

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



**студиска програма**

# **МЕТРОЛОГИЈА И МЕНАЏМЕНТ НА КВАЛИТЕТ**

**Скопје, 2008 г.**

## 1. Основни податоци за студиската програма

<b>Назив на студиската програма</b>	МЕТРОЛОГИЈА И МЕНАЏМЕНТ НА КВАЛИТЕТ Модул А – мерна техника, инструментација и менаџмент на квалитет Модул Б – метрологија
<b>Назив на дипломата</b>	магистер по електротехника и информациски технологии, студиската програма метрологија и менаџмент на квалитет
<b>Компетенции</b>	<p>Студиската програма нуди два модули.</p> <p>Со завршувањето на модулот А:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• кандидатот се здобива со знаења за мерните методи и технологии, инструментацијата и мерните системи,</li> <li>• кандидатот стекнува знаења за системите и стандардите за менаџмент и обезбедување на квалитет.</li> </ul> <p>Со завршување на модулот Б:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• кандидатот се здобива со знаења од општата и законската метрологија, теоријата на мерната неодреденост, мерни методи и инструментација и метрологијата на соодветните физички големини.</li> </ul> <p>Кандидатите со завршен модул А се компетентни за проектирање, развој и одржување на мерни уреди и системи, примена на законската метрологија, како и воведување и менаџмент на системи за квалитет.</p> <p>Кандидатите со завршен модул Б се компетентни за примена на законската метрологија, калибрација на мерни инструменти, метрологија на одредени физички големини, одржување на мерни уреди.</p>
<b>Јазик</b>	Македонски и англиски за кандидатите од странство
<b>Носител (институти или др.)</b>	Институт за електрични мерења и материјали со партиципација на Институт за математика и физика

## 2. Дополнителни информации за студиската програма

### 2. 1. Услови за запишување на студиската програма

Р.бр.	Листа на завршени додипломски студии
1.	Факултет за електротехника и информациски технологии
2.	Машински факултет
3.	Технолошки факултет
4.	Природно-математички факултет
5.	Градежен факултет

## 2.2. Образложение за потребите за воведување на студиската програма

<p><b>Идентификација на потребите и можностите за вработување</b></p>	<p>Во научната и техничката јавност е општо прифатено дека метрологијата е мост помеѓу реалниот свет и светот на идеи и докажани знаења.</p> <p>Мерењата претставуваат неопходност во секојдневниот живот, во техничката практика и индустријата, медицината, менаџментот со животна и работна средина, итн.</p> <p>Современата мерна техника во суштина е интердисциплинарна област која опфаќа знаења од повеќе дисциплини и подрачја како: класичните електрични мерења (кои се важни за да се разберат мерните методи и принципите на модерната инструментација), процесирањето на сигнали, електрониката, сензорската техника, компјутерската техника и интерфејсите, современите софтверски алатки, итн. Од друга страна, развојот на мерната техника и инструментација е многу брз и секоја година на пазарот се појавува нова и софистицирана инструментација, чиј развој мора да се следи и применува.</p> <p>Со студиската програма Метрологија и менаџмент на квалитет ќе се овозможи заинтересираните кандидати да стекнат заокружени познавања од повеќе подрачја на мерната техника како што се: законската и индустриската метрологија, сензорите, обработката и преносот на мерни сигнали, програмабилната инструментација, компјутерските мерни системи, апликацијата на мерните системи за различни цели, технологијата и карактеризацијата на електротехничките материјали, како и системите за менаџмент на квалитет.</p> <p>Целта на студиската програма е дипломирани електротехнички инженери, како и дипломирани кандидати од другите технички и природно-математички факултети да се специјализираат во областа на метрологијата и менаџментот на квалитет.</p> <p>Со студиската програма се нудат два модула. Модулот А е ориентиран кон изучување на мерните методи и современата инструментација и е соодветен за инженерите од индустријата. Модулот Б е ориентиран кон метрологијата и калибрацијата на мерни инструменти и одговара на лица кои работат во метролошката инфраструктура на Република Македонија (Биро за метрологија, Институт за стандардизација и др.) и различни научно-истражувачки и индустриски лаборатории.</p> <p>Можностите за вработување се широки, бидејќи мерната техника и инструментација наоѓаат примена во сите области од човековиот живот. Стекнатите знаења и вештини се полезни за специјалистите вработени во: индустријата (топилниците, машинската, електроиндустријата, процесната индустрија), компаниите од енергетскиот сектор, истражувачки лаборатории и лаборатории за контрола на квалитет, медицината, компании од телекомуникацискиот сектор, градежништвото, застапници на мерна инструментација и друго.</p>
---	--

