

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



студиска програма

СОЛАРНА ТЕХНОЛОГИЈА

Скопје, 2008 г.

1. Основни податоци за студиската програма

Назив на студиската програма	Соларна технологија
Назив на дипломата	Магистер по електротехника и информациски технологии; специјалност – соларен енергетичар
Компетенции	Самостојно професионално дејствување во областа соларни системи: проектирање, изведба, финансиско вреднување и економска исплатливост, симулации со современи софтверски пакети.
Јазик	македонски
Носител	Институт за индустриска електроенергетика и автоматизација

2. Дополнителни информации за студиската програма

2. 1. Услови за запишување на студиската програма

Р.бр.	Листа на завршени додипломски студии
1.	Сите технички факултети и факултети за природни науки

2.2. Образложение за потребите за воведување на студиската програма

Идентификација на потребите и можностите за вработување	<p>Пратејќи ги светските трендови во соларната енергетика, согласно мисијата на факултетот, наша обврска е да образуваме кадар, компетентен подеднакво како и други образовани било каде во светот. Со компетентни кадри би можеле да се вклучиме во овој светски растечки тренд мотивиран од: намалување загадување на околината, поодмерено искористување на постоечките, исцрпливи извори на енергија, новите поефикасни техники и технологии за искористување на сончевата енергија итн.</p> <p>Следејќи ги трендовите во енергетиката, сметаме дека за еден компетентен соларен енергетичар има работно место во приватни фирми од предметнава проблематика (кои веќе се присутни на пазарот), во компании за производство и дистрибуција на електрична енергија, експерти на владино ниво и др.</p>
---	---

2.3. Податоци за меѓународна споредливост на студиската програма

1. Назив на студиска 2. Универзитет 3. web-страница на студиската програма	Photovoltaics and Solar Energy – 8512 University of New South Wales http://www.handbook.unsw.edu.au/postgraduate/programs/2008/8512.html
1. Назив на студиска 2. Универзитет 3. web-страница на студиската програма	European Solar Engineering School http://www.eses.org/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=1&Itemid=31
1. Назив на студиска 2. Универзитет 3. web-страница на студиската програма	Master Course in Photovoltaic Engineering http://www.masterpv.org/eng/master_photovoltaic_engineering.html

2.4. Дополнителни можности и перспективи на студиската програма

Со завршување на овие постдипломски студии, за кандидатот се отвара простор за понатамошно стручно и научно усовршување на докторски студии од областа соларна технологија.

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.	Соларен електрицитет	IX		5		2+2+0+0
2.	Сончеви термички постројки	IX		5		3+0+0+1
3.	Проектирање на термички сончеви постројки	IX		5		3+0+0+1
4.	Изборен предмет	IX		5		
5.	Изборен предмет	IX		5		
6.	Изборен предмет	IX		5		
7.	Проектирање и анализа на автономни фотоволтаични системи		X		5	2+2+0+1
8.	Изборен предмет		X		5	
	Магистерски труд		X		20	
	ВКУПНО			30	30	

3.1.2. Изборни предметни дисциплини (предмети)

1.	Особености на обновливите извори на енергија	IX		5		3+0+0+1
2.	Одбрани поглавија од електронски енергетски преобразувачи	IX		5		3+0+0+1
3.	Статистичка анализа на сончевото зрачење	IX		5		3+0+0+1
4.	Енергетика и околина	IX		5		3+0+0+1
5.	Хибридни енергетски системи и микро мрежи	IX		5		3+0+0+1
6.	Акумулирање електрична енергија	X		5		3+0+0+1
7.	Моделирање и управување на соларни системи	X		5		2+0+0+4

3.2. Куси содржини за наставните дисциплини (предметите)

Наставна дисциплина	Соларен електрицитет				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
IX	зад.	3+0+0+1	5	МК	IEEA
Предуслови					
Компетенции	<p>Откако го положи испитот Соларен електрицитет, се очекува студентот да ги знае основите на соларно инженерство: приземно сончево зрачење, ефект на поставеност на активната површина врз упадната енергија, фотоволтаична конверзија на сончева енергија во електрична, фотоволтаичен генератор.</p>				
Содржина и литература	<p>Екстратерестичко и приземно сончево зрачење. Моделирање на регуларните дневни и годишни промени. Мерење на сончевото зрачење. Сончево зрачење на хоризонтална и на наклонета површина. Физички процеси и математичко моделирање на фотоволтаична конверзија на сончева енергија во електрична. Фотоволтаичен (ФВ) генератор - модул, панел, поле. Елемирање на ефектот „топла точка“. Перформанси на ФВ генератор во реални работни услови - математички модели базирани на каталожките податоци. Софтвер за симулација ФВ генератор со различна конфигурација.</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Solar electricity, edited by Tomas Markvart, UNESCO Energy engineering series, John Wiley&Sons, 1995, 2. Photovoltaic Engineering Handbook, France Lasnier&Tony Gang Ang, Adam Higler, Bristol&New York 				

