

A0B17MTB – Matlab

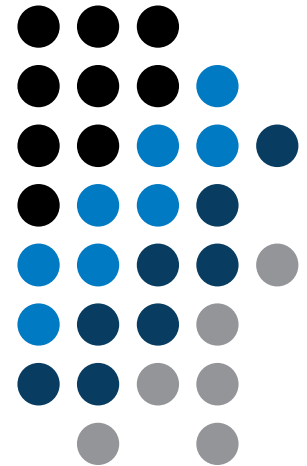
Úvod

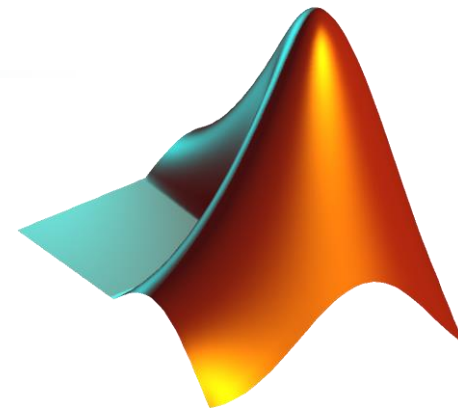


Miloslav Čapek
miloslav.capek@fel.cvut.cz

Filip Kozák, Viktor Adler

Katedra elektromagnetického pole
B2-626, Dejvice





Co je MATLAB?

Proč se učit MATLAB?

Podrobnosti kurzu A0B17MTB

Doporučená literatura, další zdroje

První kroky v MATLABu

Co je to MATLAB?



MATLAB je...

- programovací jazyk vyšší úrovně
- interpretační jazyk
 - určen zejm. pro numerické výpočty (ale obsahuje i MuPAD symbolické jádro)
- koncepce: jádro + tzv. toolboxy + uživatelské funkce → široké využití
 - rozsáhlé možnosti propojení s dalšími aplikacemi (Java, C++, .NET, Excel, fyzikální a multifyzikální simulační nástroje)
- rychlost (správně napsaného) algoritmu se blíží rychlosti v C++
- excelentní pro „fast prototyping“
 - Matlab nevyžaduje deklaraci proměnných
- multilicence pro několik VŠ (včetně ČVUT)
 - platná i pro studenty!
 - `download.cvut.cz` + hlavní přístupové heslo
 - `fel.cvut.cz` → počítačová síť → Multilicence software na ČVUT

Proč se učit MATLAB?

- Matlab je celosvětový standard
- využívá ho více než 3500 univerzit po celém světě
- licence vlastní tisíce velkých firem z oblasti letectví, biotechnologie, elektrotechniky, kybernetiky, strojírenství, finančnictví, ...
- ze znalosti Matlabu budete těžit v mnoha předmětech na FEL, ale i v pozdější praxi

Kde využijete MATLAB při studiu FEL?

- zpracování dat a jejich vizualizace v rámci laboratorních cvičení
- vypracování seminárních a závěrečných prací (BP / DP)
- práce na cvičení v předmětech (signály, algoritmizace, ...)
- ověřování látky (matematické a fyzikální předměty na FEL, teorie elektromagnetického pole, ...)

- v případě studia v zahraničí (Erasmus, Sokrates) velké plus

⇒ „fšude“ :)

Historický vývoj MATLABu

- 70. léta
 - Cleve Moler, Matlab využíván místo Fortranu
 - MATrix LABoratory → matice je základní datová struktura
 - syntax založena na Fortranu
- 1983
 - Jack Little přepisuje Matlab v C
 - přidána nová funkcionality a nové matematické knihovny
- 1984 (Matlab je doposud zdarma!)
 - založena společnost MathWorks
 - <http://www.mathworks.com/>
- 2004
 - Matlab využívá více než 1 milion aktivních uživatelů
- nyní...
 - ... nejnovější verze Matlabu je R2015a
 - lokální distribuce: Humusoft