### 2.3. Податоци за меѓународна споредливост на студиската програма

<b>1. Назив на студиска програма</b> <b>2. Универзитет</b> <b>3. web-страница на студиската програма</b>	Мерења и инструментација Чешки технички универзитет во Прага <a href="http://www.feld.cvut.cz/education/master/KM">www.feld.cvut.cz/education/master/KM</a>
<b>1. Назив на студиска програма</b> <b>2. Универзитет</b> <b>3. web-страница на студиската програма</b>	Електрична и електронска инструментација Технички универзитет Делфт <a href="http://ei.its.tudelft.nl">http://ei.its.tudelft.nl</a>
<b>1. Назив на студиска програма</b> <b>2. Универзитет</b> <b>3. web-страница на студиската програма</b>	Инструментација и мерења Политехнички универзитет на Каталонија, Барселона <a href="http://www.masteree.upc.edu/contingut_cat">www.masteree.upc.edu/contingut_cat</a>
<b>1. Назив на студиска програма</b> <b>2. Универзитет</b> <b>3. web-страница на студиската програма</b>	Автоматика и мерења и инструментација АГХ Универзитет на наука и технологија, Краков <a href="http://www.agh.edu.pl/en">www.agh.edu.pl/en</a>

### 2.4. Дополнителни можности и перспективи на студиската програма

Предложената студиска програма е направена според примерот на исти или слични студиски програми на реномирани европски и светски универзитети. При изработката на програмата е внимавано во соодветните наставни дисциплини да се воведат најновите знаења и достигнувања во соодветните подрачја. Изработката на едногодишна после дипломска програма беше една од целите на Темпус проектот “Воведување на дво-степени студии во метрологијата”. Во текот на изработката на проектот членовите на Институтот имаа можност детално да се запознаат со соодветните програми на факултетите учесници во проектот.

Лабораторијата за електрични мерења поседува солидна инструментација и опрема за изработка на квалитетни лабораториски вежби, семинарски и проектни задачи. Со тоа студиската програма нема само теоретски аспект, туку поседува и забележителна практична ориентација, која ќе овозможи на студентите да ги развијат способностите за истражувачка и експериментална работа. Воедно, сметаме дека оваа компонента ќе привлече соодветен профил на студенти кои имаат афинитети за практична работа.

Како дополнителна можност е изработка на семинарски и проектни задачи, како и магистерски тези во компаниите од индустријата, енергетиката и во соодветните лаборатории од метролошката инфраструктура на РМ, со кои Институтот има долгогодишна соработка.

Како перспектива на студиската програма е воведување размена на студенти или престој на други Европски факултети (ЕКТС), можности за повикување на професори од странските универзитети. Институтот воспостави одлични контакти со неколку реномирани европски универзитети и во смисла на погоре кажаното, водени се првични разговори со професорите од соодветните катедри.

### 3. План и предмети на студиската програма

#### 3.1.1. Преглед на наставни дисциплини на студиската програма

Ред. број	Назив – модул А	Назив – модул Б	Семестар	Кредити		Фонд часови
1.	Сетила и мерни преобразувачи	Принципи на метрологија	IX	5	5	3+0+0+1
2.	Обработка и пренос на мерни сигнали	Теорија на мерна неодреденост	IX	5	5	3+0+0+1
3.	Калибрација и обезбедување на квалитет		IX	5		3+0+0+1
4.	Изборен предмет	Изборен предмет	IX	5		
5.	Изборен предмет	Изборен предмет	IX	5		
6.	Изборен предмет	Изборен предмет	IX	5		
7.	Микропроцесорски програмабилни инструменти	Физика на материјалите		X	5	3+0+0+1
8.	Изборен предмет	Изборен предмет		X	5	
9.	Магистерски труд			X	20	
	ВКУПНО			30	30	

#### 3.1.2. Изборни предметни дисциплини (предмети)

Ред. бој	Назив – Модул А	Назив – Модул Б	Семестар	Кредити	Фонд часови	
1.	Теорија на мерна неодреденост	Обработка и пренос на мерни сигнали	IX	5	3+0+0+1	
2.	Техники за карактеризација на материјалите		IX	5	3+0+0+1	
3.	Магнетни мерења и материјали	Проектна задача	IX	5	2+0+0+4	
4.	Електроmedizinска инструментација	Сетила и мерни преобразувачи	IX	5	3+0+0+1	
5.	Менаџмент на квалитет	Проектен менаџмент	IX	IX	5	3+0+0+1
6.	Мерни системи во електроенергетика	Метрологија на механички големини	IX	X	5	3+0+0+1
7.	Мерноуправувачки системи	Метрологија на температура и радијациони големини	IX	X	5	3+0+0+1
8.	Компјутеризиран мониторинг на индустриски процеси	Метрологија на хемиски големини и референтни материјали	IX	X	5	3+0+0+1
9.	Мерење и проектирање на заземјувачки системи	Метрологија на електромагнетни големини		X	5	3+0+0+1
10.	Компјутеризирани мерења и виртуелна инструментација			X	5	3+0+0+1
11.	Мониторинг на животната и работната средина			X	5	3+0+0+1
12.	Материјали во микро и нано технологиите			X	5	3+0+0+1

