

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи

“ _____ ” _____ 2019 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Енерго- та ресурсозберігаючі технології

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ третій (доктора філософії) _____

галузь знань _____ 10. Природничі науки _____

спеціальність _____ 105. Прикладна фізика та наноматеріали за освітньою
_____ програмою «Прикладна фізика енергетичних систем» _____

вид дисципліни _____ На вибір _____

(шифр, назва спеціалізації)

факультет _____ фізико-енергетичний _____

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою фізико-енергетичного факультету

“ _____ ” _____ 20__ року, протокол № _____

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Ткаченко Віктор Іванович, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Програму схвалено на засіданні кафедри
фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Протокол від “ _____ ” _____ 20__ року № _____

Завідувач кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

(підпис)

Ткаченко В.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
фізико-енергетичного факультету
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ _____ ” _____ 20__ року № _____

Голова методичної комісії фізико-енергетичного факультету

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Енерго-та ресурсозберігаючі технології» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки другого року аспірантури

спеціальності (напряму) 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» за освітньою програмою «Прикладна фізика енергетичних систем» спеціалізації «Фізика нетрадиційних енерготехнологій та фізичні аспекти екології»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

формування фахових компетентностей в сфері запропонованих новітніх нетрадиційних ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій, зокрема, новітніх сірководневих технологій, технологій вилучення комплексів Урану надкритичним діоксидом Карбону та на базі вітрового хвилювання і конвективних процесів на поверхні водойм, необхідних для подальшого формування наукового світогляду сучасного фахівця у нових галузях фізики та енергетики.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

- знайомство з основними аспектами нової ресурсозберігаючої та екологічно чистої технології вилучення комплексів Урану методом надкритичної флюїдної екстракції в середовищі діоксиду Карбону;

- набуття знань про фізичні основи таких, пов'язаних з екологічним очищенням відкритих водних просторів, процесів, як вітрове хвилювання в наслідок розвинення нестійкості Кельвіна-Гельмгольца (КГ) і циркуляції Ленгмюра (ЦЛ) на поверхні водойм;

- отримання навичок побудування на базі рівнянь Нав'є-Стокса і теплопровідності теоретичної моделі опису ЛЦ, проведення зіставлення запропонованої теоретичної моделі ЛЦ і експериментальних даних, та наведення пояснень деяких особливостей ЛЦ;

- знайомство з елементами теорії елементарної конвективної комірки (ЕКК) з вільними граничними умовами, з математичною моделлю утворення комірок Бенара (КБ) у в'язких середовищах з вільними граничними умовами, що підігріваються знизу, з прикладами формування і руйнування КБ при різних зовнішніх умовах;

- набуття уявлень про теоретичну модель опису КБ з твердими граничними умовами, отримання аналітичного рішення лінійної стаціонарної задачі Релея із твердими граничними умовами, формування у експериментах не дотичних один до одного циліндричних осередків при змішаних та твердих граничних умовах, поведінку осередків зі збільшенням температури,

впритул до набування осередками форми багатокутників, порівняння запропонованої теоретичної моделі із експериментальними даними, представлення рекомендацій щодо отримання КБ з твердими граничними умовами в лабораторних умовах.

- набуття уявлень про фізичні основи сірководневих технологій; знайомство з основними аспектами сірководневої енергетики, обґрунтуванням перспектив її розвитку, як складової частини водневої енергетики; проведення порівняння з основними характеристиками традиційної енергетики
- отримання знань про вміст сірководню в Чорному морі та технологію автогазліфту для його видобутку; про принципи створення енергогенеруючих сірководневих комплексів, що спроможні отримувати енергію не тільки від утилізації сірководню, але й з енергії термічного градієнту, різниці солоності моря по глибині, вітру, сонця тощо.

1.3. Кількість кредитів - 12

1.4. Загальна кількість годин – 360

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
<u>Денна форма навчання</u>	
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
1,2-й	-й
Лекції	
72 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
288 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання - згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, аспиранти повинні досягти таких результатів навчання:

- знати основні положення та перспективи розвитку запропонованих новітніх ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій вилучення комплексів Урану методом надкритичної флюїдної екстракції в середовищі діоксиду Карбону, фізичні основи виникнення

вітрового хвилювання і циркуляції Ленгмюра на поверхні водойм, елементи теорії елементарної конвективної комірки (ЕКК) з вільними, змішаними та твердими граничними умовами, аналітичне рішення лінійної стаціонарної задачі Релея із твердими граничними умовами, послідовність формування не дотичних один до одного циліндричних осередків при вільних, змішаних та твердих граничних умовах, поведінку осередків зі збільшенням температури, впритул до набування осередками форми багатокутників. мати основні уявлення та перспективи розвитку водневої та сірководневої енергетики

