



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та  
природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

«З А Т В Е Р Д Ж У Ю»

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О.А. Лагоднюк

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.



Національний університет водного господарства та природокористування  
**03-02-18**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Program of the Discipline**

«Використання вторинних та відновлювальних  
енергоресурсів у системах ТГПіВ»

"Use of secondary and renewable energy resources in  
HGS&V systems"

спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

specialty 192 "Construction and Civil Engineering"

спеціалізація "Теплогазопостачання і вентиляція"

specialization "Heat and gas supply and ventilation"



Робоча програма навчальної дисципліни «Використання вторинних та відновлювальних енергоресурсів у системах ТГПіВ» для студентів, які навчаються за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція». – Рівне: НУВГП, 2018. – 16 с.

Розробник: Кізеєв М.Д., канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Протокол від «16»\_02\_2018 року № 2.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ М.Д. Кізеєв

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Протокол від «31»\_05\_2018 року № 7.

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Є.М. Бабич

© М.Д. Кізеєв, 2018 рік  
© НУВГП, 2018 рік



## ВСТУП

Програма обов'язкової навчальної дисципліни «Використання вторинних та відновлювальних енергоресурсів у системах ТГПіВ» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок для розрахунку і конструювання джерел вторинних та відновлювальних енергоресурсів в системах теплогазопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Використання вторинних та відновлювальних енергоресурсів у системах ТГПіВ» є складовою частиною циклу фундаментальних дисциплін для підготовки студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Математика», «Фізика», «Хімія», «Технічна механіка рідин і газів», «Автономні системи інженерного обладнання будівель та споруд», «Модернізація та реконструкція систем ТГПіВ», «Енергоефективність та енергоаудит в системах ТГПіВ» цілеспрямовану роботу над вивченням спеціальної літератури, активну роботу на лекціях, практичних заняттях, самостійну роботу та виконання поставлених викладачем задач.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.



## Анотація

Дисципліна розглядає заходи, обладнання систем та схеми використання вторинних та відновлювальних ресурсів, формування у майбутніх фахівців умінь і знань основ проектування та експлуатації енергоефективних систем для житлових та промислових об'єктів. На основі сучасних досягнень науки та техніки в змісті дисципліни відображені теоретичні, науково-методичні, проектні та виробничі аспекти для всебічної підготовки спеціалістів, які відповідають вимогам кваліфікаційної характеристики фахівця за напрямом «Теплогазопостачання і вентиляція». Студенти вчать розраховувати установки, що використовують вторинні та відновлювані джерела енергії; розробляти технологічні схеми із застосуванням установок, що використовують вторинні та відновлювані джерела енергії.

**Ключові слова:** біомаса; біогаз; вторинні та відновлювані джерела енергії; вітроенергетика; геліоколектори; гідроенергетика; теплові насоси; фотовольтаїчні панелі.

## Abstract

The discipline deals with issues related to the use of secondary and renewable energy sources in modern heat supply, heating, ventilation and air conditioning systems. Students analyze the classification, scope and principle of operation of plants for the use of secondary and renewable energy sources, perform calculations of such facilities. Upon completion of the course, they should be able to develop technological schemes for heating, heating, ventilation and air conditioning systems using plants that use secondary and renewable energy sources.

**Key words:** biomass; biogas; secondary and renewable energy sources; wind power; solar collectors; hydropower; heat pumps; photovoltaic panels.



## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»  Спеціальність 192 “Будівництво та цивільна інженерія”  Спеціалізація “Теплогазопостачання і вентиляція”  Рівень вищої освіти: магістр	За вибором	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		5-й	6-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		10-й	12-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4		Лекції	
		16 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	6 год.
		Лабораторні	
		- год.	- год.
		Самостійна робота	
		60 год.	82 год.
		Індивідуальні завдання	
		-	
Вид контролю			
залік	залік		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

- для денної форми навчання – 50;
- для заочної форми навчання – 10.



## 2 Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета викладання дисципліни** – надання студентам знань про використання вторинних та відновлювальних енергоресурсів у системах ТГПіВ.

**Основними завданнями**, що мають бути вирішені в процесі викладання даної дисципліни, є теоретична і практична підготовка студентів з питань: основні положення та вимоги державних стандартів до систем використання вторинних ресурсів, класифікації та характеристики вторинних енергоресурсів; принципи роботи, призначення, конструкції та основи проектування систем використання вторинних ресурсів.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

**знати:**

- класифікації вторинних та відновлюваних джерел енергії;
- принцип дії установок для використання вторинних та відновлюваних джерел енергії;
- розрахунки установок для використання вторинних та відновлюваних джерел енергії;
- сфери застосування установок, що використовують вторинні та відновлювані джерела енергії.