## Куси содржини за наставните дисциплини (предметите)

Наставна дисциплина	Сетила и мерни преобразувачи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Задолжителен А Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги знае физичките, технолошките и техничките аспекти на работата и користењето на различни типови сетила. Компетентен за развој и одржување на мерни сетилни системи за мерење на различни физички големини во техничката практика.				
Содржина	Вовед. Основни физички законитости и технологии на изработка на сетилата и преобразувачите. Мерни карактеристики и параметри на сетилата, статички И динамички. Поделба и типови сетила. Опис на поедини типови на сетила и преобразувачи. Силициумски сетила. Интерфејсинг. Интелегентни сетила. Калибрација и самокалибрација на сетилата и преобразувачите.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Љ. Арсов: Сетила и преобразувачи, скрипта, 2008.</li> <li>2. Julian W. Gardner: Micro sensors, Principles and Applications, University of Warwick, 1994.</li> <li>3. G. Meijer and all: Smart Sensor Systems, Delft University of Technology, 2006.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Обработка и пренос на мерни сигнали				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Задолжителен А Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Стекнување со детални познавања од обработка и пренос на мерни сигнали, применливи знаења за аквизиција на мерни податоци и нивна обработка.				
Содржина	Видови мерни сигнали и нивно генерирање. Дигитална обработка на мерен сигнал. Пречки при пренос на мерни сигнали и начин за нивно потиснување. Системи за собирање мерни податоци. Пренос на мерни сигнали и мерни податоци. Заштита на мерниот сигнал во тек на пренос. Прием на мерни сигнали и нивна обработка.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Popovich: Digitalna Obrada Signala, Akademaska misao, Beograd, 2003.</li> <li>2. Mixed-Signal and DSP Design Techniques, Ed. By Newnes, Oxford, 2003.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Микропроцесорска програмабилна инструментација				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
<b>Предуслови</b>					
<b>Компетенции</b>	Стекнување со применливи знаења потребни за проектирање на софистицирана мерна инструментација, нејзино оптимирање, тестирање и правилно користење.				
<b>Содржина</b>	Архитектура на микропроцесор, на микрокомпјутер и на DSP. Аналогни и дигитални кола во мерните инструменти. Аналогно-дигитална и дигитално-аналогна конверзија Улога на микропроцесорите во мерниот процес. Програмабилни мерни уреди. Интерфејси за автоматизирани мерења. Работа на програмабилен мерен систем. Проектирање мерен систем. Примери на практична имплементација на микропроцесорски инструменти.				
<b>Литература</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ц. Гавровски: Мерења во телекомуникациите, ФЕИТ – скрипта, 2007.</li> <li>2. M. Burns and G.Roberts: An Itrouduction to Mixed-Signal IC Test and Measurement, Oxford University Press, 2001.</li> <li>3. R.A. White: Electronic Test Instruments, Analog and Digital Measurements, Prentice Hall, 2002.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Калибрација и обезбедување на квалитет				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Изборен А Задолжителен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
<b>Предуслови</b>					
<b>Компетенции</b>	Кандидатите се запознаваат со универзалните елементи на калибрацијата, примарните и секундарните еталони, методите и калибраторите, методите и стандардите за обезбедување на квалитет. Компетентен е за водење и планирање на мерењата и калибрациите, калибрирање на мерна опрема, обезбедување следливост и квалитет.				
<b>Содржина</b>	Вовед. Универзални елементи на законската и индустриската метрологија. Примарни и секундарни еталони. Калибрација и калибратори. Метролошка статистика. Раководење и обезбедување на квалитет.				
<b>Литература</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calibration: Philosophy in Practice, Second Ed., Fluke Corporation, 1994.</li> <li>2. J. Keithley: Low Level Measurements, 5<sup>th</sup> edition, 2003.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Теорија на мерна неодреденост				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Изборен А Задолжителен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Запознавање со теоријата на мерна неодреденост дефинирана од релевантните интернационални и европски организации од областа на метрологијата и стандардизацијата. Кандидатите ќе бидат оспособени самостојно да обработуваат мерни податоци и евалуираат мерната неодреденост на мерни уреди.				
Содржина	Приказ на теоријата на мерна неодреденост според “Прирачникот за изразување на мерната неодреденост” (GUM, 1995, ISO – Geneva) и “Изразување на мерната неодреденост при калибрација” (EA-5/02, 1999). Објаснување на користени поими и дефиниции. Дефинирање на мерната неодреденост од тип А преку статистички методи. Нормална и правоаголна дистрибуција на мерни резултати и коефициент на чувствителност. Дефинирање на мерна неодреденост од тип В. Примери за примена на мерна неодреденост при калибрација на универзални инструменти, мерни отпорници и мерења на други физички величини. Објаснување како правилно да се толкуваат спецификациите за грешки дадени од производителите на мерна инструментација.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>EA-4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, 1999, European co-operation for Accreditation.</li> <li>S. Bell: Guide to Uncertainty of Measurement, National Physical Laboratory, UK, 2001.</li> <li>C.F. Dietrich: Uncertainty, Calibration and Probability, Adam Hilger, Bristol, 1991.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Принципи на метрологија				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Задолжителен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Кандидатите се запознаваат со основите на метрологијата, принципите на законската и нискофреквентната метрологија. Се стекнуваат со знаења од мерните постапки, карактеристиките на мерните уреди, мерните преобразувачи и мерни системи.				
Содржина	Базични поими во метрологијата. Мерења и мерни постапки. Отворен и затворен мерен процес. Сигнали носители на мерна информација. Мерни преобразувачи. Статички и динамички карактеристики на мерни уреди. Базична едностранна и нискофреквентна метрологија. Аналогна и дигитална мерна инструментација. Програмабилна инструментација. Комплексни мерни уреди. Микропроцесорски базирани мерни уреди. Автоматизирани мерни системи. Аквизиција на мерни податоци.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>S. Tumanski: <i>Principles of Electrical Measurement</i>, Taylor &amp; Francis, New York, 2006.</li> <li>P.H. Garret: <i>Multisensor Instrumentation 6 Sigma Design</i>, Wiley, 2002.</li> <li>Џ. Гавровски: <i>Основи на мерна техника</i>, ФЕИТ, Скопје, 2007.</li> </ol>				



