

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



студиска програма

ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА

Скопје, 2008 г.

1. Основни податоци за студиската програма

Назив на студиската програма	ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА
Назив на дипломата	Магистер по електротехника и информациски технологии студиска програма - Обновливи извори на енергија
Компетенции *	Оспособеност за изработка на техничко-економски анализи и проекти од областа на обновливи извори на енергија, анализа на сложени процеси кај обновливите извори на енергија, проектирање на технолошки системи за искористување на обновливите извори. Изработка на студии за потребите од градба на нови еколошки чисти извори на енергија, во согласност со одржливиот развој и нивното влијание врз околната средина. Изработка на стратегии и примена на мерки за енергетска ефикасност и рационално користење на електричната енергија. Проектирање на системи за управување и надзор на обновливи извори на енергија.
Јазик	Македонски
Носител	Институт за електрични централи и разводни постројки

2. Дополнителни информации за студиската програма

2.1. Услови за запишување на студиската програма

Р.бр.	Листа на завршени додипломски студии
1	Сите студиски програми на ФЕИТ
2	Студиски програми на машински факултет
3	Студиски програми на градежен факултет
4	Технички факултет - Битола
5	Природно-математички факултет
6	Други технички факултети и факултети за природни и општествени науки од земјава и странство

2.2. Образложение за потребите за воведување на студиската програма

<p>Идентификација на потребите и можностите за вработување</p>	<p>Се поголемиот дефицит на енергија, а посебно на електричната енергија, отвораат можности за барање на алтернативни начини за задоволување на енергетските потреби. Обновливите извори како потенцијал се недоволно искористени како во светски рамки, а посебно во Македонија.</p> <p>Како земја која е со ограничени фосилни енергетски ресурси, Македонија треба во наредниот период максимално да го ангажира својот научен и стручен потенцијал за енергетско искористување на обновливите извори.</p> <p>Се повеќе фирми и поединци на приватна иницијатива вложуваат во технолошките системи за искористување на обновливите извори како ветерни центри, мали хидроцентрали, соларни системи, биомаса и др.</p> <p>Се очекува дека во наредниот период потребата од вакви кадри во Македонија ќе биде поголема, каде се најавуваат и апликативна имплементација на конкретни проекти од областа на обновливите извори на енергија.</p> <p>Можностите од вработување ги согледуваме во државната компанија за производство на електрична енергија ЕЛЕМ, во ЕВН-ЕСМ, во проектантските организации, во повеќе приватни компании заинтересирани за вложувања во обновливите извори на енергија, како и во компаниите производители на опрема поврзана со градба на обновливи извори на енергија</p>
---	---

2.3. Податоци за меѓународна споредливост на студиската програма

1. Назив на студиска програма	European Master in Renewable Energy
2. Универзитет	
3. web-страница на студиската програма	http://www.master.eurec.be/
1. Назив на студиска програма	Renewable Energy and Energy Management
2. Универзитет	University of Ulster
3. web-страница на студиската програма	http://prospectus.ulster.ac.uk

2.4. Дополнителни можности и перспективи на студиската програма

Студиската програма отвора можности за ангажирање на студентите постдипломци во конкретни апликативни проекти од областа на енергетски системи за искористување на обновливите извори. Во соработка ќе бидат вклучени и други фирми, а посебно субјекти кои се заинтересирани за вложување и инвестирање на системи за производство на енергија од обновливи извори во Македонија. Секако ќе се користат и меѓународните искуства во поедини земји од областа на обновливите извори. Програмата нуди можност за вклучување на кадрите во европските текови и тенденции за искористување на обновливите извори на енергија, а со цел на остварување енергетска независност и несметан стопански развој.

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.	Искористување на сончевата енергија	IX		5		3 + 0 + 0 + 1
2.	Мали хидроелектрични централи	IX		5		3 + 0 + 0 + 1
3.	Основи на ветрогенераторски системи и технологии	IX		5		3 + 0 + 0 + 1
4.	Изборен предмет	IX		5		3 + 0 + 0 + 1
5.	Изборен предмет	IX		5		3 + 0 + 0 + 1
6.	Изборен предмет	IX		5		3 + 0 + 0 + 1
7.	Техноекономски аспекти на ОИЕ		X		5	3 + 0 + 0 + 1
8.	Изборен предмет		X		5	3 + 0 + 0 + 1
9.	Магистерски труд		X		20	
	Вкупно			30	30	

*предметите напишани со здебелени букви се задолжителни предмети.

