



UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET
ODSJEK ZA RAČUNARSTVO I INFORMATIKU

Nesterovljev ubrzani gradijentni metod za minimizaciju

SEMINARSKI RAD IZ NUMERIČKIH ALGORITAMA

Studenti:
Aid Mustafić
Zlatan Ljutika

Profesor:
Red. prof. dr Željko Jurić.

Sarajevo, januar 2026.

Sažetak

```

1 using Pkg;
2 Pkg.add("DifferentialEquations")
3 using DifferentialEquations
4 function opruga(du,u,p,t)
5     du[1] = u[2];
6     du[2] = -p[1]*u[1]/p[2]
7 end
8
9 p = [100.0;10.0]
10 u0 = [0.0;1.0]
11 tspan = (0.0,10.0)
12 prob = ODEProblem(opruga,u0,tspan,p)
13 sol = solve(prob)
14
15 plot(sol,vars=(1))
16 plot(sol,vars=(2))
17
18 function dva_tijela(du,u,p,t)
19 du[1] = u[2];
20 du[2] = (1/p[1])*(-p[3]*u[1]-p[4]*(u[2]-u[4]));
21 du[3] = u[4];
22 du[4] = (p[4]*(u[2]-u[4]))*(1/p[2])
23 end

```

Ključne riječi: predložak, L^AT_EX, ETF

Abstract

This is a L^AT_EX template for writing a bachelor's thesis, created for students of the Faculty of Electrical Engineering in Sarajevo. The work intertwines two separate parts - content and form. The content of the work is based on ideas from the current Regulations on the structure and content of doctoral dissertations and master's theses at the Faculty of Electrical Engineering in Sarajevo (no. 04-1-673/11, dated 17.01.2011), while the form of the work is defined by the structure and method of using .tex files. In the file *Zavrsni_rad_BSc_Ime_Prezime.tex*, the basic pages are formatted, and additional pages and chapters are inserted using the *include* command.

In addition to the *Zavrsni_rad_BSc_Ime_Prezime.tex* file, the following are also used: *abstract.tex* (separate file for summary in Bosnian and English), *postavka.tex* (separate file for assignment), *izjava.tex* (separate file for authenticity statement), *poglavlje_1.tex* (example of one chapter), *prilog_1.tex* (example of one appendix) and *literatura.bib* (bibliographic data).

The abstract should provide a concise description of the solved problems, methods used to solve them, obtained results and conclusions. References are not cited in the abstract. Care should be taken that the abstract does not provide an introduction to the work, nor an overview of the chapters of the work, but rather gives a description of the purpose of the work up to a maximum of 500 words.

Keywords: template, L^AT_EX, ETF

Sadržaj

Popis slika	iv
Popis tabela	v
1 Uvod	1
1.1 Obrazloženje teme	1
1.2 Struktura rada	1
2 Implementacija algoritma	2
2.1 Primjer sekcije	2
2.1.1 Primjer podsekcije	2
3 Primjene algoritma u praksi	4
3.1 Primjer sekcije	4
3.1.1 Primjer podsekcije	4
Prilozi	7
A Korištenje funkcija u Tex-u	8
A.1 Matematički izraz	8
A.2 Slika	8
A.3 Tabela	8
A.4 <i>Landscape</i>	8
A.5 Indeks pojmova i Popis oznaka	12
A.6 Korištenje literature	12
A.7 Programski kodovi	12
Literatura	13
Indeks pojmova	13

Popis slika

A.1	Primjer naslova slike - uputstvo za traženje bibliografskih referenci na Google Scholar.	9
A.2	Primjer dijagrama - veličina i tip fonta na slici bi trebao odgovarati veličini i tipu fonta u tekstu	9
A.3	Primjer ekstrakcije bibliografskih stavki za kopiranje u .bib fajl, sa Google Scholar.	11

Popis tabela

A.1	Naslov tabele	10
-----	-------------------------	----

Poglavlje 1

Uvod

U skladu sa dobrom istraživačkom praksom, uvodno poglavlje rada prvog ciklusa studija bi trebao sadržavati bar sljedeće elemente:

- obrazloženje teme,
- opis strukture rada.

U narednom tekstu će detaljnije biti obrazložena svaka od tačaka.