Наставна дисциплина	Физика на материјалите				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	Задолжителен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	МФ
Предуслови					
Компетенции	Се стекнува со знаења за физиката на материјалите, запознавање со различните видови структури, поделбата и физичките својства на материјалите. Компетентен за истражување во областа на материјалите и нивната примена.				
Содржина	Вовед во физика на материјалите. Видови структури – аморфни, кристални и течнокристални структури на материјалите. Општа поделба на материјалите: метални, керамички, полимерни, композитни, суперспроводни, функционални материјали. Физички својства на материјалите: механички, термодинамички, оптички, електрични и магнетни својства.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Robert J. Naumann , Introduction to the Physics and Chemistry of Materials, University of Alabama, Huntsville, USA,2006</li> <li>2. Yip-Wah Chung, Introduction to Materials Science and Engineering, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, 2005</li> <li>3. George Murray, Charles V. White, Wolfgang Weise, Introduction to Engineering Materials, Second Edition, California Polytechnic Institute, San Luis Obispo, USA, Kettering University, Flint, Michigan, USA, University of Applied Sciences, Esslingen, Germany</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Техники за карактеризација на материјалите				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Изборен А и Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	МФ
Предуслови					
Компетенции	Стекнува знаење за експерименталните методи и мерни техники за карактеризација на материјалите во електротехниката. Компетентен за карактеризација на материјалите со современите методи и техники, со цел оптимизирање и унапредување на нивната примена во новите технологии и процеси.				
Содржина	Поделба на мерните техники за карактеризација на материјалите. Термомеханички техники. Електро-оптички техники, импедансна и диелектрична спектроскопија. Методи за анализа на морфологијата на материјалите. Микроскопски методи. Спектроскопски техники: Раманова, ултравиолетова и видлива спектроскопија.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. J.P.Holman, W.J.Gajda, Experimental methods for engineers, McGraw - hill, Inc.,1998</li> <li>2. Л. Машковиќ, Р. Максимовиќ, в. Јовановиќ, Полимерни материјали, физичка својства и неки аспекти примене, 1997</li> <li>3. Robert Cahn, Concise encyclopedia of material characterization, 2005</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Магнетни мерења и материјали				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги знае и разбира на карактеристиките на различните видови магнетни материјали, нивната примена, како и познавање и примена на постапките и методите за магнетни мерења.				
Содржина	Стандарди во магнетните мерења. Методи за мерење на магнетни полиња. Класификација. Микросетила за магнетно поле. Метод на нуклеарна магнетна резонанца. Добивање на хомогени магнетни полиња. Магнетни својства на материјалите. Макроскопска структура на магнетиците. Моделирање на магнетни материјали. Испитување на карактеристиките на магнетните материјали. Мерни неодредености, повторливост и стандардизациони аспекти кај магнетните мерења. Дигитални постапки во магнетните мерења. Примена на магнетни материјали во специјални технологии во електротехниката.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Pfuetzner "1&amp;2-Dimensional Magnetic Measurement and Testing", <i>Vienna Magnetism Group Reports ISBN 3-902105-00-3, Vienna 2000</i></li> <li>2. S. Wiak, A. Krawczyk, I. Dolezal "Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics: Advanced Computer Techniques in Applied Electromagnetics", <i>IOS Press, ISBN 978-1-58603-895-3, Amsterdam 2008</i></li> </ol>				