Наставна дисциплина	СОНЧЕВИ ТЕРМИЧКИ ПОСТРОЈКИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	Машин. ф.
Предуслови					
Компетенции	<p>Откако го положи испитот Сончеви термички постројки, се очекува студентот да ги знае теоријата на термичка конверзија на сончевата енергија во топлина, и можностите и постројките за нејзино користење.</p>				
Содржина и литература	<p>Основни поими за сончевите термички постројки. Видови и споредба на сончевите колектори. Пренос на топлина и ефикасност на рамните сончеви колектори. Колектори со концентрирање на сончевото зрачење, видови, перформанси и ефикасност. Видови и карактеристики на материјалите за изработка на сончевите колектори. Примена на нискотемпературна сончева енергија за: загревање вода за санитарни потреби и греење, загревање воздух за проветрување, греење и ладење. Примена на сончевата енергија за добивање чиста вода за пиење, сушење земјоделски прехранбени производи, сушење дрво и за готвење. Акумулација на сончевата енергија. Примена на високотемпературната сончева енергија за загревање, добивање технолошка пара и за производство електрична енергија. Предности на примената на термичките сончеви постројки во индустријата и домовите.</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Robert Pitz–Paal, Jürgen Dersch, Barbara Milow: European Concentrated Solar Thermal Road-Mapping, SES6-CT-2003-502578. ECOSTAR, 2004, 2. SOLAR THERMALPOWER-NOW, A proposal for the rapid market introduction of Solar Thermal Technology, Pilkington Solar International. 				

Наставна дисциплина	ПРОЕКТИРАЊЕ СОНЧЕВИ ТЕРМИЧКИ ПОСТРОЈКИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	Машин. ф.
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Проектирање сончеви термички постројки, се очекува студентот да знае да проектира сончеви термички постројки за одредена намена				
Содржина и литература	<p>Проектирање на основните елементи од една сончева термичка постројка наменета за добивање топла вода за санитарни потреби, греење, индустриска примена, базени (отворени и затворени) за пливање, како и за добивање топол воздух за сушење прехранбени производи, дрво и др. Проектирање на сончеви постројки за ладење и климатизација. Избор на типот на сончева постројка за греење во однос на капацитетот (мал, среден и голем) и видот на акумулација. Избор на местото на поставување на колекторите и останатата опрема. Моделирање и симулација на перформансите на сончевите термички постројки. Економска анализа на сончева термичка постројка. Еколошки придобивки од примената на сончевата енергија.</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Residential Solar Pool Heating Systems, A Bayer's Guide, Natural Resources Canada. 2. Solar Attic Pool Heating Manual, Elk River, Minnesota 55330, June 2001. Design Guide for the Solar Drying System, Solarwall 				

Наставна дисциплина	ПРОЕКТИРАЊЕ И АНАЛИЗА НА АВТОНОМНИ ФВ СИСТЕМИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изб.	3+0+0+1	5	МК	IEEE
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Проектирање и анализа на автономни ФВ системи, се очекува студентот да знае да проектира ФВ систем за одредена намена				
Содржина и литература	<p>Електрични товари, фактор на едновременост. BOS компоненти на ФВ систем: акумулатор, инвертор, контролери, барач на максимална моќност, MFSU уред, конструкција. Дизајн и димензионирање (преелеминарно и конечно) на автономни ФВ системи – централни и дистрибуирани, за пумпање вода, осветлување, посебна намена. Компјутерска симулација и анализа на перформанси на ФВ системи со различна конфигурација. Програмски пакети PVSYST, SOLAR PRO и др.</p> <p>Економска анализа на ФВ систем: вкупна сегашна цена, LCC вредност, период на самоисплата. Влијание на инвестициони трошоци, времетраење на експлоатација, трошоци за тековно работење и др. при sensitivity економска анализа.</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Solar electricity, edited by Tomas Markvart, UNESCO Energy engineering series, John Wiley&Sons, 1995, 2. Photovoltaic Engineering Handbook, France Lasnier&Tony Gang Ang, Adam Higler, Bristol&New York 				

Наставна дисциплина	ОСОБЕНОСТИ НА ОБНОВЛИВИТЕ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	IEEA
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Особености на обновливите извори на енергија, кандидатот ќе ги знае посебностите и принципите на користење неконвенционални извори на енергија				
Содржина и литература	<p>Општа поделба на извори на енергија. Обновливи извори на енергија: временски карактеристики, управување, квалитет и применливост.</p> <p>Вовед во принципите на искористување на обновливи извори на енергија: сонце, ветар, биомаса, хидропотенцијал, фотосинтеза, геотермална, бранови, плима-осека.</p> <p>Литература</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Principal of Solar Engineering, Frank Kreith&Jan F. Kreider, McGraw-Hill book company, 2. Renewable Energy Resources, John W. Twidell&Anthony D. Weir, London: E.&F. N. Spon. 				