Viz také: <http://www.mathworks.com/company/aboutus/founders/clevemoler.html>

Alternativy MATLABu

- Fortran – většina knihoven stále ve Fortranu, využíván zejm. fyziky
- Python – zdarma, rychlý a intuitivní, např. Spyder se podobou a funkcionalitou blíží Matlabu
- Mathematica – symbolické i numerické výpočty, výborné symbolické jádro, rozsáhlé možnosti, zejm. pro matematiky a fyziky
- Maple – symbolické i numerické výpočty
- MathCad – určený pro numerické i symbolické výpočty, mírně zastaralý
- Octave – zdarma, syntax i funkcionalita podobná Matlabu, není tak rozsáhlý, lze snadno spustit na smartphone
- R – zdarma, určený dominantně pro statistické účely
- Scilab – Matlabu je blíže než Octave, otevřená dokumentace
- Derive – malý, rychlý, lze rozběhnout i na Casio kalkulačce

Alternativy MATLABu

- Matlab vs. C/C++
 - záleží na určení kódu
 - C/C++ obecně rychlejší, na druhou stranu Matlab má implicitní paralel. atp.
 - obecná zásada: na vše krom komerčního zkompilovaného kódu je Matlab více než vhodný (zvláště od Matlab 6.5 výše: JIT + Real-Time Type Analysis)
- Matlab vs. Fortran
 - Matlab má širší podporu, intuitivnější syntax
 - rychlost dobře napsaného kódu je (zpravidla, přinejmenším) srovnatelná
 - Fortran již na ústupu
- Matlab vs. Python
 - Matlab má výraznou podporu díky MathWorks
 - Python zcela zdarma, pozor na některou funkcionalitu, ale je na vzestupu

A0B17MTB

- 13 týdnů (14. týden je rezerva)
 - 10 bloků s novou teorií
- **podmínky zápočtu:**
 - odevzdání projektu (v předposledním výukovém týdnu semestru)
 - test (min. 50%, v předposledním týdnu)
 - navíc dvě malé písemky v semestru, lze z nich získat bonus
 - max. 2 absence
 - cvičení si lze v případě volné kapacity nahradit jakýkoliv den v týdnu (krom PA)
- může se stát, že ne vše stihneme – důraz je kladen na pochopení a zvládnutí základů
 - pro pokročilé / zvědavé jsou připraveny bonusové slajdy

Datové typy

Běh programu

Vizualizace

Relační a logické operátory

Maticové operace

Uživatelské skripty a funkce

Numerické metody

Symbolická matematika

A0B17MTB – něco navíc / pro pokročilé

- slajdy navíc / pro pokročilé s tmavým pozadím

	EuCAP													
Pondělí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Čapek	P	P	P	P	Z	Z	Z	P	EuCAP			P	P	odpadne (rezerva)
Kozák								Z	P	P	P	Z	Z	
Adler			Z	Z	P	P	P		Z					
Valtr	Z	Z							EuCAP	Z	Z			
Úterý														
Čapek	P	P	P	P				P	EuCAP	Z		P	P	
Kozák	Z	Z							P	P	P			
Adler			Z	Z	P	P	P		Z					
Valtr					Z	Z	Z	Z	EuCAP		Z	Z	Z	
Středa														
Čapek	P	P	P	P				P	EuCAP		Z	P	P	
Kozák	Z							Z	P	P	P	Z	Z	
Adler			Z	Z	P	P	P		Z					
Valtr		Z			Z	Z	Z		EuCAP	Z				