3.1.2. Изборни предметни дисциплини (предмети)

Ред. број	Назив	Семестар		Кредити	Фонд часови
1.	Енергетика и околина	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
2.	Технологии за добивање на сончеви ќелии	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
3.	Материјали за обновливи извори на енергија	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
4.	Мерење на параметрите на обновливите извори	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
5.	Енергија од биомаси	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
6.	Управување и автоматизација на постројки на ОИЕ	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
7.	Енергетски и конструктивни аспекти на ветерни централи	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
8.	Хибридни енергетски системи и микро мрежи	IX		5	3 + 0 + 0 + 1
9.	Фотоволтаична конверзија на сончевата енергија		X	5	3 + 0 + 0 + 1
10.	Дизајн и примена на ефтини сончеви ќелии		X	5	3 + 0 + 0 + 1
11.	Електрични машини во ветрогенераторски системи		X	5	3 + 0 + 0 + 1
12.	Софтверска подршка на ветрогенераторски системи		X	5	3 + 0 + 0 + 1
13.	Постројки за добивање на енергија од биомаса		X	5	3 + 0 + 0 + 1
14.	Заштита и сопствено напојување на постројки на ОИЕ		X	5	3 + 0 + 0 + 1
15.	Проектирање и интегрирање во мрежа на ОИЕ		X	5	3 + 0 + 0 + 1

Куси содржини за наставните дисциплини (предметите)

Наставна дисциплина	ИСКОРИСТУВАЊЕ НА СОНЧЕВАТА ЕНЕРГИЈА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	задолжителни	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови					
Компетенции	Со завршување на овој курс студентот ќе ги совлада техниките на конверзија на сончевата енергија во топлинска, видови на преобразувачи и нивните перформанси, подобрување на истите и нивна практична примена.				
Содржина	<p>За Сонцето и интензитетот на сончево зрачење на Земјата. Зрачење на хоризонтална површина. Пресметување на средната вредност на сончевото зрачење. Пренос на топлина (зрачење, топлоспроводност, конвекција). Пренос на топлина меѓу паралелни рамнини. Топлински загуби при присилена конвекција и ветер. Рамни колектори (видови). Термичка дистрибуција во рамни колектори. Коefициент на корисно дејство на рамен колектор. Подобрување на перформансите на колекторите.</p> <p>Концентрирачки колектори (видови). Конфигурации. Фокус. Каустика. Фактор на концентрација. Термички перформанси на концентрирачки колектори. Оптички перформанси на концентрирачки колектори. Складирање и транспорт на енергија. Примена. Топла вода за домаќинства. Греење и ладење. Индустриски топлински процеси.</p> <p>Фотоволтаици-PV. Вовед. Допирање. Ферми ниво. p-n премин. Карактеристики на p-n премин. Келии, модули, панели. Принцип на работа на PV. Монокристални келии. Влијание на температурата на карактеристиките на PV. Складирање на сончевата енергија.</p>				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. G.N.Tiwari, Solar Energy Fundamentals, Design, Modeling and Applications, 2005 2. John.A.Duffie, William A.Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, 2001; 3. M. G. Simoes, F.A. Farret: Renewable Energy Systems: Design and Analysis with Induction Technology, CRC Press, 2004; 				

Наставна дисциплина	МАЛИ ХИДРОЕЛЕКТРИЧНИ ЦЕНТРАЛИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Со завршување на овој курс студентот ќе се оспособи за анализа на податоци релевантни за избор на инсталирана моќност и параметри на основната енергетска опрема во ХЕЦ.				
Содржина	<p>Конструктивни аспекти на мали хидроелектрични центри – типови на хидро-улични турбини, избор на генератор. Статистичка обработка на податоци поврзана со избор на локација за градба на мали хидроелектрични центри. Потребна документација и правни аспекти за градба на МХЕЦ. Определување на инсталирана моќност и инсталиран протек кај МХЕ. Можно производство на електрична енергија од мали хидроелектрични центри. Динамички карактеристики на МХЕЦ. Барања за квалитет на електрична енергија произведена од мали ХЕЦ. Приклучување на мали ХЕЦ на мрежа. Влијание на малите хидроелектрични врз животната средина.</p>				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Layman's Guidbook on how to develop a small hydro site - ESHA, 1998 2. А. Арсенов: Производство на електрична енергија, ЕТФ 2001 3. IEEE Transaction on Power Systems (1990 - 2008) 				

