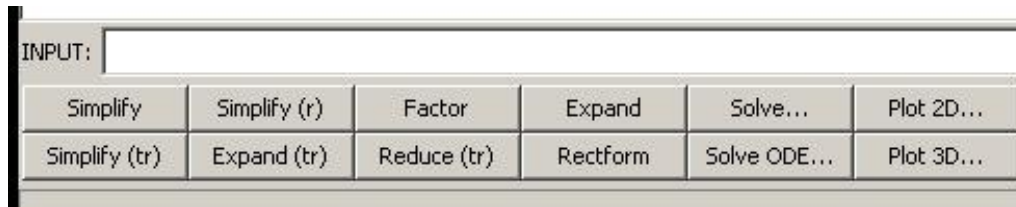
Riešenie. V programe Maxima použijeme funkciu `taylor`:

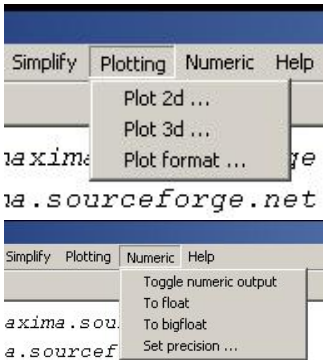
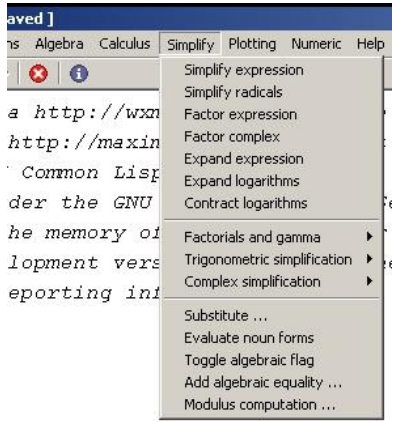
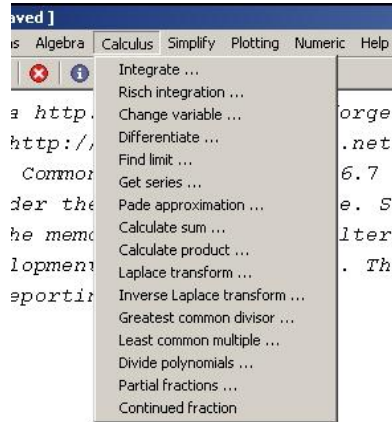
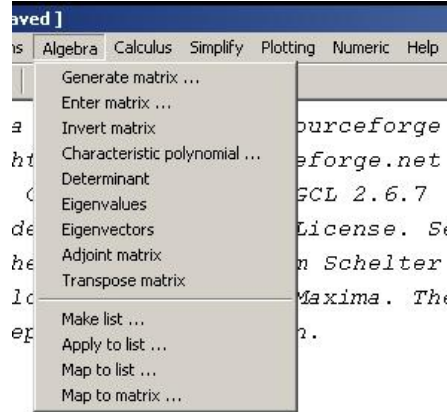
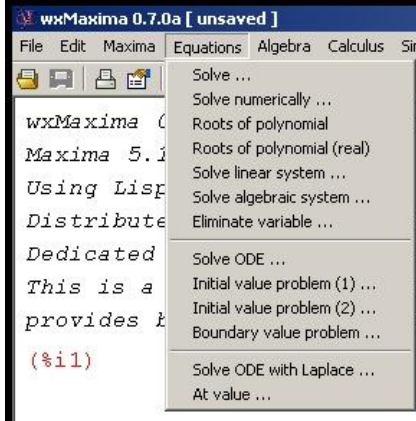
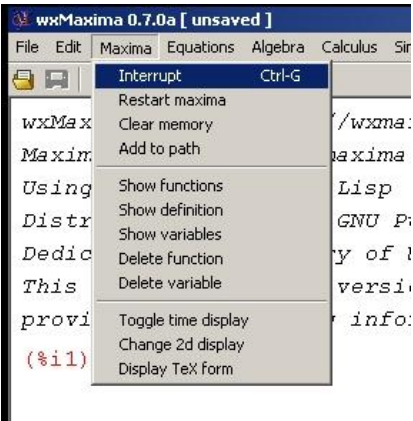
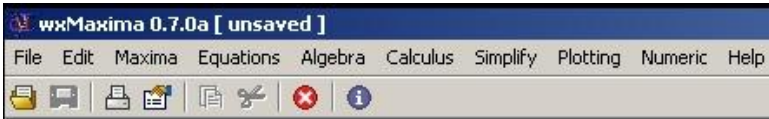
```
(%i22) taylor(sin(x^2)/(x^2+2*x+3),x,0,5);
```

```
(%o22) 
$$\frac{x^2}{3} - \frac{2x^3}{9} + \frac{x^4}{27} + \frac{4x^5}{81} + \dots$$