Datové typy

Běh programu

Vizualizace

Relační a logické operátory

Maticové operace

Uživatelské skripty a funkce

Numerické metody

Symbolická matematika

A0B17MTB – Osnova

1	Úvod, informace o předmětu, start a pracovní prostředí MATLABu, základní aritmetické operátory, základní funkce
2	Komplexní čísla, tvorba složitějších matic, operace nad maticemi, operace po prvcích, úvod do vektorizace, rozměr matic
3	Indexace, velikost a typ dat, formát výsledků, MATLAB Editor, tvorba skriptů
4	Cykly, relační a logické operátory, cykly vs. vektorizace, větvení programu #1
5	Větvení programu #2, vizualizace v MATLABu #1, ladění běhu programu #1
6	Množinové operace, tříděný prvků, vyhledávání prvků, uživatelské funkce #1
7	Uživatelské funkce (hlavní, vedlejší, zanořené, anonymní funkce)
8	Textové řetězce, funkce eval a feval, MATLAB path
9	Vizualizace v MATLABu #2, GUI #1
10	GUI #2
11	Časové funkce, ošetření chyb, cell, struct, I/O, základy symbolických výpočtů
12	MATLAB profile, p-code, numerická přesnost, publikace kódu, čistota a styl kódu v MATLABu
13	Ucelené příklady na procvičení , test
14	/rezerva – svátky, atp./

A0B17MTB – Důležité termíny

1	výzva na předložení vlastních projektů
2	
3	seznam projektů, diskuze o vlastních tématech
4	výběr projektu, <i>malá písemka (cca. 10-15 minut), úkolem bude vyřešit zadaný problém v Matlabu</i>
5	
6	
7	
8	<i>malá písemka (cca. 10-15 minut), úkolem bude vyřešit zadaný problém v Matlabu</i>
9	
10	
11	
12	
13	<i>odevzdání projektů (předposlední výukový týden semestru), test</i>
14	vyhodnocení testu, zápočty

A0B17MTB – Zásady

- úkolem je Vás něco naučit – nestíháte-li / nerozumíte-li, ozvěte se
- máte-li nápad / návrh, jak daný problém vyřešit efektivněji, navrhněte ho
- může se stát, že odpověď ihned nevíme (aneb nikdo neví vše), odpovíme Vám na příští hodině

Co zvládnete po absolvování kurzu?

PSOptimizer

Line	x-dat
1	1
2	0.1
3	0.2
4	0.3
5	0.4
6	0.5
7	0.6
8	0.7
9	0.8
10	0.9
11	
12	1.1
13	1.2
14	1.3
15	1.4
16	1.5
17	1.6
18	1.7000 0.5368
19	1.8000 0.5725
20	1.9000 0.6161
21	2 0.6897

Iterations: 50
 Agents per iter.: 20
 total funEvals: 1000
 fitness function: fitnessFunction
 number of dim: 2, wall: invisible

$c1 = 2, c2 = 2, inertDec = 0.013514$
 $minWeight = 0.4, maxWeight = 0.9$

Actual iter.: 4
 funEvals complete: 80
 first gBest: -159.5078
 actual gBest: -159.5078

Elapsed time: 0.427s
 Remaining time: 4.9105s

PSO postprocessing

Iter.: 0 Best: - Disper.: - Ag out: -

PSO Settings:
 popul.size: 20
 iteration: 50
 $c1: 2, c2: 2$
 min weight: 0.4
 max weight: 0.9
 wall type: invisible

best solution:
 Value: -176.0575
 $x1 = -1.3162$
 $x2 = -1.4268$

Run movie
 Stop movie
 Clear
 EXIT

Příklad2

Viditelnost

Zobraz pozici myši

X-pozice: 335 Y-pozice: 156

Konec

3D plot of fitness landscape (Hodnota funkce Levy 5) vs x and y coordinates.

Convergence plot of fitness function value (Hodnota funkce Levy 5) vs Iterace (0 to 100).

Doporučená literatura, zdroje

- dokumentace Matlabu

```
>> doc % otevře nápovědu
```

- základní učebnice Matlabu na webu (tzv. primery)

- www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf
- <http://artax.karlin.mff.cuni.cz/~beda/cz/matlab/primer.cz/matlab-primer.html>

- Attaway, S.: Matlab – A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, 3rd ed.

