

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

Інститут Високих технологій

Кафедра Нанофізики конденсованих середовищ

Укладач: професор В.А.Скришевський

Відновлювальні джерела енергії

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ
освітньо-професійної програми спеціальності
«магістр природничих наук та високих технологій»

Затверджено
на засіданні кафедри
Протокол № ____ від «____» _____ 2013 р.

Зав. кафедрою
Скришевський В.А. _____

Директор Інституту
Третяк О.В. _____

КИЇВ - 2013

Робоча навчальна програма з дисципліни «Відновлювальні джерела енергії»

Укладач: доктор фіз.-мат. наук, професор **В.А.Скришевський**

Лектор: : доктор фіз.-мат. наук, професор **В.А.Скришевський**

Викладач: : доктор фіз.-мат. наук, професор **В.А.Скришевський**

Погоджено
з науково-методичною комісією
«_____» _____ 2013 _р.

Методичні рекомендації по вивченню дисципліни

Дисципліна «Відновлювальні джерела енергії» є дисципліною циклу професійної підготовки студента для спеціальності «магістр природничих наук та високих технологій» яка викладається в 12 семестрі в обсязі 2 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS), в тому числі 34 години аудиторних занять. З них 34 годин лекцій, та 38 год. самостійної роботи. Підсумковий контроль у 12 семестрі – залік.

Метою вивчення дисципліни «Відновлювальні джерела енергії» є ознайомлення студентів з сучасними досягненнями в області приладів оптоелектроніки-напівпровідникових сонячних елементів, сонячних елементів на органічних матеріалах з барвниками, тонкоплівкових сонячних елементів та на основі квантово-розмірних ефектів, а також з методами добування енергії з біологічних структур та водневої енергетику. Студенти познайомляться з базовими фізичними явищами, які покладено в основу роботи сонячних елементів, оволодіють підходами до проведення вимірів їх параметрів, навичками використання сучасних програмних середовищ для аналізу отриманих результатів вимірів. Курс «Відновлювальні джерела енергії» є дисципліною в якій акумулюються знання студентів, отриманих в курсах оптики, атомної фізики, електрики, фізики поверхні, фізики твердого тіла, напівпровідникової електроніки, мікро- та наноелектроніки.

Предметом навчальної дисципліни «Відновлювальні джерела енергії» є фізичні явища, на яких базується робота сонячних елементів та фотобатарей, технології їх формування та конструктивні особливості, алгоритми та методи вимірів параметрів цих структур, основи метрології та сертифікації

Вимоги до знань та вмінь.

Знати: основні типи напівпровідникових матеріалів та структур для сонячних елементів, механізми електронного транспорту, рекомбінаційні та інжекційні властивості напівпровідникових матеріалів.

Вміти: самостійно пояснити принцип роботи найбільш важливих оптоелектронних структур (р-і-п фотодіод, лавинний фотодіод, р-п перехід, КМН, гетерофотодіод, МДН- фотодіод, фототранзистор, фототиристор, МДН- транзистор) та вміти аналізувати результати вимірів, розуміти основні параметри та характеристики приладів.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Навчальна дисципліна «Відновлювальні джерела енергії» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „магістр” в якій акумулюються знання студентів, отриманих на молодших курсах як з суто фізичних курсів так і з курсів математики, англійської мови, тощо.

Контроль знань

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Підсумкова оцінка розраховується за **накопичувальною системою**. При цьому максимальна кількість балів встановлюється наступним чином:

9 семестр	Змістовний модуль 1	Комплексний підсумковий модуль (залік)	Підсумкова оцінка за повний курс
Максимальна кількість балів	50	50	100

Зауваження. Оскільки комплексний підсумковий модуль (іспит) в 10 семестрі включає повний об'єм матеріалу даного курсу, необхідно, щоб остаточна підсумкова оцінка враховувала б оцінки за кожний модуль семестру.

	Підсумкова оцінка за семестр	Комплексний підсумковий результат за курс (залік)	Підсумкова оцінка за повний курс
Вагові коефіцієнти	1	1	
Максимальна кількість балів	100	100	100

На семестр заплановано 1 контрольна роботи :

За 1 контрольну роботу студент може отримати - максимум 50 балів.

За кожне самостійне завдання в модулі – максимум 10 балів, всього за 5 самостійних завдань – 50 балів.

Терміни проведення модульних контролів у 12 семестрі :

1 модульний контроль – до 10 квітня;

При цьому, **кількість балів** відповідає оцінці:

1-34 – «незадовільно» з **обов'язковим повторним вивченням дисципліни;**

35-59 – «незадовільно» з **можливістю повторного складання;**

60-64 – «задовільно» («**достатньо**»);

65-74 – «задовільно»;

75 - 84 – «добре»;

85 - 89 – «добре» («**дуже добре**»);

90 - 100 – «відмінно».