Наставна дисциплина	ОСНОВИ НА ВЕТРОГЕНЕРАТОРСКИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ЕМТА
Предуслови					
Компетенции	Со завршување на овој курс студентот ќе биде оспособен за искористување на енергијата на ветрот, елементите на ветрогенераторските системи и применетите современи технологии за ефикасно искористување на енергетскиот потенцијал на ветрот.				
Содржина	Ветрот како обновлив и неисцрпен извор на енергија. Енергија и моќност на ветрот. Ветерни турбини во хоризонтална и вертикална изведба. Аеродинамика на ветерните турбини. Компаративна анализа на ветрогенераторски и конвенционален извор на енергија од аспект на влијанијата врз животната средина. Позитивни и негативни аспекти на искористувањето на енергијата на ветрот. Елементи на ветрогенераторските системи (ВГС). Современи технологии во ветрогенераторските системи. Ветрогенераторски полиња. Копнени и вонкопнени ветрогенераторски системи.				
Литература:	1.R. Gasch, J. Twele: Wind Power Plants Fundamentals, Design, Construction and Operation, James&James, 2002 2.J. F. Walker, N. Jenkins: Wind Energy Technology, John Wiley&Sons, 1997 3.S. Mathew: Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Springer, 2006; 4.M. G. Simoes, F.A. Farret: Renewable Energy Systems: Design and Analysis with Induction Generators, CRC Press, 2004;				

Наставна дисциплина	ТЕХНОЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ НА ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	Задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Оспособеност на кандидатите за изработка на економски анализи потребни за проектирање и експлоатација на ОИЕ. Стекнување на знаење за можностите за финансирање и формирање на производната цена на енергијата, како и квантификација на ризикот при реализација на проекти од ОИЕ.				
Содржина	Флексибилни механизми на протоколот од Кјото и ОИЕ. Енергетска, техничка и економска анализа и евалуација на обновливите извори на електрична енергија. Основни економски анализи NPV, IRR, ROI, MARR, PI. Споредба на техноекономските параметри на ОИЕ со параметрите на класичните електрични централи. Осетливост на економските параметри. Студија на изводливост и технички аспекти за добивање дозвола за градба на ОИЕ. Инвестиционите вложување во енергетски системи на обновливи извори. Начини на финансирање на ОИЕЕ. Цена на чинење на KWh произведена електрична енергија од обновливи извори. Очекувано производство на енергија од одделни типови на ОИЕ. Анализа на ризикот при реализација на проектите од обновливи извори на енергија и негова квантификација. Влијание на неопределеноста и неизвесноста врз параметрите на проектот.				
Литература:	[1] Leon Fressis: Renewable Energy in Power Systems, New York, Wiley, 2008. [2] UNFCCC: Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emmision and Assigned Ammount, 2007. [3] A. Kaufman, M. M. Gupta, <i>Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science</i> , Amsterdam: Elsevier Science Publisher, 1988. [4] H. J. Thamhain: <i>Project Evaluation and Selection</i> , The Engineering Handbook, Ed. Richard C. Dorf, Boca Ration: CRC Press, LLC 2000.				