- k dispozici

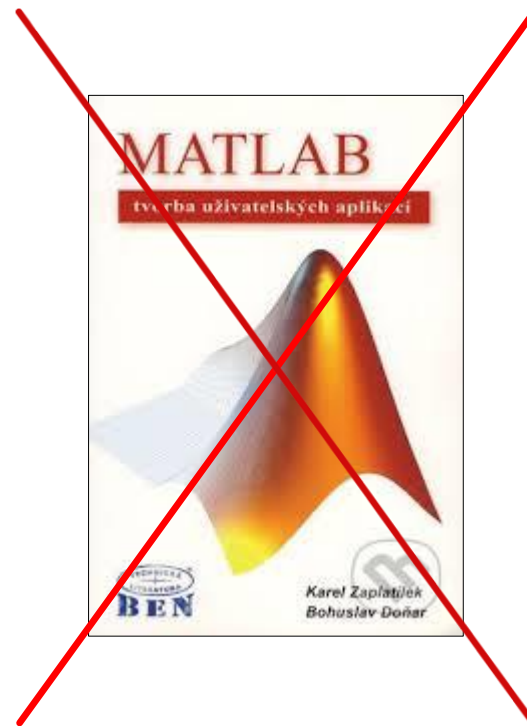
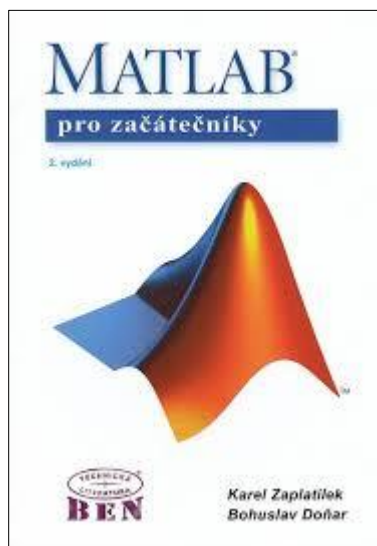
- Hahn, B. H., Valentine, D. T.: Essential Matlab, 5th Ed.

- k dispozici

- a další ...

Částečně doporučená literatura

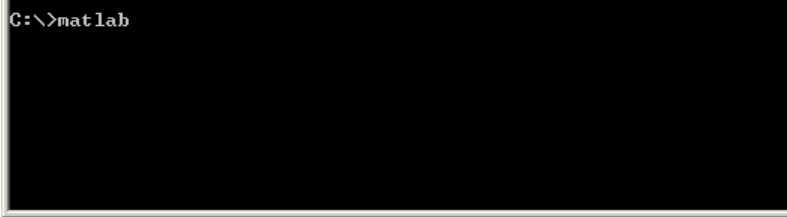
- ✓ Zaplatílek, Doňar: MATLAB – Pro začátečníky



- ✗ Zaplatílek, Doňar: MATLAB – Tvorba uživatelských aplikací – 2. díl

Start Matlabu



- příkazová řádka
 - `matlab`
- 
- Matlab lze spustit i s řadou doplňujících parametrů (viz dále)
 - `matlab -r "test(10)"`
 - podle verze až 500MB v RAM (win7) na jedno `matlab` vlákno

Úvodní popis prostředí (R2011b a starší)

The screenshot shows the MATLAB 7.11.0 (R2010b) environment. The interface is divided into several panes:

- Current Folder:** Shows a file explorer view of the current directory, containing various MATLAB scripts and folders. A red circle with the number 4 is placed over the file list.
- Command Window:** Displays the current workspace path and execution status. A red circle with the number 1 is placed over the text "Keep on working...".
- Workspace:** Shows the current workspace variables and their values. A red circle with the number 2 is placed over the workspace table.
- Command History:** Shows a list of previously executed commands. A red circle with the number 3 is placed over the command history list.
- Details:** A pane at the bottom left for viewing file details. A red circle with the number 5 is placed over the "Select a file to view details" text.
- Taskbar:** The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and system tray. A red circle with the number 7 is placed over the Start button, and a red circle with the number 8 is placed over the system tray area.
- Window Title Bar:** A red circle with the number 6 is placed over the title bar of the MATLAB window.