1.1 Obrazloženje teme

U ovoj sekciji autor je dužan da obrazloži koja tema ili problem će biti analizirani ili istraživani, te zbog čega je upravo ova tema pogodna i bitna za istraživanje. Pohvalno je napraviti pregled literature sa odgovarajućim referenciranjem na istu.

1.2 Struktura rada

U ovoj sekciji je najbolje dati po jedan paragraf o svakom poglavlju iz rada. Potencirajte koji su glavni doprinosi svakog poglavlja, te kako su poglavlja medjusobno povezana.

Poglavlje 2

Implementacija algoritma

Istraživanje se izlaže organizirano, koncizno i konzistentno kroz dva ili više odvojenih poglavlja, sa pregledom teoretskih osnova na kojima su bazirana i kraćom diskusijom dobijenih rezultata. Ono što je izuzetno važno jeste da se dobiveni rezultati istraživanja konstantno objektivno porede sa postojećim rezultatima u literaturi ili oblasti istraživanja, te sistematično ukazuje na prednosti i nedostatke autorskog pristupa. Izostanak komparacije rezultata istraživanja dobivenih od strane autora sa konkurentnim algoritmima, metodama i pristupima pokazuje nepostojanje akademske zrelosti, nedovoljnu posvećenost u istraživanju odgovarajuće naučne oblasti i vrlo često ukazuje na loš kvalitet disertacije/rada.

U radu se za formiranje poglavlja koriste sekcije, podsekcije, podpodsekcije, paragrafi i podparagrafi kao u primjerima koji slijedi.

2.1 Primjer sekcije

Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije.

2.1.1 Primjer podsekcije

Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije.

Primjer podpodsekcije

Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije.

Primjer paragrafa Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa.

Primjer podparagrafa Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa.

* * *

Na kraju svakog poglavlja, najbolje je dati jedan kraći zaključak koji ukratko objedinjuje sve najvažnije zaključke iz tog poglavlja. Taj kraći zaključak treba da služi kao poveznica između poglavlja koje se upravo završilo, i narednog poglavlja koje tek treba da počne. Ovaj zaključak je poželjno odvojiti bilo kao odvojenu podsekciju poglavlja nazvanu "Zaključak", bilo kao jednostavno izdvojeni dio teksta razmaknut zvjezdicama.

Kratak primjer zaključka za ovo poglavlje: U ovom poglavlju je pokazano kako se formiraju centralna poglavlja u radu/disertaciji. U nastavku će biti pokazano kako se piše konačan zaključak, te dati određeni tehnički podaci oko formatiranja teksta, slika i formula.

Poglavlje 3

Primjene algoritma u praksi

Istraživanje se izlaže organizirano, koncizno i konzistentno kroz dva ili više odvojenih poglavlja, sa pregledom teoretskih osnova na kojima su bazirana i kraćom diskusijom dobijenih rezultata. Ono što je izuzetno važno jeste da se dobiveni rezultati istraživanja konstantno objektivno porede sa postojećim rezultatima u literaturi ili oblasti istraživanja, te sistematično ukazuje na prednosti i nedostatke autorskog pristupa. Izostanak komparacije rezultata istraživanja dobivenih od strane autora sa konkurentnim algoritmima, metodama i pristupima pokazuje nepostojanje akademske zrelosti, nedovoljnu posvećenost u istraživanju odgovarajuće naučne oblasti i vrlo često ukazuje na loš kvalitet disertacije/rada.

U radu se za formiranje poglavlja koriste sekcije, podsekcije, podpodsekcije, paragrafi i podparagrafi kao u primjerima koji slijedi.

3.1 Primjer sekcije

Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije. Ovo je primjer sekcije.

3.1.1 Primjer podsekcije

Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije. Ovo je primjer podsekcije.

Primjer podpodsekcije

Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije. Ovo je primjer podpodsekcije.

Primjer paragrafa Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa. Ovo je primjer paragrafa.

Primjer podparagrafa Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa. Ovo je primjer podparagrafa.

* * *

Na kraju svakog poglavlja, najbolje je dati jedan kraći zaključak koji ukratko objedinjuje sve najvažnije zaključke iz tog poglavlja. Taj kraći zaključak treba da služi kao poveznica između poglavlja koje se upravo završilo, i narednog poglavlja koje tek treba da počne. Ovaj zaključak je poželjno odvojiti bilo kao odvojenu podsekciju poglavlja nazvanu "Zaključak", bilo kao jednostavno izdvojeni dio teksta razmaknut zvjezdicama.