Наставна дисциплина	ЕНЕРГИЈА ОД БИОМАСА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови	предзнаења од производство и искористување на енергија				
Компетенции	Со завршување на овој курс студентот ќе може да ги примени техниките за искористување на енергијата од биомасите. Запознавање со фундаменталните законитости за користење на енергијата од биомасите, критериумите за искористување на биомасите како обновливи извори на енергија, основните процеси и карактеристики за нивното искористување, можностите за усовршување и идни перспективи за развој и примена.				
Содржина	Вовед. Извори на енергија од биомасите и нивна експлоатација во светот и кај нас. Прашања поврзани со животната средина. Примена на биомасите за производство на електрична енергија, топлина и како гориво. Теориски основи - структура на клетките и метаболизам, фотосинтеза. Термодинамика на процесот - енергија, термохемиско согорување, масен и енергетски биланс. Анаеробни процеси, хемија на процесот, типови на дигестори. Енергија добиена од отпад. Типови на тврд отпад. Природен гас: производство, контрола, складирање и користање. Напредни технологии за конверзија: основи на технологиите за конверзија (согорување, гасификација, пиролиза). Уреди за конверзија.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. The Biomass Assesment Handbook, Biomass for Sustainable Environment, F. Rosillo-Calle, P. de Groot, S. Hemstock, 2008 2. Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals, Donald L. Class, Academic Press, 1998 3. 3. Energy from Biomass: A Review of Combustion and Gasification Technologies, H. E Stassen, P. Quaak, H. Knoef, World Bank Publ., 1999 				

Наставна дисциплина	ТЕХНОЛОГИИ ЗА ДОБИВАЊЕ НА СОНЧЕВИ КЕЛИИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови	предзнаења од производство и искористување на енергија				
Компетенции	Оспособеност на кандидатите за познавања на принципот на работа и дизајн на сончевите ќелии Добивање основни познавања за креирање и конструкција на современи сончеви ќелии со можности за подобрување на нивната ефикасност.				
Содржина	Концепт на сончеви ќелии и модули. Преглед на различни типови ќелии и технологии за добивање. Рамни и концентрирачки ќелии и модули. Концепт на мултиспојување. Дизајн на високоефикасни кристални силициумови ќелии. Зафаќање на светлината и дизајн на контактите. Оптички елементи. Стратегии за намалување на трошоците. Уреди со висока концентрација. Методи за раст и прочистување на силициумовиот кристал. Производство на уредите: допингување, примена на легури, дифузија и имплантација. Селективни покривки. Методи за производство и нанесување на антирефлектирачки покривки: фотолитографија, површински текстури, пасивни техники.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation, T. Markvart, L. Castaner, Elsevier Science 2005 2. Practical Photovoltaics: Electricity from Solar Cells, Richard J. Komp, Aatek Publ. 1995 3. Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Cells, M. A. Green, Springer 2005 				

Наставна дисциплина	МАТЕРИЈАЛИ ЗА ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови					
Компетенции	Оспособеност на кандидатите за запознавање со својствата на материјалите и технологиите што се користат за добивање на сите видови обновливи извори на енергија, со посебен акцент на најновите концепти за дизајн и експлоатација.				
Содржина	<p>Вовед во истражувањето на ресурсите и можностите за искористување на конвенционални и нови материјали кај обновливите извори на енергија. Методи за карактеризација и испитување на материјалите што се користат во обновливите извори на енергија.</p> <p>Батерии: основни концепти за добивање на батериите, видови батерии. Нови технологии за добивање батерии: структура и карактеризација на материјалите што се користат како електроди во литиумските и литиум-полимерните батерии. Примена на литиум-полимерните батерии и предност во однос на конвенционалните.</p> <p>Горивни ќелии: материјали и технологии за добивање. Видови горивни ќелии. Полимерни електролитски горивни ќелии и перспективи за нивна примена во индустријата.</p> <p>Материјали за топлинска и соларна конверзија на енергијата: видови, концепти и перспективи за нивно користење. Еколошка и економска димензија на материјалите што се користат кај фотоволтаичните системи.</p>				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, A. Luque and S. Steven, John Wiley & Sons, 2003 2. Chemical Physics of Nanostructured semiconductors, a. Kokorin, D.W. Bahneman, VPS, 2003 3. Handbook of Semiconductor Technology, Volumes 1-2, K.A. Jackson, W. Schroter, John Wiley & Sons, 2000 				