Шкала відповідності

За 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно
85 – 89	4	добре
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно
60 – 64		
35 – 59	2	незадовільно
1 – 34		

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав сумарну оцінку за два змістовні модуля, яка менше ніж 18 балів, то студент не допускається до іспиту і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр.

Тематичний план лекцій 12 семестр

Номер лекції	Назва лекції	Кількість годин				
		лекції	Семинарські заняття	СРС	Контрольно-модульна робота	Інші форми контролю
ЗМ1: Сонячні елементи та фотобатареї						
1	Характеристики та властивості сонячного випромінювання. Теоретичний аналіз роботи сонячних елементів р-п типу. Ідеальна та реальна еквівалентна схема. Розрахунок внутрішнього квантового виходу. Вольт-амперна характеристика.	4		4		
2	Коефіцієнт корисної дії сонячного елемента. Термодинамічний ліміт ККД фотоперетворення. Механізми втрат потужності. Методи підвищення ККД. Вплив температури та радіації.	4		4		
3	Сучасні конструкції напівпровідникових сонячних елементів 1-ї генерації. Технологія виготовлення. Методи здешевлення електричної енергії від напівпровідникових фотоперетворювачів. Сонячні елементи на бар'єрах Шоткі та МДН-структурах. Аналіз загальної моделі контакту метал-напівпровідник. Розрахунок вольт-амперної характеристики.	4		4		
4	Тонкоплівкові сонячні елементи 2 генерації. Типи гетеропереходів. Механізми переносу носіїв заряду у різких анізотипних та ізотипних переходах. Методи виготовлення та конструктивні особливості гетеропереходів. Використання CdTe, CdS, GaAs, a-Si.	4		4		
5	Сонячні елементи 3 генерації. Використання нанокремнію. Сонячні елементи на квантово-розмірних структурах. ТанDEMні структури. Конвертори ІЧ та УФ випромінювання, збирання гарячих носіїв.	4		4		
6	Сонячні елементи на органічних напівпровідниках з барвниками. Комірка Грецеля. Фізичні процеси в органічних сонячних елементах. Матеріали та конструкції. Комбіновані органічні-неорганічні сонячні елементи.	4		4		
7	Сонячні модулі та фотовольтаїчні системи. Концентрування сонячного випромінювання. Методи виготовлення сонячних батарей. Методи розрахунку фотовольтаїчних систем з акумуляторними батареями та приладами споживання	4		4		

8	Воднева енергетика. Характеристики водню як енергоносія. Отримання водню із застосування нетрадиційних джерел енергії. Методи зберігання та транспортування водню. Твердотільні водневі акумулятори. Методи перетворення водню в теплову та електричну енергії. Використання вуглецевих нанотрубок та поруватого кремнію. Методи отримання енергії із біопроектів.	4		4		
9	Паливні елементи (електрохімічні генератори енергії (ЕХГЕ). Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Особливості будови протон-обмінних (РЕМ) та твердо-окисних (SOFC) паливних елементів. Лужні нікель-кадмієві акумуляторні батареї. Свинцево-кислотні акумулятори. Пасивація електродів та боротьба з нею. Загальні відомості про літійові, літій-іонні та літій-іон-полімерні акумуляторні батареї.	2		6		
	Модульна контрольна робота №1	34		38	1	

Докладний план лекцій та самостійних завдань

12 семестр

Змістовний модуль 1: Сонячні елементи та фотобатареї

ЛЕКЦІЯ 1. (4 години)

Характеристики та властивості сонячного випромінювання. Типи відновлювальних джерел енергії. Теоретичний аналіз роботи сонячних елементів р-п типу. Ідеальна та реальна еквівалентна схема. Розрахунок внутрішнього квантового виходу. Вольт-амперна характеристика.

ЛЕКЦІЯ 2. (4 години)

Коефіцієнт корисної дії сонячного елемента. Термодинамічний ліміт ККД фотоперетворення. Механізми втрат потужності. Методи підвищення ККД. Вплив температури та радіації.

ЛЕКЦІЯ 3. (4 години)

Сучасні конструкції напівпровідникових сонячних елементів 1-ї генерації. Технологія виготовлення. Використання монокристалічного, мультикристалічного та стрічкового кремнію. Методи здешевлення електричної енергії від напівпровідникових фотоперетворювачів. Сонячні елементи на бар'єрах Шоткі та МДН-структурах. Аналіз загальної моделі контакту метал-напівпровідник. Розрахунок вольт-амперної характеристики. Технологія створення сонячних елементів поверхнево - бар'єрного типу.

ЛЕКЦІЯ 4. (4 години)

Сонячні елементи 2 генерації- тонкоплівкові сонячні елементи. Типи гетеропереходів. Механізми переносу носіїв заряду у різких анізотипних та ізотопних переходах. Методи виготовлення гетеропереходів. Конструктивні

особливості гетеропереходів. Використання напівпровідникових матеріалів- CdTe, CdS, GaAs, a-Si.