Kratak primjer zaključka za ovo poglavlje: U ovom poglavlju je pokazano kako se formiraju centralna poglavlja u radu/disertaciji. U nastavku će biti pokazano kako se piše konačan zaključak, te dati određeni tehnički podaci oko formatiranja teksta, slika i formula.

Zaključak i diskusija

Preporučuje se da se poglavlje "Uvod" i "Zaključak", te odgovarajuće sekcije i podsekcije ne numerišu. Ovo poglavlje bi trebalo na izvjestan način objediniti sve "kraće" zaključke date na kraju pojedinih poglavlja.

Ostvareni ciljevi završnog rada

U ovoj sekciji je potrebno dati jasan sumarni pregled obavljenih istraživanja i dobijenih rezultata. Rezultati trebaju biti struktuirani i prikazani prema okvirima i ciljevima postavljenim u uvodnom poglavlju. Potrebno je i provesti poredjenja dobivenih rezultata sa literaturom navedenom u uvodnom poglavlju, te dati diskusiju kako se dobijeni rezultati uklapaju, potvrđuju, nadopunjuju ili su kontradiktorni onim koji su prikazani u uvodnom poglavlju.

Prilozi

Prilog A

Korištenje funkcija u Tex-u

Sadržaji koji se mogu uključiti u Priloge su: izvođenje jednačina i formula, detalji važnijih softverskih programa, razne tabele i dijagrami, karakteristike i performanse ili opisi opreme i komponenti koje su korištene u disertaciji/radu. Mogu se također uključiti konstrukcioni crteži ili električne sheme.

U ovom prilogu prikazane su neke od funkcije koje se mogu koristiti prilikom oblikovanja rada i prikaza rezultata istraživanja korištenjem \LaTeX a.

A.1 Matematički izraz

Primjer matematičke formule prikazan je izrazom

$$T : \mathbf{x}_B \mapsto \mathbf{x}_A \Leftrightarrow T(\mathbf{x}_B) = \mathbf{x}_A. \quad (\text{A.1})$$

Matematičke relacije se u \LaTeX razvojnom okruženju automatski numeriraju. Međutim, da bi se pojedina relacija (slika, tabela) referencirala u tekstu, potrebno je da se svakoj relaciji (slici, tabeli) dodijeli pogodna labela npr. `\label{MojaRelacija}`, a potom referencira u .tex fajlu sa `\ref{MojaRelacija}`. Na taj način će se \LaTeX pobrinuti za odgovarajuće kros-referenciranje.

A.2 Slika

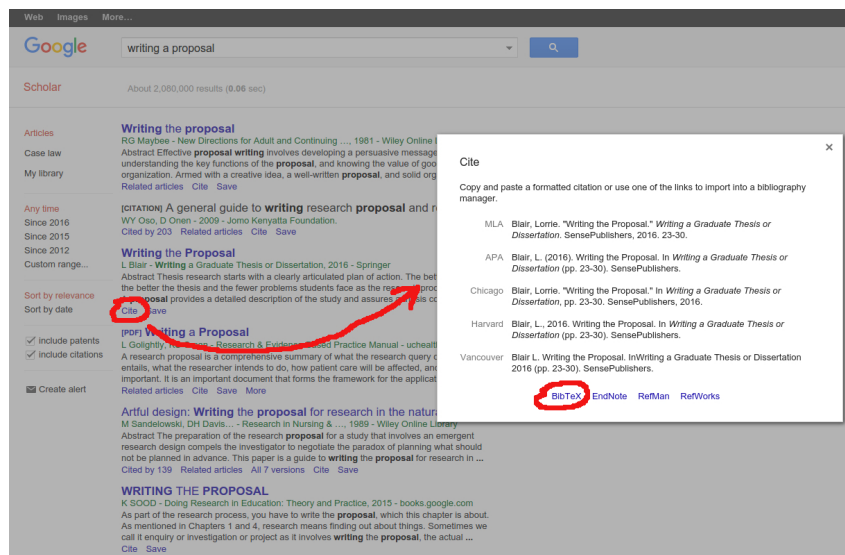
Slika A.1 služi kao primjer uključivanja slike u tekst. Relacije, slike i tabele se automatski numeriraju u \LaTeX u, i to sa oznakom brojpoglavlja.brojslike (npr. u Poglavlju 3 se numeriraju sa 3.1, 3.2, ... neovisno od toga u kojoj sekciji ili podsekciji se nalaze).