Наставна дисциплина	ХИБРИДНИ ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМИ И МИКРО МРЕЖИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови	Завршени додипломски студии				
Компетенции	Стекнување знаење за хибридни енергетски системи, формирање на микромрежи од ОИЕ, нивно функционирање, доверливост и квалитет на произведената енергија.				
Содржина	<p>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.</p>				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 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	ЕНЕРГЕТИКА И ОКОЛИНА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Оспособеност на кандидатите за предвидување на штетно влијание на издувните гасовите од ЕЕ постројки во околината, како и превземање 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. Обновливи 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.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. D. Feretić, Ž. Tomsic, N. Čavlina, D. Subaić: Elektrane i okolis; Element, Zagreb, 2000 2. C.C.Lee, Shun Dar Lin; Handbook of Environmental Engineering Calculations, McGraw Hill, 1999 3. J. A. Fay, D. Golomb: Energy and the Environment, Oxford University Press, 2002. 4. P. R. Dey, K. B. Schnelle, jr.: Atmospheric Dispersion Modeling Compliance Guide, McGraw-Hill, 1999. 5. Expansion Planning for Electrical Generating Systems; A Guidebook; IAEA, Vienna, 1984 6. Gilbert M. Masters; Renewable and Efficient Electric Power Systems, Stanford Univer. 				

Наставна дисциплина	МЕРЕЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ОБНОВЛИВИТЕ ИЗВОРИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕМЕМ
Предуслови					
Компетенции	Студентот по завршување на курсот ќе се оспособи за работа со сензорите и мерните системи користени за мерење на соодветните величини.				
Содржина	Основи на ветерна енергија. Метрологија на ветер. Видови на анемометри, мерење правец на ветер, принципи на работа, точност и калибрација на овие сензори. Статистички методи за анализа на метролошките податоци за ветер. Проценка на енергијата на ветерот. Методи за мерење на директната, дифузната и рефлектираната компонента на сончевото зрачење. Методи за мерење на спектарот на сончево зрачење. Инструментација за мерење на сончево зрачење: пиранометри, пирхелиометри, калибрирани фотоволтаични ќелии. Конструкција, карактеристики и подрачје на примена. Автоматски мерни системи и даталогери за карактеристичните величини на ветер и сончево зрачење. Начини на пренос на мерните податоци. Примери базирани на LabVIEW. Ефекти од ветерниците на квалитетот на електрична енергија и нивно влијание врз околината.				
Литература:	<p>J. Webster: Measurement, Instrumentation and Sensors, CRC Press, IEEE Press, 2001.</p> <p>2. T. Burton: Wind Energy Handbook, Wiley, 2002</p> <p>N. Jenkins, Embedded Generation, IEE, 2005</p>				

Наставна дисциплина	ЕНЕРГЕТСКИ И КОНСТРУКТИВНИ АСПЕКТИ НА ВЕТЕРНИ ЦЕНТРАЛИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Кандидатот ќе се запознае со начините за искористување на ветерната енергија за енергетски цели, конструктивни параметри на ВЕЦ и избор на локација за градба на ВЕЦ.				
Содржина	<p>Енергетско искористување на енергијата на ветерот. Одредување на најповолни локации. Карактеристики на ветерот (дистрибуција на ветерот во светот и кај нас, атмосферска стабилност, варирање на брзината во зависност од висината, статистика на брзините на ветерот и определување на нивните параметри, распределба на екстремни брзини);</p> <p>Мерење на карактеристиките на ветерот; Ветерни турбини, моќност, енергија и момент (моќност на идеална турбина, аеродинамика, моќност од практично изведени турбини, коефициент на корисно дејство на генератор и преносен систем, производство на електрична енергија и фактор на оптоварување, момент и константни брзини, моќност и момент на оската на турбината при променлива брзина.</p> <p>Методи за производство на синхрона моќност, синхрони генератори, пресметки во единечни вредности, карактеристики на електрични мрежи. Асинхрони оптоварувања (водени и центрифугални пумпи, загревачи на вода, ќелии за електролиза и сл.</p> <p>Проектирање на ветерни енергетски постројки (поставување на турбините, припрема на локации за градба на ветерни постројки, електрична мрежа, загуби, заштита). Чинење на ветерни фарми.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. T. Ackermann, Wind Power in Power Systems, Wiley, 2005 2. T. Burton: Wind Energy Handbook, Wiley 2002 3. G.L. Johnson: Wind Energy Systems, Manhattan, KS, Electronic Edition 				