**вміти:**

- розраховувати установки, що використовують вторинні та відновлювані джерела енергії;
- розробляти технологічні схеми із застосуванням установок, що використовують вторинні і відновлювані джерела енергії.

## 3 Програма навчальної дисципліни

**Тема 1 Нетрадиційні і поновлювані джерела теплоти. Види і класифікація. Стан і перспективи розвитку нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії**

Класифікація нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії. Ресурси цих джерел в Україні. Основні об'єкти нетрадиційної енергетики України. Проблеми взаємодії енергетики й екології.



## **Тема 2 Сонячна (геліо-) енергетика. Теплові та електроенергетичні геліоустановки**

Конструкції геліоустановок та використання тепла геліоустановок для теплопостачання. Конструкції геліоустановок для електропостачання. Сонячні колектори. Сонячні абсорбери. Теплове акумулювання енергії. Енергетичний баланс теплового акумулятора. Класифікація акумуляторів тепла. Системи акумулювання. Теплове акумулювання для сонячного обігріву й охолодження приміщень.

## **Тема 3 Вітроенергетика. Вітроелектростанції і вітроелектроустановки. Принцип дії. Вітроресурси України**

Принцип дії, конструкції ВЕС і ВЕУ. Ресурси вітроенергетики в Україні. Походження вітру, вітрові зони України. Класифікація вітродвигунів за принципом роботи. Робота вітрового колеса крильчатого вітродвигуна.

## **Тема 4 Біоенергетика. Енергія з біомаси. Спалювання соломи, відходів деревооброблення**

Конструкції та принцип дії установок для виробництва біогазу. Види та способи отримання біогазу.

Біопаливо. Поняття і класифікація біопалива.

Технологічна схема виробництва і утилізації біогазу з відходів КОС. Метантенки. Інжекторна. Газгольдери

Використання деревини, соломи, тирси.

## **Тема 5 Геотермальна енергія. Використання геотермальних вод та їх характеристика. Схеми систем геотермального теплопостачання.**

Конструкції і технологічні схеми систем геотермального теплопостачання. Використання тепла сухих гірських порід



## **Тема 6 Вторинні енергоресурси (ВЕР) підприємств ЖКГ та промисловості. Оцінка виходу і використання ВЕР. Методи визначення виробітку енергії та економії палива при використанні ВЕР**

Класифікація енергетичних ресурсів. Економія енергії. Вторинні енергоресурси. Класифікація ВЕР у промисловості. Сучасний стан використання ВЕР.

Показники, що застосовуються для оцінки виходу і використання ВЕР: вихід ВЕР, виробіток енергії за рахунок ВЕР, використання ВЕР, економія палива за рахунок ВЕР, ступінь використання ВЕР, коефіцієнт утилізації, показник використання ВЕР, коефіцієнт виробітку енергії на одиницю перероблюваного матеріалу. Вихід ВЕР у різних галузях промисловості.

Можливий річний виробіток електроенергії за рахунок надлишкового тиску газу. Обчислення економії палива при використанні ВЕР.

## **Тема 7 Способи використання низькопотенційних ВЕР. Утилізаційні установки, показники їх роботи**

Напрямки та загальні схеми використання відпрацьованої пари. Принципові схеми використання тепла виробничої води. Теплові акумулятори, типи, схеми підключення та основи розрахунку. Використання низькотемпературних продуктів згоряння у промисловості. Використання тепла стічних вод каналізаційних мереж, каналізаційних насосних станцій, каналізаційних очисних споруд.

Випарне та водяне охолодження. Класифікація пристроїв для повернення тепла за принципом їх роботи. Регенератори, рекуператори та економайзери на викидних газах та рідинах.

## **Тема 8 Схеми використання ВЕР у теплостачанні промислових центрів та населених пунктів**

Принципові схеми використання ВЕР та їх порівняння. Послідовна, паралельна та паралельно-послідовна схеми.