ЛЕКЦІЯ 5. (4 години)

Сонячні елементи 3 генерації. Використання нанокремнію для технології тонкоплівкових сонячних елементів. Сонячні елементи на квантово-розмірних структурах. Тандемні структури. Конвертори ІЧ та УФ випромінювання, збирання гарячих носіїв.

ЛЕКЦІЯ 6. (4 години)

Сонячні елементи на органічних напівпровідниках з барвниками. Комірка Грецеля. Фізичні процеси в органічних сонячних елементах. Матеріали та конструкції. Комбіновані органічні-неорганічні сонячні елементи.

ЛЕКЦІЯ 7. (4 години)

Сонячні модулі та фотовольтаїчні системи. Концентрування сонячного випромінювання. Методи виготовлення сонячних батарей. Методи розрахунку фотовольтаїчних систем з акумуляторними батареями та приладами споживання.

ЛЕКЦІЯ 8. (4 години)

Воднева енергетика. Характеристики водню як енергоносія. Традиційні та нетрадиційні методи отримання водню як екологічно чистого джерела енергії. Отримання водню із застосування нетрадиційних джерел енергії. Методи зберігання та транспортування водню. Твердотільні водневі акумулятори. Методи перетворення водню в теплову та електричну енергію. Використання вуглецевих нанотрубок та поруватого кремнію. Методи отримання енергії із біопроектів.

ЛЕКЦІЯ 9. (2 години)

Паливні елементи (електрохімічні генератори енергії (ЕХГЕ)). Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Особливості будови протон-обмінних (РЕМ) та твердо-окисних (SOFC) паливних елементів. Лужні нікель-кадмієві акумуляторні батареї. Електродні процеси при розряді та заряді. Свинцево-кислотні акумулятори. Пасивація електродів та боротьба з нею. Загальні відомості про літєві, літій-іонні та літій-іон-полімерні акумуляторні батареї.

Контрольні запитання.

1. Чому виникла поняття сонячних елементів «3- генерацій»? Яка принципова відмінність у їх роботі та конструкціях?
2. Намалюйте та поясніть ідеальну та реальну еквівалентну схему сонячного елемента.
3. Виведіть формулу для спектральної чутливості п-р переходу.
4. Поясніть формулу вольт-амперної характеристики р-п переходу. Які механізми струмопроходження в р-п переході?
5. Намалюйте та поясніть основні типи конструкцій сонячних елементів.
6. Назвіть основні механізми втрат потужності у сонячних елементах.
7. Які перспективи використання квантово-розмірних структур для сонячного енергетики?
8. Що таке паливні елементи? Назвіть основні типи та характеристики.
9. Які ви знаєте методи отримання енергії з біопроектів?
10. Охарактеризуйте типи твердотільних водневих акумуляторів

Самостійна робота студентів.

Постійними завданнями для самостійної роботи є:

- робота над лекційним матеріалом з конспектом та рекомендованою літературою;
- виконання домашніх завдань;
- опрацювання частини лекційного матеріалу, винесеного на самостійне вивчення, в тому числі:
 1. Розв'язок дифузійно-дрейфових рівнянь в неоднорідних напівпровідниках.
 2. Аналіз дифузійної, емісійної та тунельно-рекомбінаційної моделі струмопротікання в гетеро переходах
 3. Розрахунок профілю анізотипних та ізотопних гетеропереходів
 4. Методи виготовлення гетеропереходів.
 5. Розрахунок автономної системи енергопостачання на основі сонячних батарей
 6. Розрахунок системи енергопостачання із твердотільними накопичувачами водню та паливними елементами.

Література: [1-5]

Підсумковий контроль – залік.

Перелік рекомендованої літератури

Основна:

Література

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2 т. – М.: Мир, 1981.
2. В,И.Стриха, С.С.Кильчицкая, Солнечные элементы на основе контакта металл-полупроводник. Энергоатомиздат, 1992.
3. Б.Шарма, Р.К.Пурохит, Полупроводниковы гетеропереходы, Сов.радио, 1979.
4. Байрачний Б. І. Технічна електрохімія: підручник для вищ. навч. залк. за напр. підготовки: «Технічна електрохімія» Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».- Харків.: Прапор, 2003.
5. Варламов В. Р. Современные источники тока: Справ очник. – М.: ДМК, 2001.

Додаткова:

1. M.Green, Third generation Photovoltaics, Springer-Verlag, Berlin, 2003
2. Твайделл Дж., Уейр А. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ..- М.: Энергоиздат. 1990.- 392 с.
3. Кромптон Т. Р. Вторичные источники тока (пер. с англ. А. Г. Колесника, Р. П. Соболева): под. ред. Ю. А. Мазитова. – М.: 1985.