Наставна дисциплина	ФОТОВОЛТАИЧНА КОНВЕРЗИЈА НА СОНЧЕВАТА ЕНЕРГИЈА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изборен	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови	Основни познавања од теоријата на полупроводници				
Компетенции	Оспособеност на кандидатите за запознавање со основите на конверзија на сончевата енергија во електрична, сончевите ќелии како основни преобразувачи и нивните карактеристики и преглед на постоечките видови на сончеви ќелии.				
Содржина	<p>Основи на зонската теорија. Контактни појави. Контакт метал-полупроводник. Контакт полупроводник-полупроводник. Апсорпција на светлината во полупроводници. Основни равенки во теоријата на фотоволтаичниот ефект. Механизам на појава на фото ЕМС во p-n премин. Теорија на фотоспроводливост. Процес на генерација и рекомбинација. Временски одзив на фотоспроводливоста.</p> <p>Сончеви ќелии. Еквивалентно коло на сончева ќелија. Волт-амперска карактеристика на сончева ќелија. Карактеристики на реална сончева ќелија. Снимање на карактеристиките на реална ќелија. Коефициент на полезно дејство на сончева ќелија. Влијание на температурата врз ефикасноста на ќелијата.</p>				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomas Markvart, Solar Electricity, John Wiley & Sons 1999. 2. The Physics of Solar Cells, Peter Würfel, Wiley-VCH, 2005. 3. H.S.Rauschenbach, Solar Cell Array Design Handbook. The Principles and Technology of Photovoltaic Energy Conversion, New York 1980. 				

Наставна дисциплина	УПРАВУВАЊЕ И АВТОМАТИЗАЦИЈА НА ПОСТРОЈКИ НА ОИЕ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
IX	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Стекнување знаења и способност за примена на современи системи за управување, надзор и контрола на постројките на ОИЕ.				
Содржина	<p>Технички услови и технички системи на автоматско управување во ЕЦ и РП. Енергетска опрема и информатичка технологија. Примена на постоечките стандарди (IEC, IEEE) за управување со агрегатите.</p> <p>Нивои на управување на обновливи извори на енергија. Автоматика за пуштање и запирање на агрегат. SCADA системи и нивна примена во управувањето на обновливи извори на енергија.</p> <p>Управување на мали хидроелектрични центри. Далечинско управување и контрола. Работа на сопствена мрежа и паралелно со електроенергетскиот систем. Сигурносен надзор кај мали ХЕЦ. Регулација кај мали хидроелектрични центри. Моделирање на системи на управување.</p> <p>Водење и надзор на ВЕЦ. Основни задачи, аеродинамички, механички и електрични принципи управување на ветерни електрични центри. Заштита од побег. Управување на ВЕЦ при работа на мрежа и при автономен погон. Системи на управување кај другите обновливи извори на енергија – карактеристики, спецификација, примена.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. В. Фуштиќ, Управување и автоматиз. на постројки на ОИЕ, интерна скрипта, ФЕИТ 2008, 2. Brand K-P et al., Substation Automation Handbook, UAC L, 2003. 3. British Electricity International, Modern Power Station Practice, Pergamon Press, 1998. 4. Morris N. Control Engineering, Mc Grow Hill, 2000 				

Наставна дисциплина	ЗАШТИТА И СОПСТВЕНО НАПОЈУВАЊЕ НА ПОСТРОЈКИ НА ОИЕ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
X	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Кандидатот ќе се стеке со практични и теоретски знаења за заштитата на системите за сопствено напојување на енергетските постројки од ОИЕ.				
Содржина	<p>Заштитни мерки за системите за производство на електрична енергија од обновливи извори. Типови заштита и интегрални решенија за генераторски единици со мали моќности. Напојување на мрежи со енергетски постројки од обновливи извори при непостојана и стохастичка оперативна работа.</p> <p>Начини на обезбедување на сопствено напојување на енергетските постројки од обновливи извори. Сигурност и доверливост на сопственото напојување.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. Нахман, В. Мијаиловиќ: Високонапонска постројења, Београд, 2000. 2. S.H. Horowitz, A.G. Pradke: Power System Relaying, Wiley 2008. 3. Power System Protection, Vol, 1,2,3,4. 				