```

Tento príklad ukazuje, že nielen na úrovni bakalárskeho štúdia je niekedy užitočné použiť systém počítačovej algebry a získať tak čas na štúdium dôležitejších častí predmetu. Hoci dobrý študent by teoreticky mal zvládnuť výpočet danej úlohy, na ktorej riešenie je potrebná prakticky len znalosť pravidiel derivovania, časová náročnosť jej riešenia je veľká aj pre pedagóga.





(GCL) GCL 2.6.7 (aka GCL)





# Maticové laboratórium **Octave**

Máloktorý učiteľ a študent technickej univerzity nepočul nič o programe MATLAB. Tento vynikajúci program, má však jednu veľkú nevýhodu, ktorou je jeho cena. Navyše, každý rozširujúci nástroj (toolbox) je potrebné zvlášť dokúpiť. Vo výučbe predmetov **Lineárna algebra**, **Numerická matematika**, **Pravdepodobnosť a matematická štatistika** je možné MATLAB nahradiť OSS programom **Octave** (prípadne programom **Pylab** alebo **Scilab**).

11/72

ApliMat

7. 2. 2007

Slovak  
Open Source  
Initiative  
<http://www.skossl.org>

Spät

Zavri



# Maticové laboratórium Octave

Máloktorý učiteľ a študent technickej univerzity nepočul nič o programe MATLAB. Tento vynikajúci program, má však jednu veľkú nevýhodu, ktorou je jeho cena. Navyše, každý rozširujúci nástroj (toolbox) je potrebné zvlášť dokúpiť. Vo výučbe predmetov **Lineárna algebra**, **Numerická matematika**, **Pravdepodobnosť a matematická štatistika** je možné MATLAB nahradiť OSS programom **Octave** (prípadne programom **PyLab** alebo **Scilab**). **Program Octave poskytuje:**

- interaktívne prostredie na riešenie rôznych úloh numerickej matematiky, vrátane spracovania experimentálnych údajov,
- možnosť efektívne pracovať s maticami,
- veľké množstvo maticových operácií a funkcií, interface vyššej úrovne k mnohým knižniciam numerickej matematiky, napríklad k LAPACKu alebo BLASu,
- programovací jazyk, prakticky kompatibilný s jazykom používaným systémom MATLAB,
- možnosť vytvárania grafických výstupov.





## Program Octave:

- *nemá* grafické užívateľské prostredie ako MATLAB,
- *nemá* ani takú širokú škálu *nástrojov* (toolboxov) ako MATLAB, napríklad,
- *neumožňuje* symbolické výpočty,
- *neposkytuje* ani také možnosti ako SIMULINK.





## Program Octave:

- *nemá* grafické užívateľské prostredie ako MATLAB,
- *nemá* ani takú širokú škálu *nástrojov* (toolboxov) ako MATLAB, napríklad,
- *neumožňuje* symbolické výpočty,
- *neposkytuje* ani také možnosti ako SIMULINK.

Syntax programu Octave je prakticky zhodná so syntaxou MATLABu. Preto je možné Octave používať napríklad v predmetoch, kde je väčší počet študentov (medzi ktoré patria aj predmety uvedené vyššie) a v prípade odborných predmetov s menším počtom študentov používať MATLAB.





## Program Octave:

- *nemá* grafické užívateľské prostredie ako MATLAB,
- *nemá* ani takú širokú škálu *nástrojov* (toolboxov) ako MATLAB, napríklad,
- *neumožňuje* symbolické výpočty,
- *neposkytuje* ani také možnosti ako SIMULINK.

Syntax programu Octave je prakticky zhodná so syntaxou MATLABu. Preto je možné Octave používať napríklad v predmetoch, kde je väčší počet študentov (medzi ktoré patria aj predmety uvedené vyššie) a v prípade odborných predmetov s menším počtom študentov používať MATLAB.