• вміти проаналізувати та оцінити можливості запропонованої новітньої нетрадиційної технології вилучення комплексів металів надкритичним діоксидом Карбону, визначити роль швидкості вітру та конвективних процесів у формуванні хвиль та циркуляції Ленгмюра на поверхні водойм, описати виникнення конвективних комірок Бенара конвекцією в горизонтальному шарі в'язкої нестисливої рідини, що підігрівається знизу. вміти проаналізувати та оцінити можливості нетрадиційної енергетики порівняно з традиційними джерелами енергії.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

І семестр

Розділ 1. Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології вилучення комплексів Урану надкритичним діоксидом Карбону

- Тема 1.* Надкритичний стан рідких та газоподібних середовищ.
- Тема 2.* Надкритичний діоксид Карбону та його розчинюючі властивості.
- Тема 3.* Вилучення комплексів Урану $UO_2(NO_3)_2 \cdot 2TBF$ методом надкритичної флюїдної екстракції в середовищі діоксиду Карбону.

Розділ 2. Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології на базі вітрового хвилювання та конвективних процесів на поверхні водойм

- Тема 1.* Нестійкість Кельвіна-Гельмгольца.
- Тема 2.* Циркуляції Ленгмюра.
- Тема 3.* Циліндричні комірки в горизонтальному шарі в'язкої, нестисливої рідини, що підігрівається знизу (вільні граничні умови).
- Тема 4.* Циліндричні комірки в горизонтальному шарі в'язкої, нестисливої рідини, що підігрівається знизу (змішані та тверді граничні умови).

II семестр

Розділ 3. Елементи сірководневої енергетики та аналіз питомої енергонасиченості різних нетрадиційних джерел енергії Чорного моря й чорноморського регіону.

Тема 1. Газліфт (автогазліфт) у Чорному морі. Рівняння газліфта газонасиченої води і його аналіз.

Тема 2. Лабораторне моделювання газліфта води з газонасиченістю, що відповідає чорноморській воді.

Тема 3. Фазові переходи першого роду в газонасиченій воді. Отримання вихідного кінетичного рівняння, що описує фазові переходи першого роду в газонасиченій воді.

Тема 4. Дослідження кінетичного рівняння, що описує фазові переходи першого роду в газонасиченій воді.

Тема 5. Енергія автогазліфту. Механічна енергія піднятої води. Енергія різниці температур. Електростанції ОТЕС.

Тема 6. Енергетика, заснована на сірководні, розчиненому в морській воді або, що перебуває в газовій фазі грязьових вулканів. Методи виділення сірководню з морської води. Методи розкладання сірководню на водень і сірку.

Розділ 4. Аналіз питомої енергонасиченості різних нетрадиційних джерел енергії Чорного моря й чорноморського регіону та концепція енергетичних островів.

Тема 1. Енергія різниці солоності. Енергія хвиль. Енергія вітру.

Тема 2. Вітровий потенціал України. Традиційний підхід у вітровій енергетиці. ВЕС великої потужності. Мала вітрова енергетика. Теорія лопатевих вітродвигунів. Теоретична межа Бетца.

Тема 3. Сонячна енергія. Геотермальна енергія. Біоенергетика.

Тема 4. Енергетика навколишнього середовища – вторинні ресурси, типу твердих побутових відходів. Енергетичні острови й концепція сірководневого енергогенеруючого комплексу.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин			
	денна форма		заочна форма	
	усього	у тому числі	усього	у тому числі

		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології вилучення комплексів Урану надкритичним діоксидом Карбону												
Разом за розділом 1	90	18				72						
Розділ 2. Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології на базі вітрового хвилювання та конвективних процесів на поверхні водойм												
Разом за розділом 2	90	18				72						
Розділ 3. Елементи водневої та сірководневої енергетики та аналіз питомої енергонасиченості різних нетрадиційних джерел енергії Чорного моря й чорноморського регіону.												
Разом за розділом 3	90	18				72						
Розділ 4. Аналіз питомої енергонасиченості різних нетрадиційних джерел енергії Чорного моря й чорноморського регіону та концепція енергетичних островів.												
Разом за розділом 4	90	18				72						
<i>Усього годин</i>	360	72				288						

