

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Інститут високих технологій**

Кафедра нанофізики конденсованих середовищ

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Директор Інституту високих технологій  
*В.В.Льченко*  
« 07 » 2017 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Відновлювальна енергетика**

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань **10 Природничі науки**

спеціальність **105 Прикладна фізика та наноматеріали**

рівень вищої освіти **третій освітньо-науковий**

освітньо-наукова програма **Прикладна фізика та наноматеріали**

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання - очна, заочна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 2, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання

та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

Викладачі: \_\_Скришевський Валерій Антонович, доктор фіз.-мат наук, проф., завідувач кафедри

Пролонговано: на 2018/2019 н.р. *Акс* (О.К. Кошук) «30» 02 2018 р. *Акс*  
на 2019/2020 н.р. *Акс* (Н.М. Гусінчук) «07» 03 2019 р. *Акс*

**КИЇВ – 2017**

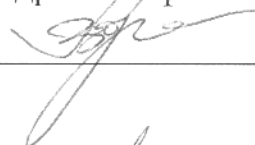
Розробник:



Скришевський Валерій Антонович, доктор фіз.-мат наук, проф., завідувач кафедри нанофізики конденсованих середовищ Інституту високих технологій

«ПОГОДЖЕНО»

Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

  
\_\_\_\_\_ (Скришевський)

Протокол № 1 від «30» 08

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «18» 29.08 2017 року № 1  
Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Колежук О.К.)  
(підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

«29» 08 2017 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення аспірантів з сучасним станом традиційної та відновлювальної енергетики. Студенти познайомляться з базовими фізичними явищами, які покладено в основу роботи напівпровідникових сонячних елементів, ядерних та термоядерних реакцій, а також з методами добування енергії з біологічних структур, акумуляторними батареями та водневої енергетикою.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

Дисципліна базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки, зокрема таких як «Механіка», «Електрика та магнетизм», «Оптика», «Атомна та ядерна фізика», «Твердотільна мікро- та нанотехнологія, деградація та надійність матеріалів та структур на їх основі», «Нанофотоніка», «Вибрані розділи неорганічної та органічної хімії», «Природні сполуки та біомолекули», «Електрофізичні, хімічні та біологічні методи досліджень»

Попередні вимоги:

*аспірант повинен знати:* основи загальної фізики, термо та електродинаміки, атомної та ядерної фізики, неорганічної та органічної хімії, фізики напівпровідників, основи біології, основи нанотехнологій.

*аспірант повинен вміти:* використовувати базові знання з обов'язкових фізико-математичних та біохімічних курсів, використовувати математичні комп'ютерні програми на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

У програмі дисципліни розглядаються загальні проблеми сучасної традиційної енергетики-запаси традиційного палива, ефективність технологій, забруднення навколишнього середовища; та досягнення сучасної відновлювальної енергетики- а саме прямого перетворення сонячного випромінювання в електрику, вітроенергетики, гідроенергетики, термальної енергетики та біоенергетики, фізичні принципи добування енергії з використанням нетрадиційних видів палива (МГД генератори, ядерні та термоядерні реакції, синтез газ), воднева енергетика, паливні елементи, літій-іонні акумулятори. Також розглядається принцип дії напівпровідникових сонячних елементів та фотобатарей, застосування нових матеріалів (нано напівпровідники, вуглецеві нанотрубки, пористий кремній, органічні напівпровідники), технології сонячних елементів 1-ї, 2-ї та 3-ї генерації.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

Дисципліна «Відновлювальна енергетика» є складовою професійної та практичної підготовки фахівців освітнього рівня «доктор філософії» освітньої програми «Високі технології (прикладна фізика та наноматеріали)», в якій акумулюються знання аспірантів, отриманих з фізичних, хімічних та біологічних дисциплін. Аспіранти повинні отримати знання про базові методи добування енергії з ядерних, хімічних та біологічних реакцій, про принцип дії електро-механічних та фотовольтаїчних систем. Аспіранти мають продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних та експериментальних задач сучасної відновлювальної енергетики, що буде сприяти застосуванню їх знань, умінь, навичок і комунікацій у подальшій професійній діяльності.

## **5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1, знати; 2, вміти;	Форми (та/або	Методи оцінювання	Відсоток у
---	---------------	-------------------	------------