**Príklad.** *Určme riešenie nasledujúcej sústavy lineárnych algebrických rovníc:*

$$\begin{aligned}x_1 + 2x_2 + 3x_3 &= 8, \\2x_1 + 4x_2 + 6x_3 &= 16, \\3x_1 + 6x_2 + 9x_3 &= 24.\end{aligned}\tag{1}$$







Pravú stranu sme získali vynásobením matice sústavy vektorom

$$x = (1, -1, 3)^T.$$

**Riešenie.** Použijeme *singulárny rozklad matice sústavy*.

```
Matice:89> A=[1 2 3;2 4 6;3 6 9]
```

```
A =
```

```
    1    2    3
    2    4    6
    3    6    9
```

```
Matice:90> [U,S,V]=svd(A)
```

```
U =
```

```
-0.26726  0.95351 -0.13922
-0.53452 -0.26690 -0.80190
-0.80178 -0.13990  0.58101
```

```
S =
```

```
1.0e+01 *
1.40000  0.00000  0.00000
0.00000  0.00000  0.00000
0.00000  0.00000  0.00000
```

```
V =
```

```
-0.26726  0.76530  0.58557
-0.53452 -0.62336  0.57071
-0.80178  0.16047 -0.57567
```





```
Matice:91> x=[1,-1,3]'; b=A*x
b =
      8
     16
     24
```

Podľa matice  $S$  vidíme, že matica  $A$  má dve nulové singulárne čísla. Ak označíme  $v_2$  a  $v_3$  druhý a tretí stĺpec matice  $V$  – tieto vektory tvoria bázu jadra matice sústavy, tak všeobecné riešenie uvažovanej sústavy bude mať tvar  $x = x_n + t_1 \cdot v_2 + t_2 \cdot v_3$ , kde  $t_1, t_2 \in \mathbb{R}$  sú ľubovoľné reálne parametre.

```
Matice:92> xn=pinv(A)*b
xn =
  0.57143
  1.14286
  1.71429
Matice:93> v2=V(:,2),v3=V(:,3)
v2 =
  0.76530
 -0.62336
  0.16047
v3 =
  0.58557
  0.57071
 -0.57567
```





```
Matrice:94> [A*(xn+v2-3*v3) A*(xn-11*v2+7*v3) A*(xn+6*v2-13*v3)]
ans =
  1.0e+01 *
  0.80000  0.80000  0.80000
  1.60000  1.60000  1.60000
  2.40000  2.40000  2.40000
```

Sústavu sme riešili najprv pomocou pseudoinverznej matice  $A^+$ , použitím funkcie `pinv`. Vidíme, že pre tri rôzne dvojice parametrov  $(t_1, t_2)$  dostávame rovnaké pravé strany. Určme ešte hodnoty parametrov, ktoré odpovedajú zvolenému vektoru  $x$ :

```
Matrice:95> t=pinv([v2,v3])*(x-xn)
t =
  1.87007
 -1.71214
Matrice:96> xn+t(1)*v2+t(2)*v3
ans =
  1.00000
 -1.00000
  3.00000
```





# Záver

- Aj veľmi kvalitné **komerčné programy**, akými sú MATLAB, Mathematica a Maple, **je možné** predovšetkým v masovej výučbe, prípadne v nižších stupňoch vzdelávania, **nahradiť OSS** – k dispozícii sú Maxima, Octave, Pylab, Scilab, R a mnohé ďalšie;





# Záver

- Aj veľmi kvalitné **komerčné programy**, akými sú MATLAB, Mathematica a Maple, **je možné predovšetkým v masovej výučbe, prípadne v nižších stupňoch vzdelávania, nahradiť OSS** – k dispozícii sú Maxima, Octave, Pylab, Scilab, R a mnohé ďalšie;
- nasadením OSS (v kombinácii s operačným systémom GNU/Linux) **je možné ušetriť nezanedbateľné finančné prostriedky a poskytnúť učiteľom i študentom programy, ktoré môžu využívať aj mimo školy;**





## Záver

- Aj veľmi kvalitné **komerčné programy**, akými sú MATLAB, Mathematica a Maple, **je možné predovšetkým v masovej výučbe, prípadne v nižších stupňoch vzdelávania, nahradiť OSS** – k dispozícii sú Maxima, Octave, Pylab, Scilab, R a mnohé ďalšie;
- nasadením OSS (v kombinácii s operačným systémom GNU/Linux) **je možné ušetriť nezanedbateľné finančné prostriedky a poskytnúť učiteľom i študentom programy, ktoré môžu využívať aj mimo školy;**
- otázkou ostáva, či sa nájde dostatok učiteľov, ktorí **začnú postupne využívať OSS**. Pridáte sa?