A.3 Tabela

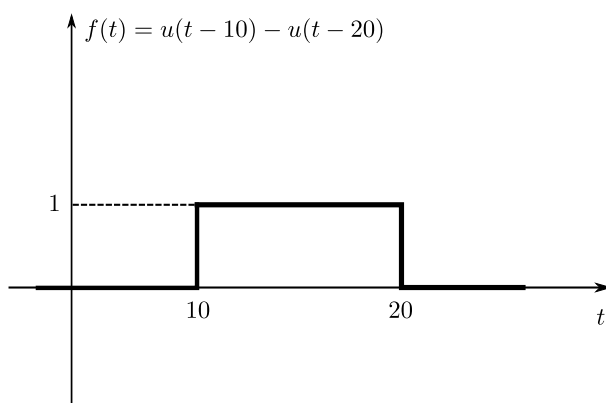
Formiranje tabele prikazano je na primjeru u Tabeli A.1. Za razliku od naslova slika, naslov tabela stoji iznad odgovarajućih tabela u tekstu.

A.4 *Landscape*

Postavljanja stranice u prikaz *landscape* prikazano je umetanjem izduzene Slike A.3 u *landscape* format papira.



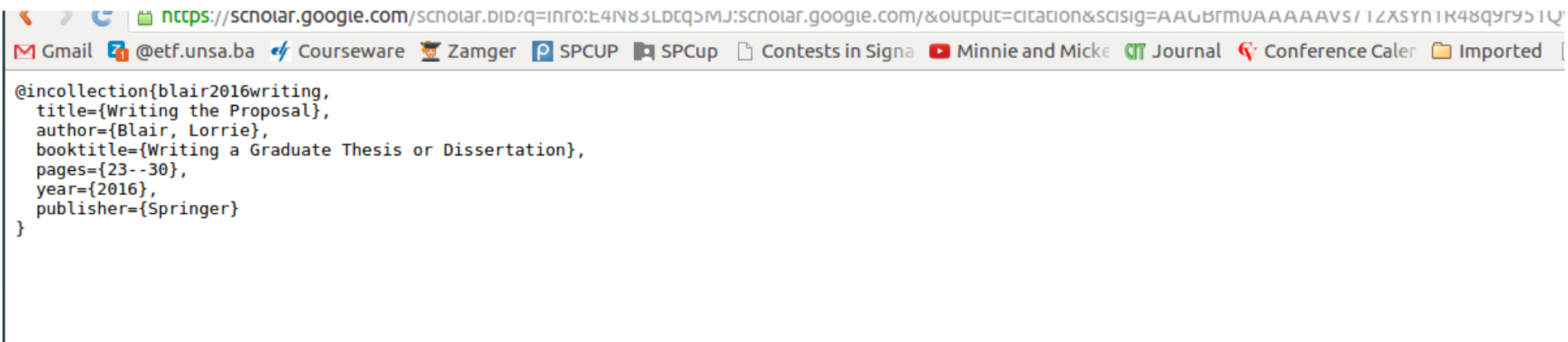
Slika A.1: Primjer naslova slike - uputstvo za traženje bibliografskih referenci na Google Scholar.