Úvodní popis prostředí (>R2011b)

The screenshot shows the MATLAB R2013a environment with several windows and callouts:

- Callout 1:** Points to the Command Window where the following code is executed:

```
>> A = [-1 1; 1 -2];  
B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];  
  
A =  
    -1     1  
     1    -2  
  
B =  
     1     2     3  
     4     5     6  
     7     8     9  
  
>> a = 1;  
b = 5;  
  
a =  
     1  
  
>> c = [1 0 0];  
d = [0;0;1];  
  
c =  
     1     0     0  
  
d =  
     0  
     0  
     1  
  
fx>>
```
- Callout 2:** Points to the Workspace window, which displays the following table:

Name	Value	Min	Max
A	[-1 1 -2]	-2	1
B	[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]	1	9
a	1	1	1
b	5	5	5
c	[1 0 0]	0	1
d	[0;0;1]	0	1
- Callout 3:** Points to the Command History window, which shows the following commands:

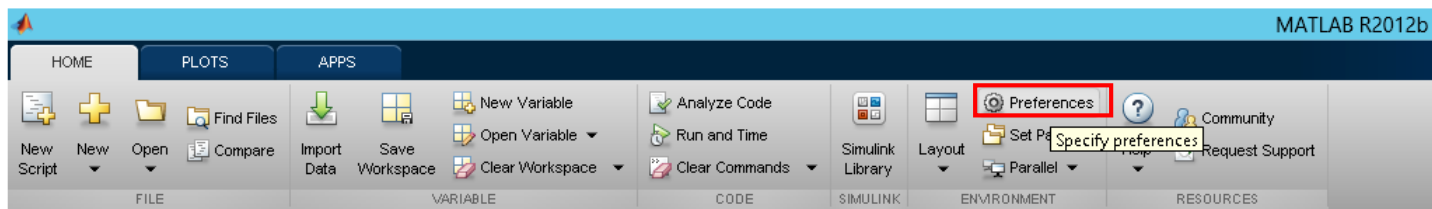
```
norm(A)  
A  
A = [-1 1; 1 -2], B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]  
who  
whos  
size(filip)  
filip  
filip = []  
size(filip)  
size(filip)  
size(filip)  
whos  
bar(B, 'DisplayName', 'B')  
clear,clc  
A = [-1 1; 1 -2]  
B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]  
a = 1  
b = 5;  
c = [1 0 0]  
d = [0;0;1]
```
- Callout 4:** Points to the Current Folder window, which shows the file structure:

```
Name  
├── Integration_routines  
├── TCMapp4.2b  
└── leastSquares.m
```
- Callout 5:** Points to the Details window, which contains the text: "Select a file to view details".
- Callout 6:** Points to the top toolbar of the MATLAB interface.
- Callout 8:** Points to the bottom status bar of the MATLAB interface.

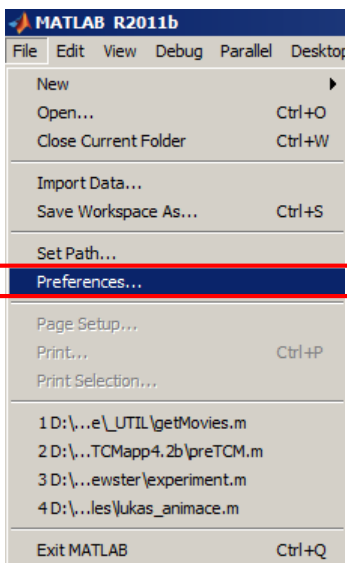
Úvodní popis prostředí

- 1 Command Window (CTRL+0)
- 2 Workspace (CTRL+3)
- 3 Command History (CTRL+1)
- 4 Current Folder (CTRL+2)
- 5 Current Folder – Details
- 6 Current Folder (with history)
- 7 Start (podobné jako ve Windows), jen pro Matlab R2011b a starší
- 8 status