Наставна дисциплина	ЕЛЕКТРИЧНИ МАШИНИ ВО ВЕТРОГЕНЕРАТОРСКИ СИСТЕМИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕМТА
Предуслови	Основни знаења од електромеханичко преобразување на енергијата				
Компетенции	Студентот ќе стекне познавања за анализа, проектирање, динамика, моделирање и примена на електрични машини наменети за примена во ветрогенераторски системи				
Содржина	Принципи на конверзија на енергијата на ветрот во електрична енергија. Видови електрични машини наменети за ВГС. Карактеристики на ЕМ наменети за ВГС. Одлики на ветрот како обновлив извор на енергија. Ефикасност на искористувањето на енергијата на ветерот и Бетцов закон. Статистичка анализа на брзината и енергетскиот потенцијал на ветрот. Фреквентна распределба на брзината на ветерот. Веибулова и Рајлиева распределба. Моделирање на електричните машини во стационарен режим на работа. Транзиентни појави и моделирање на ЕМ наменети за ВГС. Одлики на проектирањето и оптимирањето на ЕМ наменети за ВГС. Примена на симулациски софтверски алатки за анализа на ЕМ во ВГС. Управување на ЕМ во ВГС со примена на класични и неодредени (fuzzy logic) методи.				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. G. Simoes, F.A. Farret: Renewable Energy Systems: Design and Analysis with Induction Generators, CRC Press, 2004; 2. S. Mathew: Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Springer, 2006; 3. R. Gasch, J. Twele: Wind Power Plants Fundamentals, Design, Construction and Operation, James&James, 2002 4. J. F. Walker, N. Jenkins: Wind Energy Technology, John Wiley&Sons, 1997 				

Наставна дисциплина	ДИЗАЈН И ПРИМЕНА НА ЕФТИНИ СОНЧЕВИ КЕЛИИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	изборен	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови					
Компетенции	Оспособеност на кандидатите за примена на новите технологии за добивање на ефтини сончеви ќелии, како и методите за нивна карактеризација. Запознавање со аспектите за нивна исплатливост и примена.				
Содржина	Статус, трендови и перспективи за производство на електрична енергија од ефтини сончеви системи. Анализи за производство и ефикасност на сончевите ќелии во однос на нивната цена на чинење. Дизајн и примена на ефтините сончеви ќелии во постојни индустриски процеси. Нови технологии за добивање ефтини сончеви ќелии, методи и нови фотоволтаични концепти. Дизајн на тенкослојни сончеви ќелии. Хибридни фотоволтаични системи: добивање, структура. Цврсти сензитивни фотоволтаични системи. Органско-неорганички нанокмпозитни сончеви ќелии. Органички и полимерни сончеви ќелии, перспективи за нивно искористување. Методи за карактеризација на сончевите ќелии: мерења и стандарди.				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, A. Luque and S. Steven, John Wiley & Sons, 2003 2. Thin film solar cells: Fabrications, characterization and applications, J. Poortmans, V. Arkhipov, Publ. Wiley 2006 3. Nanostructures and Nanomaterials - Synthesis, Properties and Applications, G. Cao, Imperial College Press, 2004 				

Наставна дисциплина	ПОСТРОЈКИ ЗА ДОБИВАЊЕ НА ЕНЕРГИЈА ОД БИОМАСА				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	По завршувањето на курсот студентот ќе се запознае со технологиите на искористување на отпадните биомаси за енергетски цели: производство на био-горива, топлина и електрична енергија.				
Содржина	Енергија на биомасите – главни извори, класификација, трансформации, трендови на развој. Техноекономски аспекти на искористување на биомасата. Производство на етанол од растенија и негово користење во енергетски цели. Биогоривата – горива на иднината кои допринесуваат за почиста животна средина и забрзан економски развој. Биодизел – производство, карактеристики, можности за употреба. Производство и примена на био-гас. Добивање на енергија од животински отпад. Генерирање на моќност и производство на топлина од био-маси и градскиот отпад. Производство на електрична енергија од дрво и од отпад од дрво. Гасификација со помош на био-маси.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Miro R. Susta, Peter Luby, INGCHEM, Dr. Sohif Bin Mat; Biomass Energy Utilization & Environment Protection - Commercial Reality and Outlook 2. Biomass as a Renewable Energy Resource , Royal Commission on Environmental Pollution, 3. Gilbert M. Masters; Renewable and Efficient Electric Power Systems, Stanford University 4. Bent Sørensen; Renewable Energy Its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects, <i>Roskilde University</i> , ELSEVIER Edition 				

