

УНИВЕРЗИТЕТ СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ-СКОПЈЕ
Факултет за електротехника и информациски технологии



СТУДИСКА ПРОГРАМА
ВГРАДЛИВИ МИКРОКОМПЈУТЕРСКИ СИСТЕМИ

Скопје, 2008 г.

1. Основни податоци за студиската програма

Назив на студиската програма	Вградливи микрокомпјутерски системи
Назив на дипломата	Магистер по електротехника и информациски технологии – студиска програма Вградливи микрокомпјутерски системи
Компетенции	По завршување на студиите студентот ќе има: – познавања за различните фамилии и архитектури на вградливи микрокомпјутерски системи базирани на микроконтролери, DSP микропроцесори/микроконтролери, FPGA и др. како и селекција на најпогодното решение за дадена апликација; – познавања за најновите достигнувања во проектирањето и примената на вградливите микрокомпјутерски системи и нивна интегрирана монолитна реализација; – стекнати знаење потребни за проектирање на хардверот и софтверот за вградливите микрокомпјутерски системи; – експертиза за употреба на наменските софтверски алатки за проектирање на вградливи микрокомпјутерски системи за работа во реално време
Јазик	македонски и англиски
Носител	Институт за електроника

2. Дополнителни информации за студиската програма

2. 1. Услови за запишување на студиската програма

Р.бр.	Листа на завршени додипломски студии
1.	Додипломски студии по електротехника и информациски технологии
2.	Додипломски студии по технички науки
3.	Додипломски студии на Природноматематички факултет (информатика, математика, физика)

2.2. Образложение за потребите за воведување на студиската програма

Идентификација на потребите и можностите за вработување	Оваа студиска програма им овозможува на штотуку завршените инженери и оние кои веќе работат во индустријата да стекната знаење за најновите достигнувања во областа на вградливите микрокомпјутерски системи и да се оспособат за проектирање на нивниот софтвер и хардвер. Стекнатите знаења се директно применливи и релевантни за индустријата, а посебно во компаниите кои развиваат и проектираат софтверски и/или хардверски решенија за вградливи микрокомпјутерски системи. Програмата е исто така солидна подготовка за применети истражување во оваа област која интензивно се развива.
--	---

2.3. Податоци за меѓународна споредливост на студиската програма

1. Назив на студиска програма	Embedded Systems
2. Универзитет	University of Essex, Department of Computing and Electronic Systems, (Leading department in both Computer Science and Electronic Systems. In the Guardian's current teaching league table the University is rated 12th for Computer Science and 14th for Electronics.)
3. web-страница на студиската програма	http://www.essex.ac.uk/dces/pg_taught/embeddedsystems.aspx
1. Назив на студиска програма	Embedded System Design
2. Универзитет	DOEACC Centre, Department of Information Technology, Ministry of Communications & IT, Calicut, India. (The Centre is a Premier Organization for Education, Training, R&D and Consultancy in IT and Electronics in India.)
3. web-страница на студиската програма	http://www.cedtic.com/html/course/ED-500.html

2.4. Дополнителни можности и перспективи на студиската програма

Студиската програма може да се изведува и на англиски јазик, со што е атрактивна и за поширокиот регион.

Можност за продолжување на докторски студии.

3. План и предмети на студиската програма

3.1.1. Преглед на наставни дисциплини на студиската програма

Ред. број	Назив	Семестар	Кредити	Фонд часови
1	Програмирање на вградливи системи во 'С'	IX	5	2+0+0+4
2	Проектирање системи со 8-битни микроконтролери	IX	5	2+0+0+4
3	Проектирање системи со 16-/32-битни микроконтролери	IX	5	2+0+0+4
4	Изборен предмет	IX	5	
5	Изборен предмет	IX	5	
6	Изборен предмет	IX	5	
7	DSP микроконтролери		5	2+0+0+4
8	Изборен предмет		5	
9	Магистерска работа		20	
	ВКУПНО		30	30

3.1.2. Општообразовни изборни предметни дисциплини (предмети) ¹⁾

Ред. Број	Назив	Семестар	Кредити	Фонд часови
1	Водење развојни проекти	IX	5	2+0+0+4
2	Научно-истражувачка работа и професионална етика	IX	5	2+0+0+4

¹⁾ Се избира само еден од двата понудени или воопшто не се избира општообразовен предмет.

3.1.3. Изборни предметни дисциплини (предмети)

Ред. Број	Назив	Семестар	Кредити	Фонд часови
1	Софтвер за вградливи системи и RTLinux	IX	5	2+0+0+4
2	Програмирање со VxWorks RTOS	IX	5	2+0+0+4
3	Техники за дизајнирање на системи во чип (од насоката: Систем во чип)	IX	5	
4	DSP во реално време (од насоката: Дигитално процесирање на сигнали)	IX	5	2+0+0+4
5	Проектирање системи со FPGA		5	2+0+0+4
6	Интелигентни системи		5	3+0+0+1

Куси содржини за наставните дисциплини (предметите)

Наставна дисциплина	1. Програмирање на вградливи системи во 'C'				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Задолжителен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со знаења и разбирање на програмските концепти и техники неопходни за следење на останатите курсеви во домен на софтверот за вградливите системи, оспособеност за развивање на напредни програми во C за вградливи системи.				
Содржина	Контрола на текот на програмата, низи, функции Управување со меморијата: покажувачи, низи од покажувачи; покажувачи кон функции и напредни поглавја за покажувачи; Структури и уни Податочни структури: временска анализа и анализа од аспект на меморијата на програмите; поврзани листи, стекови и редови Условно преведување, директиви на предпроцесорот, операции со датотеки Функции со променливи аргументи, аргументи проследени од командна линија Вовед во процеси Вовед во системски повици Напредни можности на преведувачот и поврзувачот				
Литература	1.A.N.Sloss, D.Symes and C. Wright, ARM System Developer's Guide: Designing and Optimizing System Software, Elsevier Inc., 2004 2. Dogan Ibrahim, Advanced PIC Microcontroller Projects in C, Elsevier Ltd., 2008 3. Jonathan W. Valvano, Developing Embedded Software in C Using ICC11/ICC12/Metrowerks				

Наставна дисциплина	2. Проектирање системи со 8-битни микроконтролери				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Задолжителен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со познавања на архитектурите на 8-bit-ните микроконтролери, способност за програмирање со асемблерскиот јазик на PICmicro 16F877, способност за програмирање во 'C' јазик на PICmicro 16F877, познавања за користење на вградливите периферии и поврзување со надворешни кола 8-битните микроконтролери, проектирање на вградливи микрокомпјутерски системи со 8-битните микроконтролери				
Содржина	Вградливи микрокомпјутерски системи Споредба на архитектурите на 8-bit-ните микроконтролери Архитектура на конкретен 8-bit-ен микроконтролер: PICmicro 16F877 RISC инструкциски сет на 8-bit-ниот микроконтролер PICmicro 16F877 Програмирање на микроконтролери во асемблерски јазик Програмирање на микроконтролери во 'C' јазик Вградливи периферии и поврзување со надворешни уреди Развојна околина (MPLAB, microC и PICFlash) Библиотеки со готови функции на microC во 'C' јазик Студии на конкретни примени (case studies): поврзување на тастатура и LCD, сериски и паралелни порти, внатрешни тајмери, управување со мотор Проектирање микроконтролерски систем со PICmicro 16F877 Изработка на проект со микроконтролер од фамилијата PICmicro				
Литература	1. Myke Predko, " Programming and Customizing PICmicro Microcontrollers", 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, 2008. 2. Tim Wilmshurst, "Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers, Principles and applications", Elsevier, Amsterdam, 2007. 3. I. Scott MacKenzie, Raphael C.-W. Phan, "The 8051 Microcontroller",				

Pearson, Upper saddle River, NJ, 2007.
 4. Lucio di Jasio, "PIC Microcontrollers", Elsevier, Amsterdam, 2007.
 5. Julio Sanchez, Maria P. Canton, "Microcontroller Programing: The Microchip PIC", CRC Press, Boca Raton, FL, 2007.

Наставна дисциплина	3. Проектирање системи со 16-/32-битни микроконтролери				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	задолжителен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со познавања на хардверот и софтверот на 16-/32-битни микроконтролери за апликации со комплексни спецификации, дефинирање на спецификации за напредни апликации, разбирање на процесот на проектирање базирана на зададени спецификации, познавања на архитектурата, програмирањето и користењето на вградливите периферии и поврзување со надворешни кола				
Содржина	<p>Карактеристики на вградливите микрокомпјутерски системи и предизвици при дизајнот кај напредните системи</p> <p>Преглед на 16-битни микроконтролери и нивни апликации</p> <p>Архитектура и инструкциски сет на конкретен 16-битен микроконтролер: Вградливи периферии и поврзување со надворешни уреди</p> <p>Изработка на проект со 16-битен микроконтролер</p> <p>Вовед во фамилија ARM микроконтролери</p> <p>Архитектура на 32-битните ARM7 и ARM9 микроконтролери</p> <p>Архитектура на Cirrus Logic EDB9302 фамилија на микроконтролери</p> <p>Алати за развој</p> <p>Програмирање на ARM микроконтролерите во асемблер и C</p> <p>Коегзистенција на ARM и Thumb режимот</p> <p>Периферии кај ARM9 микроконтролерите (на пр. EDB9302)</p> <p>Архитектури на вградливите системи од аспект на комуникација и мултипроцесирање</p> <p>Студии на конкретни примени (case studies)</p> <p>Проект</p>				
Литература	<p>1. A.N.Sloss, D.Symes and C. Wright, ARM System Developer's Guide: Designing and Optimizing System Software, Elsevier Inc., 2004</p> <p>2. Hitex Corporation, "Introduction to LPC2000", Hitex</p> <p>3. UM10139 Vol.1: LPC214x User Manual, NXP, Inc. и EP93xx Users guide, Cirrus Logic, Inc.</p> <p>4. Lucio Di Jasio, "Programming 16-Bit PIC Microcontrollers in C: Learning to Fly the PIC24", Elsevier, Amsterdam, 2006.</p>				

Наставна дисциплина	4. DSP микроконтролери				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	задолжителен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	Со успешно завршување на курсот, студентот ќе стекне разбирање на дуалната функција кај DSP микроконтролерите, познавање на конкретна архитектура, владеење со алат за работење со DSP микроконтролерите, аналитички пристап при конкретна примена на DSP микроконтролерите.				
Содржина	<p>Преглед на основните прашања од дигиталното процесирање на сигнали (основни и напредни алгоритми, FFT, филтри)</p> <p>Примена на MATLAB и други алати за евалуација на алгоритмите</p> <p>Осврт на калкулациите во целобројна и аритметика со подвижна точка</p> <p>Дискусија на потребата од DSP функции кај вградливите системи</p> <p>Архитектура на конкретен DSP микроконтролер (MC56800E јадро), инструкциско множество, функции, периферии</p> <p>Развојна околина (Code Warrior и Processor Expert) и библиотеки</p> <p>Студии на конкретни примени (case studies)</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Robert Oshana, "DSP Software Development Techniques for Embedded and Real-Time Systems", Elsevier, ISBN-13: 978-0-7506-7759-2 2. DSP56800E 16-bit DSP Core Reference Manual 3. Sen M_Kuo,Woon-Seng S_Gan: "Digital Signal Processors - Architectures, Implementations, and Applications", Prentice Hall, 2004, ISBN: 0-13-035214-4 4. Sen M. Kuo, Dennis R. Morgan, "Active Noise Control Systems: Algorithms and DSP Implementations", Willey, ISBN: 978-0-471-13424-4 				

Наставна дисциплина	5. Софтвер за вградливи системи и RTLinux				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со разбирање на општите барања кај софтверот наменет за вградливите системи што работат во реално време, разбирање на компонентите кај Linux оперативниот систем за работа во реално време, проектирање на вградливи системи за реално време со примена на влезно-излезни уреди, нивни драјвери и оперативни системи за реално време				
Содржина	<p>Вовед:</p> <p>Софтверски аспекти на вградливите системи – со или без барања за реално време</p> <p>Општ вовед во системите за реално време и посебно за вградливите системи</p> <p>Преглед на некои оперативни системи како UNIX, Linux и Windows NT и нивните екстензии за работа во реално време</p> <p>Споредба на вградливите оперативни системи (Linux, WinCE, и др.)</p> <p>Цели при проектирањето на софтвер за вградливи системи</p> <p>Цели при проектирањето на софтвер за реално време</p> <p>Дискусија на апликации за вградливи системи и апликации за реално време</p> <p>Системска архитектура на оперативен систем за реално време:</p> <p>Внатрешноста на Linux и RT-Linux</p> <p>Временска распределба (Scheduling) – улогата на распоредувачот од јадрото при работа во реално време (RTOS kernel scheduler)</p> <p>Комуникација и синхронизација помеѓу тасковите (tasks)</p> <p>Комуникација помеѓу процесите</p>				

	<p>Обзири при програмирање за реално време Развој на софтвер за вградливи системи во реално време Моделирање Таскови, семафори, меморијско менаџирање Развој на софтвер за конкурентна работа Стратегии на кодирање за оптимизација на временските и просторните барања Техники за дебагирање Интеграција на софтверот и хардверот Практична работа Примени на Linux за вградливи системи</p>
Литература	<p>1.Christopher Hallinan, Embedded Linux Primer: A Practical, Real-World Approach, Prentice-Hall, 2006. 2.A. C Tanenbaum, Modern Operating System, Second Edition, Prentice-Hall. 3. Qing Li and Carolyn Yao, Real-Time concepts for Embedded Systems, CMP Books 2003, ISBN:1578201241 4. David E. Simon, An Embedded Software Primer, Pearson Education.Inc, 1999.</p>

Наставна дисциплина	6. Програмирање со VxWorks RTOS				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	<p>По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со разбирање на системите за работа во реално време и соодветните оперативни системи, познавање на техниките за проектирање и имплементација на системите за работа во реално време (RTOS), способност за работа со VxWorks RTOS и неговите наредби, вештина за програмирање на вградлив систем за работа во реално време со I/O уреди, нивните драјвери, и оперативен систем во реално време</p>				
Содржина	<p>Вовед за RTOS Мултитаскинг и Рапоредување Комуникација меѓу процеси и семафори Мултитаскинг во реално време и распоредување со VxWorks Комуникација на внатрешни рутини со VxWorks Tornado2.2 IDE Demo Shell, Browser, Debugger & Wind View VxWorks Boot Image Прекини, Справување на исклучоци и тајмери Менаџирање на I/O Драјвери за уреди Управување со меморијата Студии на конкретни примени (case studies)</p>				
Литература	<p>1. Raj Kamal, "Embedded Systems Architecture Programming and Design", McGraw Hill, 2006. 2. Sam Siewert, "Real-Time Embedded Components and Systems", Charles River Media, Boston, MA, 2006. 3. David E. Simon, "Embedded Software Primer", Pearson, 1999. 4. "VxWorks Reference Manual", Wind River Systems, Inc., Alameda, CA, 1999.</p>				

Наставна дисциплина	7. Техники за дизајнирање на систем во чип				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	2+0+0+4	5	МК/ENG	КТИ
Предуслови					
Компетенции	По завршување на курсот студентот ќе владее со методологија за развој на System-on-Chip, ќе биде способен да развива платформско специфични компоненти (мрежа, видео интерфејс, безжична комуникација...)				
Содржина	<p>Вовед во вградливи компјутерски системи. Историја и преглед на вградливи системи. систем-на-чип дизајн. Архитектура на вградливи компјутерски системи. Модели и методологии на системски дизајн. Рапределба помеѓу хардвер и софтвер. Дизајн на вградливи компјутерски системи. Моделирање и симулација на системи-на-чип. Функциско-архитектурен кодизајн. Дизајн за базиран на дестинациската платформа. Пресликување на архитектура.</p> <p>Јазици за опис на хардверот. (Verilog HDL, VHDL, SystemC). Верификација на дизајн и тестабилност кај вградливи системи.</p> <p>Систем на чип (SoC) и IP-јадра. Користење на IP-јадра за дизајн на систем-на-чип.</p> <p>Техники за дизајнирање на енергетски ефикасни вградливи системи. Генерален Влез/Излез. Сериски комуникации (I2C, SPI, IrDA, Uarts). Аналоген Влез/Излез.</p> <p>Хардверско-софтверски интерфејси и реконфигурабилно пресметување. Дизајн на комуникациски дел за вградливи компјутерски системи. Синтеза на интерфејс.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. W. Badawy, G. Jullien, System-on-chip for Real-time Applications, Kluwe Academic Publishers, 2002. 2. W. Wolf, Modern VLSI Design: System-on-chip Design, Prentice Hall, 2002. 3. Kevin Skahill: <i>VHDL for Programmable Logic</i>, Addison-Wesley Pub., 1998. 				

Наставна дисциплина	8. DSP во реално време				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	Со успешно завршување на курсот, студентот ќе стекне сознанија за можностите и ограничувањата кај DSP, ќе запознае архитектура и инструкциско множество на конкретен DSP, ќе владее со алат за програмирање на DSP, ќе умее да имплементира и оптимизира алгоритми во DSP околина				
Содржина	<p>Воведни дискусии за DSP, нивните карактеристики и значење за примени во реално време, примери за фамилии DSP, општи правила за избор; детална архитектура на конкретен DSP (на пример TMS320C55xx); инструкциско множество; развојна околина (на пример Code Composer Studio, DSP Starter Kit); извршување на целобројна аритметика кај DSP; преглед на перифериите; примери за примена, библиотеки и оптимизација за работа во реално време; DSP/BIOS RT Kernel</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sen M. Kuo, Bob H. Lee, Wenshun Tian: "<i>Real-Time Digital Signal Processing: Implementations and Applications</i>", Wiley, 2006, ISBN-10: 0470014954 2. Sen M_Kuo, Woon-Seng S_Gan: "<i>Digital Signal Processors - Architectures, Implementations, and Applications</i>", Prentice Hall, 2004, ISBN-10: 0130352144 3. TMS320C55x DSP CPU Reference Guide 				

Наставна дисциплина	9. Водење развојни проекти				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	1+0+0+2	2,5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со познавање на процесот на развој на производ, познавања на проектен менаџмент за задоволување на ограничувањата за цена и времето на развојот на производот, способност за изработка на документација				
Содржина	Принципи на квалитет и алатки за обезбедување квалитет Процес на развој на производ Проектирање на системско ниво Интеграција на хардверските и софтверските решенија Коверификација и тестирање Цена на развојот и производна цена Примери на реални развој на производи Спецификација, моделирање и развој на комплексни системи со UML Аспекти на индустриско проектирање Термичко проектирање Аспекти на EMI/EMC Стандарди & EDA алатки Проектен менаџмент (PERT/CPM) Тимска работа и комуникација Документација Проектирање на вградливи системи Студии на конкретни примени (case studies) Проект				
Литература	1) R. K. Wysock, J.P. Lewis, D. Decarlo, The World Class Project Manager: A Professional Development Guide, Perens, 2001. 2) K. DeMaria, The Packaging Development Peocess: A Guide fo Engineers and Project Managers. 3) Написи од списанија, Интернет.				

Наставна дисциплина	10. Научно-истражувачка работа и професионална етика				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	1+0+0+2	2,5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со познавање на разнородни научно-истражувачки методологии и технологија на научните истражувања, способност за изработка на научни и стручни дела, познавања за професионалната етика, способност за изработка на предлог-проект				
Содржина	Наука и научно-истражувачка работа Дефиниција и обележја на научно-истражувачката работа Класификација на науката Видови и класификација на научни и стручни дела Планирање на истражувачки проект и подготовка на предлог-проект Методологии во научно-истражувачката работа Технологија на научните истражувања Пишување и техничка обработка на научни дела				

	Професионална етика Значење на професионалната етика Кодекси на однесување на IEEE и ACM Аспекти од соодветната легислатива Изработка на проект Одбирање на област и тема на проект од наставната програма и изработка на проектот под раководство на ментор
Литература	1) Phil Dee, Building a Successful Career in Scientific Research, Cambridge University Press. 2) E. B. Wilson, An Introduction to Scientific Research, Dover Publication, 1990.

Наставна дисциплина	11. Проектирање системи со FPGA				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изборен	2+0+0+4	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на курсот Проектирање системи со FPGA, се очекува студентот да да владее со VHDL и да ги разбира архитектурите на CPLD и FPGA компонентите. Истовремено се очекува студентот да умеет да ги користи CPLD и FPGA компонентите за проектирање на дигитални системи и да биде способен стекнатите знаења да ги примени при проектирање на вградливи системи базирани на FPGA.				
Содржина	Вовед во програмабилна логика. Архитектури на PLD, CPLD и FPGA. Вовед во програмските јазици за опис на хардвер. VHDL-ентитети и архитектури. VHDL-конструкти за дизајн на комбинациона логика и синхрона логика. Дизајн на конечни автомати и хиерархиски дизајн со VHDL. Симулација, функции и процедури во VHDL. Синтеза и имплементација на дизајнот. Оптимизација на податочните патеки. Креирање на испитни пултови. Високонивоовски дизајн. Хардверско-софтверски кодизајн. Мини проект со FPGA.				
Литература	1. Ian Grout: <i>Digital Systems Design with FPGAs and CPLDs</i> , Elsevier Ltd., 2008 2. Steve Kilts: <i>Advanced FPGA Design</i> , John Wiley & Sons Inc., 2007 3. Kevin Skahill: <i>VHDL for Programmable Logic</i> , Addison-Wesley Pub., 1998				

Наставна дисциплина	12. Интелигентни системи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изборен	3+0+0+1	5	МК/ENG	Е
Предуслови					
Компетенции	По завршување на обврските предвидени со предметот, студентот се стекнува со разбирање на принципите на фази-логички системи, невронски мрежи и еволутивни алгоритми, способност за проектирање на интелигентни системи, знаења за примена и проектирање на роботизирани и интелигентни машини				
Содржина	Фази логика и фази управување Фази-логички системи и апликации Проектирање на фази-логички системи Тип 2 фази системи Примена кај работи и интелигентни машини Невронски мрежи Класи на невронски мрежи				

	Невро-фази системи Основи на еволутивни алгоритми Студии на конкретни примени (case studies) Проект
Литература	1. F. O. Karray, C.W. DeSilva, Soft Computing and Intelligent System Design: Theory, Tools and Applications, Pearson/Addison Wesley, 2004. 2. O. Castillo, P. Melin, Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications, Springer, 2008. 3. C. M. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 2004.

4. Наставен кадар

Р. број	Презиме и име	Подрачје на наставно – научна област
1	В. проф. д-р Љупчо Караџинов	Електроника
2	В. проф. д-р Јосиф Ќосев	Електроника
3	Проф. д-р Љупчо Пановски	Електроника
4	Доц. д-р Зоран Ивановски	Електроника
5	Проф. д-р Аристотел Тентов	КТИ
6	Доц. Д-р Катерина Ралева	Електроника