3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		методи і технології викладання і навчання	та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	аспірант повинен <b>знати</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Проблематику сучасної традиційної енергетики світу та України, типи забруднення навколишнього середовища	лекція	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Використання синтез-газу, термоядерних реакцій, реакторів-розмножувачів, МГД-генераторів	лекція	==/=	
1.3	Основи вітроенергетики, гідроенергетики, термальної енергетики	лекція	==/=	
1.4	Основи біоенергетики	лекція	==/=	
1.5	Хімічні акумулятори			
1.6	Радіоізотопи. Термофотоелектричні та термоелектричні генератори.	лекція	==/=	
1.7	Основи водневої енергетики, методи отримання водню, паливні елементи, твердотільні накопичувачі водню	лекція	==/=	
1.8	Теоретичний аналіз роботи сонячних елементів р-п типу	лекція	==/=	
1.9	Сучасні конструкції СЕ 1-ї, 2-ї та 3-ї генерації. Фотобатареї.	лекція	==/=	
2	аспірант повинен <b>вміти</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Записати реакції ядерного розщеплення та термоядерного синтезу	==/=	==/=	
2.2	Провести розрахунок собівартості електрики від енергії сонця для фотоелектричних батарей	==/=	==/=	
2.3	Провести розрахунок вольт-амперної характеристики СЕ	==/=	==/=	
3	<b>комунікація</b>	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	
4	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності		оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
	Програмні результати навчання (назва)														
ПРН. 1. Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі традиційної та відновлювальної енергетики і суміжних галузей знань. Методологія наукових досліджень та принципи їх організації.	+		+						+						
ПРН. 2. Знати праці провідних світових учених, наукові школи та фундаментальні праці за напрямком дослідження; вміти формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу.	+	+	+	+	+	+	+	+							
ПРН. 3. Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміти підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію			+	+					+		+				
ПРН. 6. Ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.									+		+				
ПРН. 8. Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	+		+					+			+				
ПРН. 9. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.						+				+		+			
ПРН. 13. Визначити принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи.		+		+	+				+	+		+			
ПРН. 19. Ініціювання наукових та інноваційних комплексних проєктів в галузі відновлювальної енергетики, лідерство та автономність під час їх реалізації.		+							+				+	+	+
ПРН. 22. Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети															+
ПРН. 23. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.						+	+		+			+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання аспірантів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №8 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

## 7.2. Організація оцінювання;

*Оцінювання за формами контролю:*

	<b>ЗМ</b>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

*Орієнтований графік оцінювання:*

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	квітень
Виступ на семінарі	квітень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
Іспит	травень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	36	24	60
<b>Максимум</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні	Самостійна робота
1	<b>Тема 1</b> Вступ. Енергетика світу та України. Походження та запаси вугілля, нафти та природного газу. Структура споживання джерел енергії. Вплив енергетики на довкілля та людину	2		11
2	<b>Тема 2.</b> Ядерні та термоядерні реакції, реактори-розмножувачі. МГД-генератор	2		11
3	<b>Тема 3.</b> Термоелектричні генератори. Радіоізотопні джерела енергії . Паливні елементи.	2		11
4	<b>Тема 4.</b> Воднева енергетика. Методи отримання водню та синтез газу. Твердотільні накопичувачі водню. Використання біоенергетики	2	2	11
5	<b>Тема 5.</b> Сонячне випромінювання. Особливості використання енергії сонця в умовах України. Розрахунок собівартості електрики від енергії сонця	2		11
	<b>Модульна Контрольна робота 1</b>			
6	<b>Тема 6.</b> Теоретичний аналіз роботи сонячних (СЕ) елементів р-п типу. ККД сонячного елемента. Механізми втрат потужності. Методи підвищення ККД.	2		11
7	<b>Тема 7.</b> Сучасні конструкції СЕ. Технологія виготовлення Si. Використання монокристалічного, мультикристалічного та стрічкового Si. Методи здешевлення електричної енергії.	2		11
8	<b>Тема 8.</b> СЕ 2-ї та 3-ї генерації. Типи гетеропереходів.. СЕ на органічних напівпровідниках з барвниками. Комірка Грецеля. Фізичні процеси в органічних СЕ. Матеріали та конструкції. Комбіновані органічні-неорганічні СЕ.	2	2	11
9	<b>Тема 9.</b> Сонячні модулі та фотовольтаїчні системи. Концентрування сонячного випромінювання. Методи виготовлення сонячних батарей. Методи розрахунку фотовольтаїчних систем	2		8
	<b>ВСЬОГО<sup>1</sup></b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>



Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18**- год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

#### **9. Рекомендовані джерела:**

##### **Основні:**

1. Лукутин Б.В., Возобновляемые источники электроэнергии. Учебное пособие., 2008
2. Тытко Р., Колинченко В., Возобновляемые источники энергии (укр)., 2010
3. Елистратов В.В., Использование возобновляемой энергии, 2008.
4. Пугач Л.И., Нетрадиционная энергетика. Возобновляемые источники, использование биомассы, термохимическая подготовка, экологическая безопасность 2006.
5. Четошникова Л.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Учебное пособие, 2010.
6. Соловей О.И. и др. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (укр). Учебное пособие. 2007.
7. Сокольский А.К., Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. 2006.
8. Городов Р.В. и др., Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие, 2009
9. Лабейш В.Г Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие, 2003.
10. Виссарионов В.И. и др, Солнечная энергетика., 2008

##### **Додаткові:**

11. Peter Wurfel, Physics of Solar Cells
12. Фаренбух А., Бьюб Р, Солнечные элементы: Теория и эксперимент
13. Чопра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы, 1996
14. Колтун М.М., Оптика и метрология солнечных элементов. 1985.
15. Справочник по проектированию солнечных батарей. Под. ред. Раушенбах Г., 1983.
16. Андреев В.М., Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии., 1996.
17. M.Green, Third generation Photovoltaics, Springer-Verlag, Berlin, 2003