Наставна дисциплина	Електроmedizinска инструментација				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Компетентност за воведување, избор, ставање во работа и одржување на електроmedizinска инструментација.				
Содржина	Електроmedizinски мерни системи и нивни карактеристики. Заземјување и заштита на пациентот. Биоелектричен потенцијал. Акционен потенцијал. Електро-стимулатори. Едноканални и повеќеканални ЕМГ уреди. Поврзување на ЕМГ уреди со компјутер и обработка на резултатите. Електрокардиограм. ЕКГ уреди. Пејсмејкери. ЕЕГ сигнали. ачин на поврзување. ЕЕГ уреди. Примена на ултразвук. Мерење проток на крв, крвен притисок и пулс. Нуклеарна медицинска инструментација.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Webster: <i>Medical Instrumentation – Application and Design</i>, Houghton Mifflin Comp. 2001.</li> <li>2. N.T. Thakor: <i>Biopotentials and Electrophysiology Measurement</i>, CRC Press, 1999.</li> <li>3. R. Metting, A. Peper, C.A. Grimbergen: <i>High-quality recording of bioelectrical events. Part 1, Interference reduction, Theory and Practice. Med. Biol. And Comput.</i> 28. 1990</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Менаџмент на квалитет				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
IX	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Кандидатот ќе се стекне со знаење за системите за управување со квалитет, компетентност и безбедност. Кандидатот е оспособен за креација, имплементација и одржување на различни менаџмент системи дефинирани со меѓународни стандарди.				
Содржина	Поим за квалитет и политика за квалитет. Организација и раководење. Процесен пристап кон организацијата и менаџмент системот. Оптимизација на токовите на информациите. Документација. Барање на стандардот за управување со квалитетот ISO 9001. Други меѓународни стандарди за управување со квалитетот, компетентноста и безбедноста. Пристап кон тотален квалитет. Студиски примери на менаџмент системи за квалитет.				
Литература	1. M. Wadsworth et al: Modern Method for Quality Control and Improvements, Wiley, 2001.				

Наставна дисциплина	Мерни системи во електроенергетиката				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
IX	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Студентот добива познавања за методите и инструментацијата користена за мерење на величините карактеристични за електроенергетските мрежи. Кандидатот ќе биде оспособен да користи современа инструментација која се користи кај електричните мрежи и да може да ги евалуира и оценува добиените резултати.				
Содржина	Вовед во обработка на мерни сигнали во електричните мрежи. Одбрани математички методи кои се користат кај современите дигитални анализатори. Мерење на квалитет на електрична енергија, приказ на соодветни стандарди. Дигитални инструменти и мрежни анализатори за мерење на параметрите кои го дефинираат квалитетот на електричната енергија. Методи за мерење на моќности, електрична енергија и фактор на моќност. Обработка на соодветните дигитални инструменти, грешки, резолуција, хардверска структура. Приказ на соодветните микропроцесори кои се користат кај овие инструменти. Пренос на мерни податоци до централните компјутерски системи, жичен и безжичен пренос. Примери на мерни системи во електроенергетиката.				
Литература	1. J. Schlabach et al: Voltage Quality in Electrical Power Systems, IEE, London, 2001. 2. M. H.J. Bollen, I. Gu: Signal Processing of Power Quality Disturbances, Wiley – IEEE Press, 2007.				

Наставна дисциплина	Мерноуправувачки системи				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
IX	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги знае технолошките и техничките аспекти на работата и користењето на мерноуправувачки системи. Компетентен за проектирање, развој и одржување на мерноуправувачки системи за различни сложени системи и процеси.				
Содржина	Вовед. Основни елементи на мерноуправувачките системи. DAC и ADC. Мерноуправувачки системи со сериска комуникација. Мерноуправувачки системи со паралелна комуникација. Безжични мерноуправувачки системи. Дефинирање на барањата И проектирање на мерноуправувачки системи. Студиски примери на мерноуправувачки системи.				
Литература	1. N. Waldemar: Measurement Systems and Sensors, Artech House, 2005.				