4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
I Семестр		
1.	Розібратись: надкритичний стан рідких та газоподібних середовищ.	18
2.	Розібратись: надкритичний діоксид Карбону та його розчинюючі властивості.	18
3.	Розібратись: вилучення комплексів Урану $UO_2(NO_3)_2 \cdot 2TB\Phi$ методом надкритичної флюїдної екстракції в середовищі діоксиду Карбону.	18
4.	Розібратись: нестійкість Кельвіна - Гельмгольца.	18
5.	Розібратись: циркуляції Ленгмюра.	18
6.	Розібратись: циліндричні комірки в горизонтальному шарі в'язкої, нестисливої рідини, що підігрівається знизу (вільні граничні умови).	18
7.	Розібратись: циліндричні комірки в горизонтальному шарі в'язкої, нестисливої рідини, що підігрівається знизу (змішані та тверді граничні умови).	18
8.	Розібратись: розповсюдження сірководню в світі.	18
II Семестр		
9.	Розібратись: газліфт (автогазліфт) у Чорному морі. Рівняння газліфта газонасиченої води і його аналіз	18
10.	Розібратись: лабораторне моделювання газліфта води з газонасиченістю, що відповідає чорноморській воді.	18
11.	Розібратись: фазові переходи першого роду в газонасиченій воді. Отримання вихідного кінетичного рівняння, що описує фазові переходи першого роду в газонасиченій воді.	18
12.	Розібратись: дослідження кінетичного рівняння, що описує фазові переходи першого роду в газонасиченій воді.	18
13.	Розібратись: сірководнева енергетика за рахунок відновлюваних	18

	джерел енергії.	
14.	Розібратись: енергія автогазліфту. Механічна енергія піднятої води. Енергія різниці температур. Електростанції ОТЕС	18
15.	Розібратись: вітровий потенціал України. Традиційний підхід у вітровій енергетиці.	18
16.	Розібратись: технологічна реалізація пристроїв сірководневої енергетики	18
	Разом за рік:	288

5. Індивідуальні завдання

6. Методи контролю

Для оцінювання результатів навчання використовуються такі види та методи контролю: поточний контроль протягом семестру – усне та експрес - опитування на лекціях, виступи студентів при обговоренні теоретичних положень дисципліни ; перевірка завдань на СРС; підсумкові семестрові контролю – залік та іспит.

Знання студентів як з теоретичної, так і з практичної підготовки оцінюються за такими критеріями:

4 бали – студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

3 бали – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

2 бали – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;

1 бал – студент майже не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички майже не сформовані.

0 балів – знання як з теоретичної, так і з практичної підготовки за даним завданням виявити не вдається, невиконання завдання у разі відсутності на заняттях або під час СРС.

Вагові коефіцієнти завдань для різних видів контролю розподіляються таким чином
завдання за темами розділу 1 –3,75;
завдання за темами розділу 2 –3,75;
завдання за темами розділу 3 –3,75;
завдання за темами розділу 4 –3,75.
екзамен – 10,0.

7. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота						Разом	Залік/ Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2		Розділ 3		Розділ 4	60	40	100
1 семестр			2 семестр					
T1-3	T1-2	T3-4	T1-3	T4-6	T1-2			

20	20	20	15	15	15	15			
----	----	----	----	----	----	----	--	--	--

T1, T2 ... T8 – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

8. Рекомендована література

Основна література

1. Іванова С. Ф. Фізико-технологічні механізми підвищення ефективності екстракції урану надкритичним діоксидом вуглецю. — Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. — Харків. — 2013. — 20 с.
2. Скоромна. С. Ф. Вилучення комплексів Урану $UO_2(NO_3)_2 \cdot 2TB\Phi$ методом надкритичної флюїдної екстракції в середовищі діоксида Карбону: методичні вказівки до курсу «Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології» / С. Ф. Скоромна. - Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 28 с.
3. Ткаченко В. И. Примечательные явления природы: ветровое волнение на водной глади: методические указания к курсу «Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии» / В. И. Ткаченко. — Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. — 35 с.
4. Strutt J. W. (Lord Rayleigh), 412. On convection currents in a horizontal layer of fluid, when the higher temperature is on the underside, Phil. Mag., 1916, V. 32, p. 529 - 546.
5. Гершуни Г. З., Жуховицкий Е. М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. – М: Наука, 1972. – с. 393.
6. Chandrasekhar S. Hydrodynamic and hydromagnetic stability, 1970 – p. 657.
7. Борц Б. В. Примечательные явления природы: Ленгмюровские циркуляции: учебно-методическое пособие к курсу «Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии» / Б. В. Борц, И. М. Неклюдов, И. М. Короткова В. И. Ткаченко. – Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2013. – 26 с.
8. Bernard H. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide // Revue generale des Sciences, pures et appliques. - 1900. - V. 11. - P. 1261-1271 and 1309-1328.
9. Бозбей Л. С. Примітні явища природи: комірки Бенара з вільними межами : навчально-методичний посібник з курсу «Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології» / Л. С. Бозбей, Б. В. Борц, В. І. Ткаченко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 41 с.
10. Паточкіна О.Л. Примітні явища природи: Осередки Бенара з твердими границями: навчально-методичний посібник до курсу "Ресурсозберігаючі і екологічно чисті технології" / О.Л. Паточкіна, Б. В. Борц, В. І. Ткаченко. - Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. - 38 с.