Slika A.2: Primjer dijagrama - veličina i tip fonta na slici bi trebao odgovarati veličini i tipu fonta u tekstu

Tabela A.1: Naslov tabele

Oznaka reda	Kolona 1	Kolona 2	Kolona 3
red 1	1	2	3
red 2	3	2	1
red 3	$E = mc^2$	2	3



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying a Google Scholar URL. Below the address bar, a toolbar contains various icons and links. The main content area of the browser displays a BibTeX citation for a book titled "Writing the Proposal" by Blair, Lorrie, published by Springer in 2016. The citation is enclosed in curly braces and uses backslashes for escaping special characters.

```
@incollection{blair2016writing,  
  title={Writing the Proposal},  
  author={Blair, Lorrie},  
  booktitle={Writing a Graduate Thesis or Dissertation},  
  pages={23--30},  
  year={2016},  
  publisher={Springer}  
}
```

Slika A.3: Primjer ekstrakcije bibliografskih stavki za kopiranje u .bib fajl, sa Google Scholar

A.5 Indeks pojmova i Popis oznaka

Ukoliko je u radu neophodno uvesti i indeks, odnosno popis oznaka, onda se to radi na sljedeći način. Prilikom definiranja indeksa koristi se `\index{ime}`. Npr. `\index{uključivanja slike}`.

Kod dodavanja pojmova u Popis oznaka u .tex fajlu se koristi `\nomenclature{symbol}{opis}`, npr. `\nomenclature{ETF}{Elektrotehnički fakultet}`. Generiranje indeksa i Popisa oznaka se pravi korištenjem naredbi `\makeindex` i `\makenomenclature` u preambli, odnosno `\printindex` i `\printnomenclature` na mjestu generiranja popisa. Osim toga, potrebno je i kompajlirati dokument sa MakeIndex.

A.6 Korištenje literature

Popis literature navodi se na kraju rada. Da bi uz \LaTeX efikasno koristila literatura, potrebno je da se generira fajl sa bibliografskim jedinicama. Fajl `literatura.bib` je sastavni dio ovog rada, i može poslužiti kao primjer kako se pišu pojedine bibliografske jedinice. Svaki unos (referenca) sadrži labelu na tu referencu, putem koje se bilo gdje u radu može citirati npr. sa `\cite{Hajn01}`.

Dobar trik za popunjavanje bibliografskih unosa u .bib fajlu je korištenje Google Scholar <https://scholar.google.com/>. Osim što je baza naučnih radova, Google Scholar omogućava i kopiranje zapisa referenci na ispravan način. Podržani su svi najpopularniji formati citiranja (MLA, Chicago, Harvard itd.), kao što se vidi na Slici A.1. Osim toga, klikom na dugme "BibTeX", moguće je izabrati i zapis reference razumljive razvojnem okruženju \LaTeX , a nakon toga je jednostavno kopirati u bibliografski fajl `literatura.bib` (vidjeti Sliku A.3).

Primjeri navođenja literature su knjiga [1], poglavlje u knjizi [2], članak objavljen u časopisu [3], članak objavljen na konferenciji [4], doktorski rad [5], Internetski izvor [6] te različite druge publikacije [7]. Stil navođenja literature temelji se na stilu razvijenom za IEEE časopise i konferencije.

A.7 Programski kodovi

Programski kodovi se \LaTeX u navode korištenjem okruženja `lstlisting`. Primjer koda je dat ispod.

Program A.1: Primjer programa

```
1  // program u C++
2  #include <iostream>
3
4  int main ()
5  {
6      std::cout << "Dobar Dan! ";
7      std::cout << "Prvi program u C++";
8  }
```

Literatura

- [1] Hajnal, J. V., Hill, D., Hawkes, D. J., (ur.), Medical Image Registration. Boca Raton, USA: CRC Press LLC, 2001.
- [2] Sampat, M. P., Markey, M. K., Bovik, A. C., “Computer-Aided Detection and Diagnosis in Mammography”, in Handbook of Image and Video Processing, Bovik, A., (ur.). Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005, str. 1195-1217.
- [3] Nesterov, Y., “A method for solving the convex programming problem with convergence rate $O(1/k^2)$ ”, in Dokl akad nauk Sssr, Vol. 269, 1983, str. 543.
- [4] Wirth, M. A., Choi, C., Jennings, A., “A Nonrigid-Body Approach to Matching Mammograms”, in Seventh International Conference on Image Processing and Its Applications, Manchester, UK, July 1999, str. 484-488.
- [5] Williams, J., “Narrow-band Analyzer”, Doktorski rad, Harvard University, Cambridge, MA, SAD, 1993.
- [6] Jones, J., “Networks”, dostupno na: <http://www.atm.com> (28. srpnja 2012.).
- [7] R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012, dostupno na: <http://www.R-project.org>

Indeks pojmova

uključivanje slike, 8