Наставна дисциплина	ОДБРАНИ ПОГЛАВИЈА ОД ЕЛЕКТРОНСКИ ЕНЕРГЕТСКИ ПРЕОБРАЗУВАЧИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изб.	3+0+0+1	5	МК	ИМФ
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Одбрани поглавија од електронски енергетски преобразувачи, студентот ќе стекне знаења за основните компоненти и преобразувачи во енергетската електроника што ќе му овозможи успешно следење на останатите предмети на насоката.				
Содржина и литература	<p>Вовед. Основни поими. Преглед на современите енергетски електронски компоненти. Класификација на електронските енергетски преобразувачи. Ограничувања di/dt и du/dt. Управување со помош на еднонасочни, наизменични, импулсни сигнали и со промена на фазата и соодветни кола. Насочувачи. Инвертори. Статички прекинувачи. МПП уреди. Преобразувачи на еднонасочна енергија во еднонасочна (директни и индиректни). Фреквенциски преобразувачи (директни со природна и присилна комутација; индиректни). Вовед во компјутерска анализа и симулација. Анализа и симулација на енергетски преобразувачи (MATLAB, SPICE).</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гоце Љ. Арсов, "Основни кола во енергетската електроника" Скопје, октомври 2000, http://kursevi.etf.ukim.edu.mk/et/okee, 2. Mohan N., Undeland T, Robbins W., "Power Electronics - converters, applications and design" 3rd. Ed., Wiley, 2007 3. M. H. Rashid, "Power Electronics, Circuits, Devices and Applications", 3rd ed., Prentice Hall, 2003 				

Наставна дисциплина	ЕНЕРГЕТИКА И ОКОЛИНА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изб.	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Енергетика и околина, студентот ќе ги сознае издувните гасови од ЕЕ постројки и нивното штетно влијание во околината, како и мерки за нивно намалување во согласност со одржливиот енергетски развој.				
Содржина	Влијание на енергетски објекти врз животната средина и околината. Видови на загадувања на околината од енергетски објекти – цврсти честички, емисија на стакленички гасови, загадување на водите и воздухот. Заштита од радијација од нуклеарни центри. Обновлите извори како чисти еколошки извори на енергија кои се во согласност со одржливиот енергетски развој. Евалуација на еколошките придобивки од градба на енергетски системи на обновливи извори. Методи за проценка на намалувањето на штетните гасови и тврди супстанции во околината.				

Наставна дисциплина	ХИБРИДНИ ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМИ И МИКРО МРЕЖИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изб.	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Хибридни енергетски системи и микро мрежи, студентот ќе стекне знаење за хибридни енергетски системи, формирање микромрежи од ОИЕ, нивно функционирање, доверливост и квалитет на произведената енергија.				
Содржина	Технички и конструктивни решение за изградба на системи на електрична енергија од разни типови енергетски извори. Дисперзирано производство на енергија. Систем за производство на ЕЕ составен од ветерни електрични центри, соларна енергија и дизел агрегати. Вклучување на енергетските производни постројки од обновливи извори на електрична мрежа. Островска работа на изолирани мрежи од обновливи извори на електрична енергија. Барања за квалитет на произведената електрична енергија. Напојување на изолирани конзумни подрачја – параметри на доверливост. Системи за решавање на електрична мрежа за дисперзирано производство на електрична енергија. Микро мрежи – карактеристики и функционирање. Практични имплементации и реализирани примери. Литература: 1. IEEE Power and Energy Magazine – May/June 2008; July/August 2007 2. S. Abu Shark, R.Li, T. Markvart – Microgrids – distributed on site generation – Tyndall Centre for Climate Change Research, 2005 3. А. Илиев: Микромрежи и хибридни енергетски системи – предавања – семинари во организација на фондацијата Вили Брандт, ФЕИТ 2007 и 2008 год., 4. IEEE Power Systems & IEEE Power Delivery – избрани трудови				