## Záver

- Aj veľmi kvalitné **komerčné programy**, akými sú MATLAB, Mathematica a Maple, **je možné** predovšetkým v masovej výučbe, prípadne v nižších stupňoch vzdelávania, **nahradiť OSS** – k dispozícii sú Maxima, Octave, Pylab, Scilab, R a mnohé ďalšie;
- nasadením OSS (v kombinácii s operačným systémom GNU/Linux) **je možné ušetriť nezanedbateľné finančné prostriedky a poskytnúť učiteľom i študentom programy, ktoré môžu využívať aj mimo školy;**
- otázkou ostáva, či sa nájde dostatok učiteľov, ktorí **začnú postupne využívať OSS**. Pridáte sa?

Táto práca vznikla s podporou grantovej agentúry **KEGA** v rámci riešenia projektu 3/2158/04 „**Využitie Open source softvéru vo výučbe na vysokých školách**“.





# Literatúra

- [1] Glöckner, R.: *Einführung in Maxima*, 2006, 23 s.
- [2] Gräbe, H.-G.: *Skript zum Kurs Einführung in das symbolische Rechnen*, Wintersemester 2004/2005, Institut für Informatik, Leipzig, 158 s., <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebe>.
- [3] *Micro introduction into Maxima*, Computing Harvard Math department, online na <http://www.math.harvard.edu/computing/maxima/>.
- [4] Rand, R. H.: *Introduction to Maxima*, Cornell University, 2005.
- [5] *Maxima Manual*, 2006, 461 s.
- [6] *Maxima Manual*, online na <http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/en/maxima.html>, 2006.
- [7] Souza, P. N. de – Fateman, R. J. – Moses, J. – Yapp, C.: *The Maxima Book*, 2004, 154 s.







- [8] Stopka M. *Hra s písmenky wxMaxima*, ABC Linuxu, 18. 5. 2006, <http://www.abclinuxu.cz/clanky/programovani/hra-s-pismenky-wxmaxima>.
- [9] Eaton, J. W.: *GNU Octave Manual*, Network Theory Limited, ISBN: 0-9541617-2-6, 1997, 324 s.
- [10] Eaton, J. W.: *GNU Octave. A high-level interactive language for numerical computations*, <http://pcmap.unizar.es/softpc/OctaveManual.pdf>, 1997.
- [11] Eaton, J. W.: *GNU Octave Manual. A high-level interactive language for numerical computations*, Edition 3 for Octave version 2.0.13, online na stránke <http://www.network-theory.co.uk/docs/octave/>, 1997.
- [12] Just, M.: *Octave. Český průvodce programem*, <http://www.octave.cz/>, 2006.





- [13] Buša, J.: *Maxima. Open source systém počítačovej algebry*, ISBN 80-8073-640-5, 2006, 92 s. (obrazková verzia – ISBN 80-8073-641-3).
- [14] Buša, J.: *Octave. Rozšírený úvod*, ISBN 80-8073-595-6, 2006, 107 s. (obrazková verzia – ISBN 80-8073-596-4).
- [15] Doboš, J.: *Gnuplot*, ISBN 80-8073-636-7, 2006, 55 s. (obrazková verzia – ISBN 80-8073-637-5).
- [16] Kaukič, M.: *Základy programovania v Pylabe*, ISBN 80-8073-634-0, 2006, 59 s. (ISBN 80-8073-635-9).
- [17] Popovec, P.: *Balíčkovací systém pre programové vybavenie počítačov*, obrazková verzia – ISBN 80-8073-693-6, 2006, 83 s.
- [18] Pribiš, J.: *Scilab*, ISBN 80-8073-654-5, 2006, 76 s. (obrazková verzia – ISBN 80-8073-655-3).
- [19] Ševčovič, L.: *Programy na spracovanie a vizualizáciu experimentálnych údajov*, ISBN 80-8073-638-3, 2006, 74 s. (obrazková verzia – ISBN 80-8073-639-1).



Thank You for Your attention!

Спасибо за внимание!

あなたの注意をありがとう Shaji, shai!

Shnorhakalutjun ushadrutjan hamar!

Grazie!

Ďakujem Vám za pozornosť!

Xiè xie!



20/72

ApliMat

7. 2. 2007



Spät

Zavri