Наставна дисциплина	Компјутеризиран мониторинг на индустриски процеси				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
IX	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Кандидатот ќе се стекне со знаење за методите на мерење на поедини процесни големини како и знаења за организацијата и опремата за реализација на мониторинг системи за индустриски процеси. Кандидатот ќе биде компетентен за планирање, проектирање, монтажа и експлоатација на мониторинг системи во индустријата.				
Содржина	Вовед. Методи за мерење на различни процесни променливи. Опрема и уреди за мерење на процесни променливи. Организација на компјутеризиран мониторинг систем. Опрема за реализација на компјутеризирани мониторинг системи. Студиски примери на различни компјутеризирани мониторинг системи.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. W.C. Dunn: Instrumentation, Sensors and Process Control, Artech House, Boston, 2006.</li> <li>2. V. Drndarevic: Personalni racunari u sistemima mjerenja i upravljanja, Akademska misao, Beograd, 2003.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Компјутеризирани мерни системи и виртуелна инструментација				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	Изборен А и Б	2+0+0+2	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
<b>Предуслови</b>					
<b>Компетенции</b>	Студентите стекнуваат познавања за функционирањето на компјутеризирани мерни системи, архитектурата на тие системи, кои се параметрите според кои може да се споредуваат. Студентите се компетентни да користат картички за аквизиција на мерни податоци и знаат да се служат со софтверскиот пакет LabVIEW.				
<b>Содржина</b>	Вовед во компјутерски мерни системи. Основи на персонален компјутер како носечки елемент на компјутеризиран мерен систем, архитектура, мемории, магистрала. Пренос на мерни податоци во компјутеризирани мерни системи. Сериски интерфејси RS-232C, RS-585 и USB, паралелни интерфејси IEEE-588/IEC-625, други индустриски интерфејси. Безжични мерни системи, сензори и пренос на мерни податоци. Картички за аквизиција на мерни податоци, структура и функција. Спецификации на картичките за аквизиција на мерни податоци. Приказ на софтверскиот пакет LabVIEW. Примери на виртуелни инструменти во LabVIEW. LAN и интернет базирни мерни системи.				
<b>Литература</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. V. Drndarevic: Personalni racunari u sistemima mjerenja i upravljanja, Akademska misao, Beograd, 2003.</li> <li>2. B. Paton: Sensors, Transducers and LabVIEW, Prentice Hall PTR, 1998.</li> <li>3. LabVIEW 8.0 User manual, National Instruments.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Материјали во микро- и нанотехнологиите				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	МФ
<b>Предуслови</b>					
<b>Компетенции</b>	Се стекнува со знаења за физичките основи на најраспространетите материјали што се користат во микро- и нанотехнологиите, со посебен акцент на новите класи меки материјали. Компетентен за истражувања на физичките механизми, одговорни за појава на подредени и делумно подредени структури, како и на уредите со уникатни својства и нивната примена во микро- и нанотехнологиите.				
<b>Содржина</b>	Структура на материјата: компоненти и интеракции, кристали, квазикристали, фрактали и меки материјали. Аспекти на класификација на материјалите: физички принципи, детекција, мерења и манипулација на микро- и нанониво. Класи на материјали: композитни материјали, керамики, материјали со уникатни својства, интелегентни материјали и суперспроводници. Полимери: феноменолошка и статистичка карактеризација. Оптички и електрооптички својства на полимерните материјали. Примена на полимерните материјали во микро и нано технологиите. Течни кристали: основни карактеристики и поделба. Анизотропија на физичките својства: оптички, магнетни, диелектрични и механички својства. Електрооптички ефекти. Примена во дисплеј технологиите и други електрооптички уреди. Самоорганизирачки системи: структури, ориентација и примена. Наноструктурни материјали. Супрамолекуларно самоорганизирање на меката материја. Примена во супрамолекуларната фотоника и електроника, наноекологијата.				
<b>Литература</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. Bhushan, Handbook of nanotechnology, Springer-Verlag, 2004.</li> <li>2. H. Brune, H. Ernst, A. Grunvald, Nanotechnology: assessment and perspectives, 2006.</li> <li>3. Guozhong Cao, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties &amp; Applications, Imperial College Press, 2004.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Мерење и проектирање на заземјувачки системи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	Изборен А	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Кандидатите стекнуваат познавања за методите за мерење на специфичниот електричен отпор на земјиното тло и отпорот на заземјувачите, како и познавања за современите микропроцесорски инструменти кои се користат при овие мерења.				
Содржина	<p>Карактеристики на земјиното тло и сведување на двослојни и трослојни модели. Методи за мерење на специфичниот електричен отпор на земјиното тло и интерпретација на мерните резултати. Општо за заземјувачи и заземјувачки системи. Дозволени напони на допир и чекор. Мрежести заземјувачи на трафостаници, постапки за проектирање. Заземјувачи на мали трафостаници и заземјувачи на далноводни столбови. Методи за мерења на отпорот на заземјување и останатите параметрите на заземјувачките системи. Критериуми за изведување релевантни мерења.</p> <p>Автономни микропроцесорски мерни уреди за мерење отпор на заземјување и специфична отпорност на тлото. Мерење на отпор на заземјување со автономен мерен уред и една или две струјни клешти. Мерни уреди за мерење на отпорот на заземјување на далноводни столбови.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. P. Sakis Meliopoulos: Power System Grounding and Transients, Marcel Dekker, Inc. 1998.</li> <li>2. IEEE Std. 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, IEEE, 2000.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Мониторинг на животна и работна средина				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	Изборен А и Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги знае и разбира мерните постапки за мониторинг на најважните параметри на животната и работната средина.				
Содржина	<p>Вовед. Регулатива и стандарди за мониторинг на животна и работна средина. Аналитички мерни методи за определување на параметрите на медиумите во животната и работната средина. Сетила и електрични постапки за мониторинг на притисок, брзина и проток на флуиди, температура, ниво на течности, влага. Биосензори. Инструментациски методи мерење на ниво на бучава и вибрации. Извори на електромагнетна бучава и нејзини биолошки ефекти. Мерни постапки за детекција на електромагнетни зрачења. Извори на јонизирачки зрачења и нивни биолошки ефекти. Мерни постапки за детекција на јонизирачки зрачења. Автоматизирани мерни системи за мониторинг. Далечински мерни методи за мониторинг и детекција на загадување на животна и работна средина. Системи за аквизиција и чување на мерни податоци од мониторинг. Развој на нови платформи и техники за процесирање на мерни сигнали при детекција на потенцијални извори за контаминација и мониторинг на квалитетот на воздухот, водата и почвата. Примена на софтверски алатки при мониторинг. Обезбедување и контрола на квалитетот при мерењето на параметрите на животната и работната средина, намалување на мерната неодреденост.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Krawczuk, R. Kubacki, S. Wiak, C. Lemos Antunes "Electromagnetic Field, Health and Enviroment", IOS Press, Amsterdam 2008.</li> </ol>				