Наставна дисциплина	СОФТВЕРСКА ПОДРШКА НА ВЕТРОГЕНЕРАТОРСКИ СИСТЕМИ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	изборен	3+0+0+1	5	МК	EMTA
Предуслови					
Компетенции	Користење на апликативен софтвер. Проценка на ветровите ресурси. Избор на локации за мерење и обработка на резултатите. Избор на турбини и ветрогенератори. Пресметка на енергетски карактеристики.				
Содржина	Користење на современи софтверски алатки за проектирање. Основи на WindPro – софтверскиот пакет. Запознавање со различните програмски модули. WAsP – софтверски пакет за проценка на потенцијалот на ветрот. Користење на координатни системи и географски карти. Избор на локација. Анализа на теренот и условите за градба. Анализа на мерните податоци. Изработка на атлас на ветрови. Основни податоци за ветерна турбина. Избор на турбини. Избор на ветрогенератори и друга енергетска опрема. Пресметка на енергетските карактеристики и коефициент на полезно дејство на ветрогенераторски системи. Визуелизација.				
Литература:	<ol style="list-style-type: none"> 1. WindPRO - software tools, EMD, Denmark 2. WAsP – the Wind Atlas Analysis and Application Program, Wind Energy Department at Risø DTU, Denmark 3. Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi, "Wind Energy Handbook", Wiley, 2001 				

Наставна дисциплина	ПРОЕКТИРАЊЕ И ИНТЕГРИРАЊЕ ВО МРЕЖА НА ОИЕ				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Х	изборен	3+0+0+1	5	МК	ЕЦРП
Предуслови					
Компетенции	Оспособеност за проектирање и избор на опрема на ОИЕ, користење на современи компјутерско-ориентирани техники за проектирање. Стекнување знаење за начинот на интеграција на ОИЕ во ЕЕС и вреднување на енергијата произведена од ОИЕ.				
Содржина	<p>Определување на проектни параметри на ОИЕ со посебен акцент на МХЕЦ и ВЕЦ. Современи компјутерско-подржани техники на проектирање на ОИЕ. Избор на конструктивна и енергетска опрема кај ОИЕ. Аспектот на вклучување на електрани на ОИЕ во електричната мрежа. Разводни постројки за поврзување на ОИЕ на мрежа. Избор еднополна шема и опрема за интегрирање на ОИЕ на мрежа, избор на големина на постројките, нисконапонска опрема, падови на напон. Мрежни правила. Инјектирање на моќност, цена на произведен kWh, тарифирање на електрична енергија произведена од ОИЕ. ЕЕС со значаен удел на енергија произведена од ОИЕ.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. В. Фуштик, Проектирање и интеграција на ОИЕ во ЕЕ, интерна скрипта, ФЕИТ, 2008. 2. N. Jenkins, Embedded Generation, IEE, 2005 3. T. Ackermann, Wind power in power systems, Wiley, 2005. 4. G. Pitts, Techniques in Engineering Design, London Butterworth, 1982. 5. Johansson et al., Renewable energy, Island Press, 1992. 				

4. Наставен кадар

Р. број	Презиме и име	Подрачје на наставно – научна област
1	проф. д-р Арсен Арсенов	дизајнирање и експлоатација на мали ХЕЦ и ветерни централи
2	проф. д-р Мито Златаноски	заштита и автоматизација во ЕЕ
3	проф. д-р Вангел Фуштиќ	управувачки системи во ЕЕ
4	вон. проф. д-р Атанас Илиев	анализа, моделирање и економика на системи за ОИЕ
5	вон. проф. д-р Антон Чаушевски	екологија и енергетика
6	вон. проф. д-р Верка Георгиева	искористување на сончевата енергија, сончеви ќелии
7	вон. проф. д-р Маргарита Гиновска	испитувања на материјали и нивна примена во ОИЕ
8	вон. проф. д-р Христина Спасевска	испитувања на материјали, органски соларни ќелии
9	вон. проф. д-р Влатко Стоилков	електрични машини
10	доц. д-р Крсте Најденковски	електрични машини
11	вон. проф. д-р Владимир Димчев	мерења и аквизиција на податоци