Základní nastavení prostředí

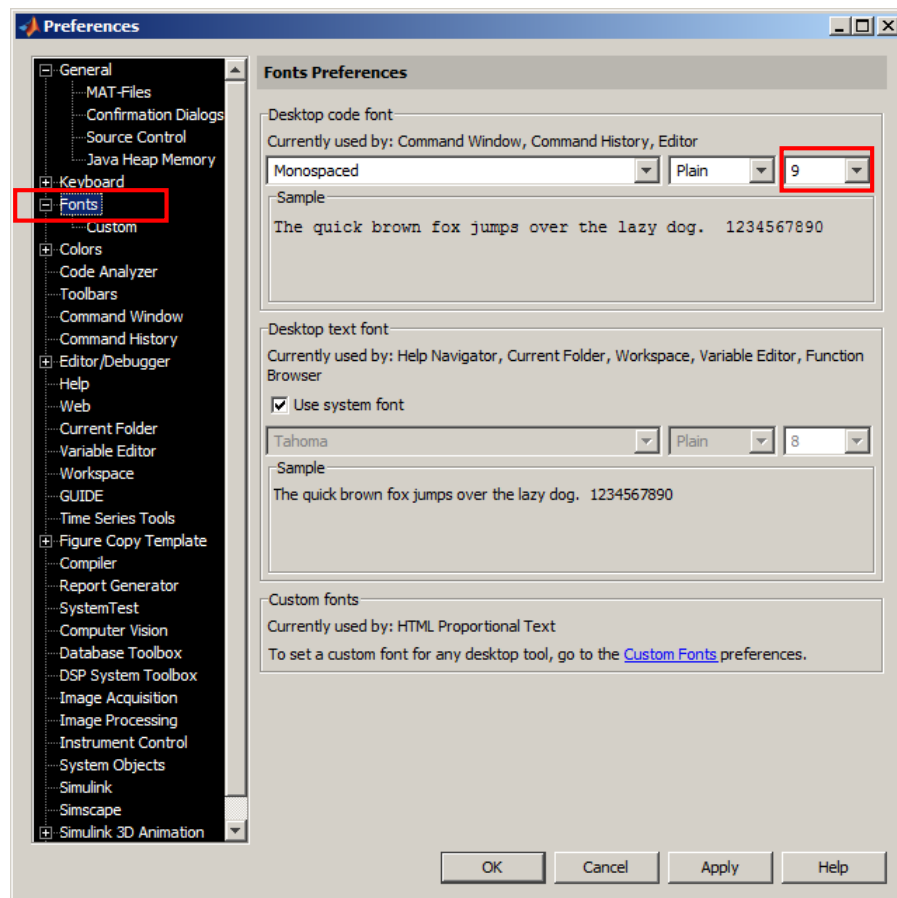


- Matlab R2012a a novější
 - ribbon menu
- Matlab R2011b a starší



```
>> preferences
```

- nastavení velikosti fontu



Ukončení Matlabu

- vždy Matlab ukončujte v hlavním okně

```
>> quit % ukončí Matlab (a všechna okna)  
>> exit % -//-
```

- jsou i pokročilé volby (více v dokumentaci)

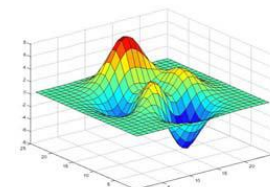
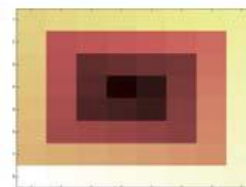
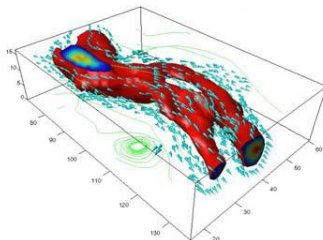
```
>> quit cancel  
>> exit force
```

Příkazová řádka, otevření dokumentace

```
>> doc % otevře dokumentaci
```

```
>> help % souhrnná nápověda v Matlabu
```

```
>> demo % tutoriály
```



Struktura nápovědy

```
>> help % zobrazí základní témata nápovědy
>> help sin % zobrazí nápovědu k funkci sinus
```

```
>> help sin
SIN Sine of argument in radians.
SIN(X) is the sine of the elements of X.

See also asin, sind.

Overloaded methods:
codistributed/sin

Reference page in Help browser
doc sin
```

```
>>
```