#### 4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна/заочна форми навчання)				
	Усьо- го	у тому числі			
		лекції	практ.	с. р.	і. р.
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1</b>					
Тема 1. Нетрадиційні і поновлювані джерела теплоти. Види і класифікація. Стан і перспективи розвитку нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії	11/11	2/0,25	2/0,9	7/11	
Тема 2. Сонячна (геліо-) енергетика. Теплові та електроенергетичні геліоустановки	12/12	2/0,25	2/0,9	8/10	
Тема 3. Вітроенергетика. Вітроелектростанції і вітроелектроустановки. Принцип дії. Вітроресурси України	11/11	2/0,25	2/0,9	7/10	
Тема 4 Біоенергетика. Енергія з біомаси. Спалювання соломи, відходів деревооброблення	11/11	2/0,25	2/0,9	7/10	
Тема 5 Геотермальна енергія. Використання геотермальних вод та їх характеристика. Схеми систем геотермального теплопостачання	11/11	2/0,25	-/-	9/10	
<b>Змістовий модуль 2</b>					
Тема 6. Вторинні енергоресурси (ВЕР) підприємств ЖКГ та промисловості. Оцінка виходу і використання ВЕР. Методи визначення виробітку енергії та економії палива при використанні ВЕР	12/12	2/0,25	2/0,8	8/11	
Тема 7. Способи використання низькопотенційних ВЕР. Утилізаційні установки, показники їх роботи	11/11	2/0,25	2/0,8	7/10	
Тема 8. Схеми використання ВЕР у теплопостачанні промислових центрів та населених пунктів	11/11	2/0,25	2/0,8	7/10	
Усього годин	90/90	16/2	14/6	60/82	



## 5 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
<b>Модуль 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1</b>			
1	Конструкції, принцип дії та розрахунок теплових насосів	2	0,8
2	Конструкції геліоустановок для отримання тепла. Принцип дії. Розрахунок геліоустановок для гарячого водопостачання	2	0,8
3	ВЕС і ВЕУ. Принцип дії. Розрахунок потужності ВЕУ	2	0,8
4	Конструкції та принцип дії установок для виробництва біогазу. Розрахунок споруд для утилізації біогазу з осаду на КОС	2	0,9
<b>Змістовий модуль 2</b>			
5	Розрахунки енергетичного та ексергетичного балансів високотемпературних процесів	2	0,9
6	Теплові потужності ділянок каналізаційної мережі міста	2	0,9
7	Утилізація тепла викидного повітря в рекуперативній вентиляційній установці	2	0,9
	Разом	14	6

## 6 Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять (0,5 год. на 1 год.) – 15 год.;
- підготовка до контрольних заходів (6 год. на 1 кредит ЄКТС) – 18 год.;
- опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 27 год.

### Завдання до самостійної роботи



№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
<b>Модуль 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1</b>			
1	Традиційні і нетрадиційні джерела енергії. Запаси і динаміка споживання енергоресурсів, політика України в області нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії	7	11
2	Перетворення сонячної енергії в електричну. Інтенсивність сонячного випромінювання. Вольт-амперна характеристика сонячного елемента. Конструкції і матеріали сонячних елементів.	8	10
3	Теорія ідеального вітряка. Поняття ідеального вітряка. Класична теорія ідеального вітряка. Теорія реального вітряка. Робота елементарних лопатей вітрових колес. Момент і потужність усього вітряка.	7	10
4	Розрахунок контактного насадкового водонагрівача	7	10
5	Сировинна база для виробництва біогазу. Біогаз із сільськогосподарських відходів. Використання біопалива для енергетичних цілей. Виробництво біомаси для енергетичних цілей. Спалювання біопалива для одержання тепла. Біоенергетичні установки. Підготовка, подача сировини, підтримка постійної температури та система перемішування сировини в біореакторі. Виробництво біогазу з осадів КОС. Система збереження і використання біогазу.	9	10
<b>Змістовий модуль 2</b>			
6	Розрахунки енергетичного та ексергетичного балансів високотемпературних процесів для виробничих підприємств та підприємств ЖКГ	8	11
7	Визначення паропродуктивності парогене-		



	аторів на відхідних продуктах згоряння з різними характеристиками	7	10
8	Можливий річний виробіток електроенергії за рахунок надлишкового тиску газу. Обчислення економії палива при використанні ВЕР	7	10
	Разом	60	82

Підсумком виконання самостійної роботи студентів є конспект розглянутого матеріалу, що перевіряється викладачем.

## 7 Методи навчання

Під час лекційних занять використовуються мультимедійні презентації та навчальні відеофільми, роздатковий матеріал, дискусійне обговорення проблемних питань. На практичних заняттях використовуються чинні нормативні документи в галузі використання вторинних та відновлюваних джерел енергії, обладнання для рекуперації теплової енергії, сучасне програмне забезпечення провідних вітчизняних і зарубіжних виробників, плакати, що розміщені у спеціалізованих аудиторіях кафедри ТГВ та СТ (ауд. 640, 648, 652 та 664). Під час виконання самостійних завдань використовуються електронні версії навчальних, методичних та довідкових літературних джерел у форматах PDF і DJVU, мультимедійні презентації у форматах PDF і PPT.