Наставна дисциплина	Проектна задача				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
	Изборен Б	2+0+0+4	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Овој предмет е конципиран како форма низ која секој од студентите ќе има можност да избере тема од неговиот потесен интерес или предмет на професионален ангажман. Проектната задача може да се сфати како вовед во изработката на магистерскиот труд.				
Содржина	Во договор со предметниот наставник, односно менторот се дефинира содржината на проектната задача.				
Литература	Во договор со предметниот наставник.				

Наставна дисциплина	Проектен менаџмент				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Со завршување на овој курс студентот ќе биде оспособен за: Комплетирање на проекти на време, во рамките на буџетот и според специфициран квалитет за соодветен обем на работи според потребите на клиентите; ефективно планирање и контрола на проектите; дефинирање на улогата, одговорноста и авторитетот на проект менаџерот и другите учесници во проектот; мерење на перформансите на проектниот менаџмент и определување како да се подобри ефективноста.				
Содржина	Водење и менаџирање во современа организациска култура. Распознавање на различни лидерски стилови за водење на проекти. ISO 100006 стандард. Project Management Body of Knowledge-PMBOK водич во проектниот менаџмент. Проект и проектно планирање на IT/IS проекти. Организација според проектите. Организирање на групите во тимови. Проект менаџер. Принципи на Total Quality Management (TQM) System. Концепти и методи на TQM. Влијание на TQM на подобрување на процесот. Воведување на систем на менаџмент на квалитет. Техничка документација во проекти. Видови и форми на документација. Граници на поедините видови на документација. Техничка документација во проектите. Работен план и програма. Кусорочни, среднорочни и долгорочни планови. Деловен план. Бизнис план. Проектна документација, Тендери, Понуди и Договори. Turn-key, DBOT проекти и припадна документација. Комерцијални, технички, социјални, институционални, финансиски и економски аспекти на проектите. Аспекти на животната средина. Методолошки основи на проектна анализа. Анализа Трошоци-Ефекти. Готовински тек (Cash-flow). Pay-back период и профитабилност на IT/IS проектите. Извештаи и презентација на проекти. Случаи за анализа. Учење од проектите.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C. Gray &amp; E. Larson, Project Management, Mc Graw Hill, 2003.</li> <li>2. PMI Standards Committee, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 2007.</li> <li>3. Harold Kerzner, <i>Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling</i>, Wiley, 2001</li> </ol>				