The screenshot shows the MATLAB Help browser window. On the left, a navigation pane (1) lists various topics, with 'Trigonometric' selected. The main content area (2) displays the 'sin' function page, including its syntax ($Y = \sin(X)$), description, definitions (with the formula $\sin(x) = \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i}$), and examples (including a plot of the sine function). The breadcrumb trail (4) at the top indicates the path: MATLAB > Functions > Mathematics > Elementary Math > Trigonometric. A search bar (3) is located at the top left of the main content area.

```
>> doc % příkaz spustí nápovědu
>> doc sin % nápověda otevřena
% pro funkci sinus
```

Struktura nápovědy, Matlab >R2011b

Help

Search Document **3**

MATLAB Mathematics Elementary Math Trigonometry **4**

sin

Sine of argument in radians

Syntax

```
Y = sin(X)
```

Description

$Y = \sin(X)$ returns the circular sine of the elements of X . The `sin` function operates element-wise on arrays. The function's domains and ranges include complex values. All angles are in radians.

Examples **2**

Graph the sine function over the domain $-\pi \leq x \leq \pi$.

```
x = -pi:0.01:pi;
plot(x,sin(x)), grid on
```

file:///C:/Program Files/MATLAB/R2012b/help/matlab/index.html#mathematics

Nápověda Matlabu

240 s ↑

- spustíte a ukončete Matlab
- nastavíte si prostředí dle svého

- zkuste si spustit nápovědu
- najděte dokumentaci funkce `sin`, `cos`, `abs`
- prolistujte si základní kapitoly nápovědy
 - věnujte pozornost části Getting Started

Zkratky pro Command Window

klávesa	význam
ENTER	odešle řádek ke zpracování
ESC	smaže celý řádek
DEL	smaže jeden znak (za kurzorem)
BACKSPACE	smaže jeden znak (před kurzorem)
HOME	přesun kurzoru na začátek řádku
END	přesun kurzoru na konec řádku
CTRL + ↑	posun kurzoru na začátek dalšího slova
CTRL + ↓	posun kurzoru na začátek předchozího slova
SHIFT + ENTER	pošle kurzor na další řádek
CTRL + K	vymazání všeho od kurzoru napravo
CTRL + C	vynucené přerušení chodu Matlabu (např. při dlouhém / chybném výpočtu)
CTRL + TAB	přepínání mezi jednotlivými základními okny Matlabu
↓ a ↑	listování dříve napsanými příkazy (lze provést selekci vypsáním počátečních písmen, např. „x“ + ↑)
F1	zobrazí kontextovou nápovědu pro kurzorem označené slovo (Command Window, Editor)
TAB	doplnění názvu funkce, příp. proměnné

+ platné zkratky ve Windows pro práci s textem a programy

Vyhledávání v nápovědě a další

klávesa / příkaz	význam
SHIFT + F1	pokud stisknuto v příkazové řádce, otevře knihovnu funkcí s vyhledáváním
F9	po označení části kódu v editoru je tento označený text vyhodnocen
NOT, OR, AND	v dokumentaci (doc) lze využívat logické operátory
*	v dokumentaci (doc) lze využívat zástupný symbol (<i>wildcard</i>)
""	pro hledání přesné fráze v dokumentaci

```
>> docsearch "plot tools"
```

```
>> docsearch plot* tools
```

Probrané funkce

<code>quit, exit</code>	ukončí Matlab	•
<code>preferences</code>	otevře nastavení Matlabu	
<code>doc, help, demo</code>	příkazy související s dokumentací a nápovědou	•
<code>sin, cos</code>	vzorové goniometrické funkce	
<code>abs</code>	absolutní hodnota	

Děkuji!



ver. 3.2 (11/02/2015)

Miloslav Čapek

miloslav.capek@fel.cvut.cz

Jakékoliv úpravy přednášky jsou zakázány.
Využití mimo výuku na ČVUT-FEL není bez souhlasu autorů dovoleno.
Materiál vytvořen v rámci předmětu A0B17MTB.