Наставна дисциплина	АКУМУЛИРАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изборен	3+0+0+1	5	Макед.	ИЕЕА
Предуслови					
Компетенции	Откако го положи испитот Акумулирање електрична енергија, кандидатот ќе знае за начините за преобразба на електрична енергија, новите технологии и за разните изведби на акумулатори на енергија.				
Содржина и литература	<p>Потреба и начини на акумулирање на електрична енергија. Основни поими и дефиниции. Електрохемиски процеси. Примарни и секундарни батерии. Примена во системите со обновливи извори на енергија. Меѓународни стандарди.</p> <p>Оловни батерии: составни делови, електрохемиски реакции. Батерии со класична изведба, вентилски регулирани, со запечатена изведба. Начини на полнење и празнење. Работни карактеристики. Шепардов модел.</p> <p>Никел-кадмиумски батерии. Отворена, полузатворена и запечатена изведба. Начин на функционирање. Материјали и компоненти на никел-кадмиумските батерии. Влијание на температурата врз работните карактеристики. Работен век и амортизација. Примена во автономни системи.</p> <p>Типови, карактеристики, материјали и работни карактеристики на NiH, Li-Ion, и други типови батерии. Подрачје на примена.</p> <p>Контролери за полнење/ празнење батерии. Типови и изведби.</p> <p>Хидрогенска технологија. Технологии и компоненти на горивни ќелии. Типови на електролиза и електролизери. Термодинамички и електрохемиски процеси.</p> <p>РЕФЕРЕНЦИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D. Linden, T. Reddy, <i>Handbook of Batteries</i>, 3rd Edition. McGraw-Hill, 2001. • T. R. Crompton, <i>Battery Reference Book</i>, 3rd Edition. Newnes, 2000. • <i>Fuel Cell Handbook Seventh Edition</i>, EG&G Technical Services Inc, for the U.S. Department of Energy, November 2004 				

Наставна дисциплина	СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА НА СОНЧЕВОТО ЗРАЧЕЊЕ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕЕА
Предуслови	основни познавања од статистика				
Компетенции	Откако го положи испитот Статистичка анализа на сончевото зрачење, студентот ќе умее енергетскиот потенцијал на сончевото зрачење, кое е стохастички процес, квалитативно и квантитативно да го анализира со методи од теоријата на веројатност.				
Содржина и литература	<p>Веројатност при експеримент, настан. Распределба на случајни променливи (СП). Функција од една СП и функција на распределба и густина на веројатност на две СП променливи. Биномна и мултиномна распределба. Централна гранична теорема. Распределба на случаен дискретен и непрекинат примерок, графичко претставување. Нормална и χ^2 распределба. Функција на веројатност и метод на максимална веројатност. Поими од теорија на тестови: F – тест, Студент-ов тест. χ^2 тест за доброта на фитовање. Фитување линеарни и нелинеарни функции, метод најмали квадрати. Линеарна и полиномна регресија, интервал на доверба. Користење софтверски CD пакет (составен дел од литература 1).</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siegmund Brandt, <i>Data Analysis</i>, Third Edition, Springer, 1999 (CD included), 2. J. S. Milton & Jesse C. Arnold, <i>Introduction to probability and statistics</i>, Second edition, Mc Graw-Hill, 1990. 				

Наставна дисциплина	МОДЕЛИРАЊЕ И УПРАВУВАЊЕ НА СОЛАРНИ СИСТЕМИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изб.	2+0+0+4	5	M/A	АСИ
Предуслови	основни знаења од математичко моделирање				
Компетенции	<p>Откако го положи испитот Моделирање и управување на соларни системи студентот ќе знае за:</p> <ul style="list-style-type: none"> – концептот на моделирање на системи за искористување на соларна енергија; – алгоритмите за моделирање на системи за искористување на соларна енергија; – алгоритмите за интелигентно управување на системи за искористување на соларна енергија – можностите за анализа и проектирање на системи за оптимално управување на системи за искористување на соларна енергија. 				
Содржина и литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вовед 2. Постапки за моделирање на динамички системи. 3. Класични алгоритми за моделирање 4. Современи алгоритми за моделирање (невронски мрежи, машини со носечки вектори, фази експертски системи, неуро-фази алгоритам, генетски алгоритм) на сончева инсолација и метеоролошки податоци - градба на модел, избор на структурата на моделот, проверка на валидноста на моделот. 5. Примена на алгоритмите за моделирање за симулацијата на системи за искористување на соларна енергија 6. Интелигентно управување на соларни и хибридни системи. 7. Алгоритми на оптимално управување на соларни и хибридни системи со користење <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Giarratano J.C.;Expert Systems: Principle and Programming 2. M.Kufmann, I. H.Witten. Data mining – Practical machine learning tools and techniques, 2nd edition. s.l. : Morgan Kaufmann, 2000. 3. L.Ljung, T.Glad. Modeling Of Dynamic Systems. 1994 				

4. Наставен кадар

Р. број	Презиме и име	Подрачје на наставно – научна област
1.	проф. д-р Кирил И. Коцев	соларна енергетика
2.	проф. д-р Славе Арменски	термотехника
3.	проф. д-р Гоце Арсов	електроника
4.	проф. д-р Петар Лазов	математика
5.	проф. д-р Миле Станковски	автоматика
6.	вонр. проф. д-р Атанас Илиев	електроенергетика
7.	вонр. проф. д-р Антон Чаушевски	енергетика и екологија