Наставна дисциплина	Метрологија на механички големини				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги познава методите и опремата за прецизно мерење и калибрација на основните механички големини. Оспособен е за работа и истражувачки развој во калибрациона лабораторија за механички големини.				
Содржина	Вовед. Основни дефиниции и закони за механичките големини. Методи и опрема за прецизно мерења и калибрација на маса. Методи и опрема за прецизно мерења и калибрација на должина. Методи и опрема за прецизно мерења и калибрација на должина и рапавост. Методи и опрема за прецизно мерења и калибрација на брзина и проток. Методи и опрема за прецизно мерења и калибрација на забрзување. Методи и опрема за прецизно мерења и калибрација на сила, притисок и механичко напрегање. Еталони за основните механички големини. Лабораториски услови за одржување на еталоните и калибрација.				
Литература	1. Т. Beckwith, R. Marangoni, J. Lienhard: <i>Mechanical Measurement</i> . 5-th Edition,, Addison-Wesley, 1993.				

Наставна дисциплина	Метрологија на температура и радијациони големини				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги познава методите и опремата за прецизно мерење и калибрација температура и радијациони големини. Оспособен е за работа и истражувачки развој во калибрациона лабораторија за температура и радијациони големини.				
Содржина	Вовед. Основни дефиниции и закони за топлина и зрачење. Методи и опрема за прецизните мерења и калибрација на температура. Методи и опрема за прецизните мерења на зрачења. Еталони за температура и радијационите големини. Лабораториски услови за одржување на етаалините и калибрација.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Robert J. Stephenson and all.: <i>Temperature Measurement</i>. Measurement, Instrumentation and Sensors. Editor John G. Webster, IEEE Press 1999</li> <li>2. Wiliam A. Wakeham, Marc J. Assael: <i>Thermal Conductivity Measurement</i>. Measurement, Instrumentation and Sensors. Editor John G. Webster, IEEE Press 1999</li> <li>3. Alan S. Morris: <i>Measurement and Instrumentation Principles</i>. Oxford, 2001.</li> </ol>				



Наставна дисциплина	Метрологија на хемиски големини и референтни материјали				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги познава методите и опремата за прецизните мерења и калибрација на хемиски големини. Оспособен е за работа и истражувачки развој во калибрациона лабораторија за хемиски големини и референтни материјали.				
Содржина	Вовед. Основни дефиниции и закони. Методи и техники за прецизното одредување на хемиски состав, густина и вискозност и други особини на гасови, течни и цврсти материјали. Референтни материјали, карактеризација и одржување големини. Лабораториски услови и опрема кај хемиските лаборатории.				
Литература	1. K. Stewart, R. Ebel: <i>Chemical Measurements in Biological Systems</i> . Wiley&Sons, 2000.				

Наставна дисциплина	Метрологија на електромагнетни големини				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	Изборен Б	3+0+0+1	5	МК/АНГ	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Ги познава методите и опремата за прецизните мерења и калибрација на електромагнетни големини. Оспособен за работа и истражувачки развој во калибрациона лабораторија за електромагнетни големини.				
Содржина	Вовед. Основни дефиниции и закони за електромагнетни големини. Методи и опрема за прецизните мерења на еднонасочен напон, струја, отпор, наизменичен напон, струја, индуктивитет, капацитет, моќност, енергија, фреквенција, магнетен флуks, магнетна индукција, AC/DC трансфер. Еталони за основните електромагнетни големини. Лабораториски услови за одржување на еталоните и калибрација.				
Литература	1. Calibration: Philosophy in Practice, Second Ed., Fluke Corporation, 1994.				

## 4. Наставен кадар

Р. број	Презиме и име	Подрачје на наставно – научна област
1.	Гавровски Цветан	Обработка и пренос на мерни сигнали, микропроцесорска програмабилна и електромедицинска инструментација
2.	Арсов Љупчо	Сетила, мерни преобразувачи, мерно-управувачки системи, менаџмент на квалитет
3.	Ханџиски Благој	Мерни системи во индустријата и електроенергетика, проектирање и мерења на заземјувачки системи
5.	Димчев Владимир	Мерна неодреденост, мерни системи во електроенергетика, мерења на заземјувачки системи, компјутеризирани мерни системи
5.	Фуштиќ Вангел	Проектен менаџмент
6.	Чундева-Блајер Марија	Магнетни мерења, магнетни материјали, мониторинг на животна и работна средина
7.	Гиновска Маргарита	Карактеризација на материјалите во електротехниката
8.	Спасевска Христина	Физика на материјали, материјали во микро и нанотехнологиите
9.	Филиповски Велимир	Метрологија на температура и радијациони големини
10.	Професор од Машински факултет	Метрологија на механички величини
11..	Професор од Технолошки факултет	Метрологија на хемиски величини