11. Л.Ф. Козин, С.В. Волков «Водородная энергетика и экология». - Киев: Наукова думка, 2002. - 336 с.
12. Л.Ф. Козин, С.В. Волков «Современная энергетика и экология: Проблемы и перспективы». - Киев: Наукова думка, 2006. - 775 с.
13. Борц Б.В., Неклюдов И.М., Полевич О.В., Ткаченко В.И., Шиляев Б.А. Альтернативная сероводородная энергетика Черного моря. Состояние, проблемы, перспективы. Ч. I. Альтернативная энергетика и экология, 2006, № 12 (44), с. 23-30.
14. Борц Б.В., Неклюдов И.М., Полевич О.В., Ткаченко В.И. Спосіб добування сірководню з морської води. Патент України на корисну модель № 25861 від 27.08.2007.
15. Неклюдов И.М., Азаренков Н.А., Борц Б.В., Полевич О.В., Ткаченко В.И. Альтернативная сероводородная энергетика Черного моря. Энергетически выгодные способы извлечения сероводородной воды с заданных глубин. Ч. II. Альтернативная энергетика и экология, 2007, № 9 (53), с. 35 - 41.
16. Борц Б.В., Горлицкий Б.А., Бондаренко Г.Н., Неклюдов И.М., Ткаченко В.И. Альтернативная сероводородная энергетика Черного моря. Альтернативная энергетика сероводородной зоны Черного моря и Черноморского региона. Часть III. Альтернативная энергетика и экология, 2009, № 4, с. 12-19.
17. Б.П. Тарасов. Проблемы и перспективы создания материалов для хранения водорода в связанном состоянии. // Альтернативная энергетика и экология. 2006, № 2. С. 11-17.
18. Ажажа В.М., Тихоновский М.А., Шепелев А.Г., Курило Ю.П., Пономаренко Т.А., Виноградов Д.В. Материалы для хранения водорода: анализ тенденций развития на основе данных об информационных потоках. ВАНТ, 2006, № 1, Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники (15), с.145 - 152.

Допоміжна

1. Самсонов М.Д. / Сверхкритическая флюидная экстракция в современной радиохимии / М.Д. Самсонов, А.Ю. Шадрин, Д.Н. Шафиков, Ю.М. Куляко, Б.Ф. Мясоедов // Радиохимия. — 2011, Том. 53, № 2, — С. 97-106.
2. Борц Б.В. / Влияние воды на эффективность сверхкритической CO₂ экстракции Урана из природных минералов // Б.В. Борц, Ю.Г. Казаринов, С.А. Сиренко, С.Ф. Скоромная, В.И. Ткаченко // Вестник ХНУ, серия: физическая «Ядра, частицы, поля». — 2012, Вып. 2/54/. № 1001. — С. 125 — 134.
3. Борц Б. В. Материалы и пробоподготовка для моделирования сверхкритической флюидной экстракции урана в среде диоксида углерода / Б. В. Борц, И. Г. Гончаров, А. В. Мазиллов, С. Ф. Скоромная, В. И. Ткаченко // Вестник ХНУ. — № 1025. — 2012, серия: физическая «Ядра, частицы, поля». — Вып. 4/56/. — С. 69-76.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k17075r/f1265.image>.
2. <http://lifeglobe.net/blogs/details?id=860>
3. <http://p-i-f.dreamwidth.org/351593.html>

4. <http://en.wikipedia.org/wiki/Supergranulation>
5. Sands J. S., Rast M. P. Is Supergranulation on the Sun's Surface Convection? (unpublished manuscript), <http://opensky.library.ucar.edu/collections/SOARS-000-000-000-268>
6. Rieuton M., Rincon F. The Sun's Supergranulation, 2010 – p. 84