## 8 Методи контролю

Поточний контроль знань студентів здійснюється шляхом:

- з лекційного матеріалу – усного опитування та перевірки конспекту лекцій;
- з практичних занять – перевірки та захисту виконаних практичних завдань;
- із самостійної роботи – усного опитування та перевірки конспекту розглянутого матеріалу;
- тестування на комп'ютері.

Підсумковий семестровий контроль: залік.



## 9 Розподіл балів, які отримують студенти

Основними критеріями оцінювання, що характеризують рівень компетентності студента при здійсненні поточного і підсумкового контролю з дисципліни, є такі:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку та розвитку;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводиться у відсотках від кількості балів, що виділені на завдання, із заокругленням до цілого числа, за такими критеріями:

- 0 % – завдання не виконано;
- 40 % – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;
- 60 % – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки в розрахунках або в методиці виконання;
- 80 % – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення);
- 100 % – завдання виконано правильно, вчасно, без зауважень.

Оцінювання студентів заочної форми навчання відбувається на підставі виконання завдань на аудиторних заняттях та шляхом проведення модульного тестування з теоретичних питань за допомогою програми “Асистент”. Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.



## Шкала оцінювання студентів денної та заочної форм навчання

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Модуль 1									
	Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	100
Т	4	4	4	4	4	4	4	4	32
П	7	7	7	7	7	7	10	-	52
С	2	2	2	2	2	2	2	2	16

Примітка: t1, t2 ... t8 – теми змістових модулів; Т – теоретичні завдання; П – виконання та захист завдань на практичних заняттях; С – виконання та захист завдань самостійної роботи

Підсумкові оцінки з навчальної дисципліни виставляються студентам за сумарною кількістю набраних балів, отриманих у результаті поточного контролю. Конвертація кількості набраних балів в оцінки національної шкали здійснюється відповідно до нижче наведеної таблиці.

Позитивні оцінки виставляються лише тим студентам, які виконали всі види навчальної роботи, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни, і набрали за результатами поточного та підсумкового контролів не менше 60 балів.

### Шкала оцінювання

Кількість набраних балів	Оцінки за національною шкалою (залік)
90...100	Зараховано
82...89	
74...81	
64...73	
60...63	
35...59	Незараховано з можливістю повторного складання
0...34	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



## 10 Методичне забезпечення

1. Електронні версії довідково-інформаційних та навчально-методичних матеріалів з питань використання вторинних та відновлювальних джерел енергії.
2. Мультимедійні презентації у форматах PDF, PPS та PPT.
3. Навчальні відеофільми у форматах AVI, MPG та WMV.
4. Кізеєв М.Д., Басюк М.М. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни "Холодильні установки та теплові насоси" для студентів напряму підготовки 6.060101 "Будівництво" професійного спрямування "Теплогазопостачання і вентиляція" всіх форм навчання. - 2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1741>
5. Пуховий І.І., Карпюк А.А. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Дослідження сонячного колектора” з дисципліни „Використання нетрадиційних видів енергії” для студентів напряму підготовки 6.050601 „Теплоенергетика” денної форми навчання - 2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/8928>

## 11 Рекомендована література

### Базова

1. Герасимов, Г.Г. Енергоощадність в теплоенергетиці. Навчальний посібник. Рівне: Червінко А.В., 2015. – 352 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/4736>
2. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження: Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.
3. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч. пособие для ВУЗов по спец. ТГВ. – Х.: Изд-во “Основа” при Харьк. ун-те, 1991.–224 с.
4. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. - Киев, Наукова думка, 1999. – 321 с.



## Допоміжна

1. Швець Я.С., Щербина О.М. Тепло у вашому домі/За заг. ред. Я. С. Швеця. Львів: ЕКОінформ, 2003. – 174 с.
2. Драганов Б.Х. Использование возобновляемых и вторичных энергоресурсов в сельском хозяйстве. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1988. – 56 с.
3. Кирюшатов А.И. Использование нетрадиционных возобновляющихся источников энергии в сельскохозяйственном производстве. – М.: Агропромиздат, 1991. – 96 с.
4. Разладин Ю.С., Сатань В.Н., Стабников И.И. Использование вторичных энергоресурсов пищевой промышленности. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 228 с.
5. Санников В.А. Вторичные энергоресурсы целлюлозно-бумажной промышленности. – М.: Лесн. пром-сть, 1983.– 213 с.
6. Хараз Д.И., Псахиз Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. – М.: Химия, 1984. – 222 с.
7. Назмеев Ю.Г., Конахина И.А. Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 407 с.

## 13 Інформаційні ресурси

1. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/>
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://saee.gov.ua/>
3. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
4. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75)/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>  
([http://nuwm.edu.ua/MySQL/page\\_lib.php](http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php)).





Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**Розробник:**

**М.Д. Кізеєв**



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування