

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
Кафедра енергетичного менеджменту і технічної діагностики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

енергетичного інституту

_____ О.Є. Середюк

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«___» _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Відновлювальна енергетика

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація _____ Енергетичний менеджмент

(шифр і назва спеціалізації)

Інститут _____ енергетичний

(назва інституту)

Івано-Франківськ
2016 - 2017 навчальний рік

Робоча програма з дисципліни «Відновлювальна енергетика»
(назва навчальної дисципліни)
для студентів за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка (спеціалізацією - Енергетичний менеджмент)

Розробники:

Яворський А.В., доцент каф. ЕМіТД, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри енергетичного менеджменту і технічної діагностики

Протокол від «29» серпня 2016 р. № 1

Завідувач кафедри енергетичного менеджменту і технічної діагностики

(підпис)

(П.М. Райтер)

(ініціали та прізвище)

1. Мета та задачі дисципліни, її місце і значення у навчальному процесі

Робоча навчальна програма складена на основі освітньо-професійної програми (ОПП), освітньо-кваліфікаційної характеристики (ОКХ) та навчального плану (НП) для підготовки магістрів за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (спеціалізацією – енергетичний менеджмент).

Вивчення дисципліни «Відновлювальна енергетика» ставить перед собою таку *мету*: формування у студентів уявлення про відновлювані джерела енергії, питомі та кількісні енергетичні характеристики та про розподіл їх енергетичного потенціалу в світі та в Україні, переваги та недоліки їх використання, а також роль відновлюваних джерел енергії в житті людини та в функціонуванні держави. Вивчення даної дисципліни дозволить студентам вміти правильно визначати роль відновлюваних джерел енергії як складових окремих систем енергопостачання, так і паливно-енергетичного комплексу країни в цілому, визначати механізми впливу при їх використанні на розвиток енергетики та держави, в тому числі на екологічну та соціальну сфери її діяльності. Головним результатом отриманої системи знань повинно бути вміння визначати доцільно-економічні рамки їх використання та оптимальні варіанти поєднання відновлюваних джерел енергії з традиційними енергосистемами для забезпечення ефективного енергопостачання і зведення до мінімуму шкідливого впливу на оточуюче середовище.

Дана навчальна дисципліна базується на знаннях, отриманих при вивченні попередніх дисциплін професійної та практичної підготовки, серед яких:

- Основи енергетичного аудиту,
- Екологія за професійним спрямуванням;
- Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії;
- Енергоощадність в теплотехнічних процесах та установках;
- Основи електрифікації технологічних комплексів;
- Електричні системи і мережі;
- Електричні машини.

2. Вимоги до компетенцій, знань та умінь

Для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю у процесі навчання у магістра повинні бути сформовані загальні та професійні компетентності.

Вивчення дисципліни «Відновлювальна енергетика» спрямоване на формування у студентів наступних *компетенцій*.

Компетенції соціально-особистісні:

- здатність контролювати виконання виробничої програми на основі врахування вимог споживачів;
- екологічна грамотність.

Загальнонаукові компетенції:

- здатність осмислено застосовувати методи наукового дослідження: теоретичні та експериментальні дослідження;
- володіти методами математичного моделювання в процесі виконання наукових досліджень.

Інструментальні компетенції:

- здатність до письмової й усної комунікації рідною мовою;
- навички роботи з комп'ютером;
- навички управління інформацією;
- навички проведення маркетингових досліджень на ринку енергії.

Загально-професійні компетенції:

- здатність формувати виробничу стратегію на основі використання сучасних методів проектування процесів і продуктів, виробничої потужності, забезпечення поточного управління якістю;

- сучасні уявлення про стан світової енергетики, роль і місце України в ній.

Спеціалізовано-професійні компетенції:

- здатність ефективно використовувати енергію в будівництві промислових і цивільних споруд по всій технологічній ланці;
- здатність застосовувати принципи стратегій сталого енергетичного розвитку країни для успішного функціонування підприємства;
- здатність оцінювати переваги та недоліки різних методів перетворення енергії та знаходити оптимальні рішення застосування кожного з відновлюваних джерел енергії;
- здатність виконувати підготовку технічних вимог на проектування енергоощадних проектів комбінованих енергосистем на основі комплексного використання відновлюваних джерел енергії і комплексного застосування систем акумулювання енергії.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- термінологію, що стосується основних понять дисципліни;
- умов виникнення енергії відновлюваних джерел;
- кількісних та якісних характеристик кожного з відновлюваних джерел енергії;
- розподілу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії в світі та в Україні;
- рівнів та пріоритетів використання енергії відновлюваних джерел в світі та в Україні;
- методів та засобів перетворення енергії відновлюваних джерел в якість, необхідну споживачам;
- методів підвищення ефективності обладнання на основі відновлюваних джерел енергії за рахунок застосування акумуляторів енергії;
- методів підвищення ефективності обладнання на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії за рахунок комплексного їх використання;
- функціонування енергетичних ринків на основі відновлюваних джерел енергії і їх вплив на розвиток суспільства;
- методів оцінки екологоенергетичних показників відновлюваної енергетики;
- заходів стимулювання розвитку показників відновлюваної енергетики,

методів формування енергетичної політики, нормативної-правової бази.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен *вміти*:

- володіти стандартною термінологією, що використовується для визначення ключових понять курсу;
- класифікувати види відновлюваних джерел енергії;
- оцінювати роль відновлюваних джерел енергії як одного із заходів енергозбереження в подальшому розвитку енергетики;
- визначати ефективність застосування різних джерел енергії з врахуванням кліматометеорологічних та географічних особливостей територій;
- оцінювати переваги застосування відновлюваних порівняно з традиційними методами отримання енергетичної продукції;
- визначати та оцінювати загальні енергетичні показники відновлюваних джерел енергії;
- оцінювати переваги та недоліки різних методів перетворення енергії та знаходити оптимальні рішення застосування кожного з відновлюваних джерел енергії;
- визначати кількість енергії, отриманої при перетворенні кожного з відновлюваних джерел енергії в теплову та електричну енергію;
- оцінювати паливно-енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії - загальний, технічно-досяжний та економічно-доцільний;
- знаходити ефективні технологічні рішення за рахунок комплексного використання енергії відновлюваних джерел;
- знаходити ефективні технологічні рішення за рахунок використання акумуляторів енергії, в тому числі при створенні комплексних систем акумулювання енергії;
- розробляти оптимальні схематичні рішення комбінованих енергосистем на основі комплексного використання відновлюваних джерел енергії і комплексного застосування систем акумулювання енергії;
- розробляти оптимальні схемні рішення енергосистем з поєднанням елементів традиційної і відновної енергетики;
- оцінювати вплив, що виникає в процесі використання кожного з відновлюваних джерел енергії на оточуюче середовище;
- користуватися науково-технічною, довідковою літературою та володіти навиками пошуку необхідної інформації в бібліотеках та в Інтернеті;
- оцінювати вплив політичних, психологічних та соціальних факторів на пріоритетне освоєння відновлюваних джерел енергії.

3. Склад і структура дисципліни

Склад та структура дисципліни «Відновлювальна енергетика» наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – СКЛАД І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Курс та семестр за робочим навчальним планом		5 курс, 9 семестр
Кількість кредитів ECTS		3
Кількість семестрових модулів		1
Повний обсяг часу, год.		90
В тому числі кількість аудиторних занять, год.		36
З них, год.	лекційних	18
	лабораторних	18
	практичних (семінарських)	-
Види завдань та робіт (РГР, РПР, КР, КП)		-
Обсяг часу на СРС, год.		54
Індивідуальна робота, год.		-
Підсумкова форма контролю I – екзамен З - залік		3

Дисципліна розподіляється на змістові модулі. Найменування змістових модулів та кількість годин (ауд./СРС) на їх опанування відображені у таблиці 2.

Таблиця 2 – РОЗПОДІЛ ЗА СЕМЕСТРАМИ ТА МОДУЛЯМИ

№	Найменування змістових модулів	Кількість годин (ауд. / СРС)		
		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття (семінарські заняття)
1	2	3	4	5
Семестровий модуль 1 – Відновлювальна енергетика				
1	Основні поняття відновлювальної енергетики	6/14	-	-
2	Відновлювані джерела енергії і устаткування відновлювальної енергетики	12/20	18/20	-
Всього:		18/34	18/20	

3.1 Лекційні заняття

Нижче наведено перелік лекцій відповідно до змістових модулів та тематика лекційних занять. Після тематики кожної лекції вказано літературне джерело (джерела) із зазначенням сторінок, де викладено відповідний лекційний матеріал.

СЕМЕСТРОВИЙ МОДУЛЬ 1

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

(Основні поняття відновлювальної енергетики)

Лекція № 1 (2 год)

Місце та роль відновлюваних джерел енергії в сучасній енергетиці. Вступ. Структура курсу. Роль енергії в житті людини. Історичні етапи освоєння відновлюваних джерел енергії. Сучасний розвиток технологій використання відновлюваних джерел енергії. Залежність енергетичних пріоритетів від рівня розвитку суспільства, промисловості, енергетики, економіки. Роль науки та екологоенергетичної освіти в підвищенні ефективності освоєння джерел енергії. Класифікація відновлюваних джерел енергії. Освоєння відновлюваних джерел енергії як один з важливих заходів енергозбереження.
(1, розділ 1 і 3; 2, розділ 1).

Лекція № 2 (2 год)

Оцінка енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії. Загальні кількісні показники енергетичних ресурсів відновлюваних джерел в світі. Загальний, технічно-досяжний та економічно-доцільний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії. Залежність енергетичного потенціалу відновлюваних джерел від кліматометеологічних та географічних особливостей територій та від рівня господарської діяльності держав. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії в Україні.
(1, розділ 3; 2, розділ 1; 3, розділ 6).

Лекція № 3 (2 год)

Законодавчо-правова та нормативна база відновлюваної енергетики. Методи стимулювання розвитку відновлюваної енергетики. Роль державної підтримки в розвитку відновлюваної енергетики.
(1, розділ 3).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

(Відновлювані джерела енергії і устаткування відновлювальної енергетики)

Лекція № 1 (2 год)

Енергія вітру. Основні характеристики та питомі енергетичні показники енергії вітру. Розподіл енергетичного потенціалу в світі та в Україні. Методи та засоби перетворення вітрової енергії. Автономна вітроенергетика. Вітроенергетичні станції. Стан та перспективи освоєння вітрової енергії.

(1, розділ 5; 2, розділ 4; 3, розділ 3).

Лекція № 2 (2 год)

Енергія сонячної радіації. Основні характеристики та питомі показники надходження енергії сонячної радіації в різних кліматичних зонах світу та України. Класифікація методів та засобів перетворення енергії сонячної радіації. Фотоенергетика. Сонячні електростанції. Теплова геліоенергетика. Застосування акумуляторів енергії в сонячній енергетиці.

(1, розділ 4; 2, розділ 2; 3, розділ 1).

Лекція № 3 (2 год)

Енергія води рік, хвиль, припливів та відпливів. Питомі енергетичні характеристики та перспективи сучасного використання. Розподіл енергетичного потенціалу в світі та в Україні. Велика та мала гідроенергетика. Методи та засоби перетворення і споживання енергії. Традиції використання енергії малих водотоків в Україні та перспективи їх подальшого розвитку.

(1, розділ 2 і 7; 2, розділ 4; 3, розділ 3).

Лекція № 4 (2 год)

Геотермальна енергія і енергія доквілля. Класифікація геотермальних ресурсів. Основні характеристики та питомі енергетичні показники. Розподіл енергетичного потенціалу в світі та в Україні. Методи та засоби перетворення геотермальної енергії. Комбіновані геотермальні теплоелектричні станції. Стан та перспективи освоєння геотермальної енергії. Методи та засоби освоєння енергії доквілля. Розрахунок енергетичного потенціалу доквілля. Ефективність та перспективи використання теплових насосів для утилізації енергії доквілля в Україні. Стан та перспективи освоєння енергії доквілля.

(1, розділ 8; 2, розділ 6; 3, розділ 2).

Лекція № 5 (2 год)

Енергія біомаси. Класифікація ресурсів біомаси. Класифікація методів переробки відходів біомаси. Класифікація продуктів, що можуть бути отримані в результаті переробки відходів біомаси та їх основні енергетичні характеристики. Розподіл енергетичного потенціалу біомаси на Землі та в Україні. Класифікація методів отримання та використання біогазу. Спалювання біомаси. Використання продуктів переробки біомаси в якості моторного палива - етиловий та метиловий спирти, рапсове масло.

(1, розділ 6; 2, розділ 5; 3, розділ 2).

Лекція № 6 (2 год)

Методи підвищення ефективності застосування відновлюваних джерел енергії. Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел. Класифікація акумуляторів енергії. Електрохімічні, теплові, інерційні акумулятори та акумулятори на основі водню. Комбіновані енергетичні системи на основі відновлюваних джерел з комплексним використання систем акумулювання енергії. Комбіновані енергосистеми традиційної та відновлюваної енергетики. Автоматизація режимів роботи енергосистем на основі відновлюваних джерел енергії.

(1, розділ 8; 3, розділи 1-4).

3.2 Лабораторні заняття

Тема та стислий зміст лабораторного заняття, мета кожного заняття наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Обсяг в годинах	Назва та стислий зміст роботи	Мета роботи
1	2	3
2	ВСТУПНЕ ЗАНЯТТЯ. Інструктаж з техніки безпеки. Видача завдань до лабораторних занять на семестр. Ознайомлення з навчальною лабораторією.	Ознайомитись з вимогами до виконання і оформлення лабораторних робіт та навчальною лабораторією Пройти інструктаж з техніки безпеки.
4	ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ БАТАРЕЙ. Під контролем викладача провести дослідження за стандартних умов основних енергетичних характеристик фотоелектричних батарей. Зробити висновки відносно забезпечення ефективності використання фотоелектричних батарей.	Ознайомитись з призначенням, будовою і принципом функціонування фотоелектричних батарей, як одного з пристроїв відновлювальної енергетики. Набути практичних навичок, щодо оцінювання технічних характеристик фотоелектричних батарей.

1	2	3
4	<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ. Під контролем викладача провести дослідження (при зміні параметрів вітрового навантаження) основних енергетичних характеристик вітроенергетичної системи. Зробити висновки відносно забезпечення ефективності використання вітроенергетичної системи.</p>	<p>Ознайомитись з призначенням, будовою і принципом функціонування вітроенергетичної системи, як устаткування відновної енергетики. Набути практичних навичок, щодо оцінювання технічних характеристик вітроенергетичних систем.</p>
2	<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО СИЛОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА. Під контролем викладача провести дослідження (при зміні параметрів теплового навантаження) основних енергетичних характеристик термоелектричного силового перетворювача. Зробити висновки відносно забезпечення ефективності використання термоелектричного силового перетворювача.</p>	<p>Ознайомитись з призначенням, будовою і принципом функціонування термоелектричного силового перетворювача, як одного з пристроїв відновної енергетики. Набути практичних навичок, щодо оцінювання технічних характеристик термоелектричних силових перетворювачів.</p>
4	<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕЛІОТЕРМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ПЛОСКИМ КОЛЕКТОРОМ. Під контролем викладача провести дослідження (при зміні параметрів випромінювання) основних енергетичних характеристик геліотермальної системи з плоским колектором. Зробити висновки відносно забезпечення ефективності використання геліотермальної системи з плоским колектором.</p>	<p>Ознайомитись з призначенням, будовою і принципом функціонування геліотермальної системи з плоским колектором, як устаткування відновної енергетики. Набути практичних навичок щодо оцінювання технічних характеристик геліотермальної системи з плоским колектором.</p>

1	2	3
4	<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З АКУМУЛЮВАННЯМ ЕНЕРГІЇ.</p> <p>Під контролем викладача провести дослідження (при зміні параметрів випромінювання) основних енергетичних характеристик фотоелектричної системи електропостачання з акумулюванням енергії.</p> <p>Зробити висновки відносно забезпечення ефективності використання фотоелектричної системи електропостачання з акумулюванням енергії.</p>	<p>Ознайомитись з призначенням, будовою і принципом функціонування автономної фотоелектричної системи електропостачання, як однієї з систем альтернативного енергопостачання і відновної енергетики.</p> <p>Набути практичних навичок, щодо оцінювання технічних характеристик і можливостей застосування систем альтернативного енергопостачання.</p>

3.3 Самостійна робота студента

Самостійна робота є основним засобом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Питання до підсумкового контролю, винесені на самостійне опрацювання:

1. Оцінка енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії на території України.
2. Стратегія країн-членів Європейського Союзу по розширенню використання відновлювальних джерел енергії.
3. Енергоспоживання і його показники як критерії добробуту суспільства.
4. Оцінка енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії на території України.
5. Взаємозв'язок технологічних, енергетичних й екологічних аспектів енергетики.
6. Паливно-енергетичний комплекс України.
7. Потенціал і перспективи використання сонячної енергії.
8. Потенціал і перспективи розвитку вітроенергетики.
9. Мала гідроенергетика.
10. Енергія Світового океану.
11. Термодинамічні основи роботи і характеристики теплових насосів.
12. Використання вторинних енергетичних ресурсів
13. Охолодження повітря і опріснення води за допомогою сонячної енергії.
14. Сонячні ставки.
15. Біологічна, хімічна і механічна акумуляція енергії.
16. Виконання механічної роботи за допомогою енергії вітру.
17. Вітропарки у складі енергосистем.

18. Двоконтурні геотермальні електростанції.

19. Гідроакумуючі станції.

Оцінювання вивчення даного матеріалу проводиться шляхом включення в контрольні та тестові питання.

Типові тестові завдання наведені у методичних вказівках для самостійної та індивідуальної роботи з даної дисципліни.

4. Оцінювання знань студентів

На вивчення даної дисципліни виділено 3 кредити (90 годин). Вони розподіляються між модульними тестовими колоквіумами, накопичувальною частиною дисципліни (поточними лабораторними роботами). Розподіл балів та кредитів наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 – РОЗПОДІЛ БАЛІВ (КРЕДИТІВ ECTS)

Семестровий модуль № 1		
Вид роботи	К-сть балів	К-сть кредитів
Модульний тестовий колоквіум (засвоєння змістовних модулів лекційного матеріалу дисципліни)	50	1,5
Накопичувальна частина дисципліни: виконання та захист лабораторних робіт	50	1,5

Оцінювання знань з дисципліни ведеться систематично на протязі всього періоду її вивчення. Їх результати відображаються в журналі і повідомляються студентам відповідно до етапів контролю. Форма семестрового оцінювання – залік.

Критерії оцінювання поточного контролю та виконання накопичувальної частини дисципліни (захист лабораторних робіт) вказано в таблиці 5.

Для оцінки якості засвоєння дисципліни запроваджена 100 бальна шкала. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів за чинною в університеті шкалою оцінювання наведені в таблиці 6.

Таблиця 5 – КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА НАКОПИЧУВАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДИСЦИПЛІНИ В БАЛАХ

Види робіт, що контролюються	Номер контролю	Макс. кількість балів
1. Засвоєння змістовних модулів лекційного матеріалу дисципліни	ЗМ1	15
	ЗМ2	35
2. Лабораторні роботи	Л 1.1	--
	Л 1.2	10
	Л 1.3	10
	Л 1.4	10
	Л 1.5	10
	Л 1.6	10
Разом для залікового кредиту		100

Таблиця 6 – ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Національна	Університетська (в балах)	ECTS	Визначення ECTS	Рекомендована система оцінювання
Відмінно	90-100	A	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100 (відмінно)
Добре	82-89	B	Дуже добре - вище середнього рівня з кількома помилками	75-89 (добре)
	75-81	C	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	
Задовільно	67-74	D	Задовільно – непогано, але зі значною кількістю недоліків	60-74 (задовільно)
	60-66	E	Достатньо - виконання задовольняє мінімальні критерії	
Незадовільно	35-59	FX	Незадовільно - потрібно попрацювати перед тим, як отримати залік або складати екзамен	35-59 (незадовільно із можливістю повторного складання екзамену)
	0-34	F	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота	0-34 (незадовільно із обов'язковим повторним вивченням модуля)

5. Література

Перелік основної літератури

1. Яворський А.В. Нетрадиційні енергоресурси: конспект лекцій / А.В.Яворський, І.Р.Ващишак. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. - 164 с. . (5016, режим доступу – <http://194.44.112.131:8180/libr/DocDownloadForm?docid=428220>).
2. Дудюк Д.Л. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: навч. посіб. / Д.Л.Дудюк, С.С.Мазепа, Я.М.Гнатишин. - Львів: Магнолія 2006, 2009. - 188 с.
3. Титко Р. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України): навч. посіб. / Р.Титко, В.М.Калініченко. - Варшава-Краків-Полтава: OWG, 2010. - 531 с.
4. Яворський А.В. Відновна енергетика: лабораторний практикум / А.В.Яворський, І.Р.Ващишак. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. - 87 с. (4770, режим доступу – <http://194.44.112.131:8180/libr/DocDownloadForm?docid=409770>).

Перелік додаткової літератури

1. Яворський А.В. Відновна енергетика: методичні вказівки для самостійної та індивідуальної роботи / А.В.Яворський, І.Р.Ващишак. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. - 43 с. (4769, режим доступу – <http://194.44.112.131:8180/libr/DocDownloadForm?docid=409769>).
2. Маляренко В. А. Енергетика і навколишнє середовище. Монографія – Харків. «Видавництво САГА», 2008. – 364 с.
3. Ковальов І.О. Альтернативні джерела енергії України: навч. посіб./І.О.Ковальов, О.В. Ратушний. - Суми: Вид-во СумДУ, 2015. – 201 с.
4. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: підручник / О.Адаменко, В.Височанський, В.Льотко, М.Михайлів; Льотко В., ред. - Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. - 256 с.
5. Півняк Г.Г. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрабець; Дніпропетровськ: Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. –109 с.