

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

ЗАТВЕРДЖУЮ
Факультет (ННІ) ННІ енергетики, автоматики
і енергозбереження

«06» червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Біопаливо

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

G4.02 Енерговиробництво

Освітньо-професійна програма Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доктор технічних наук, професор Поліщук В.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни Безпека праці та життєдіяльності

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	
Освітній ступінь	Магістр
Спеціальність	G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією) G4.02 Енерговиробництво
Освітня програма	Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)
Форма контролю	Іспит
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	

	денна форма навчання
Рік навчання	1
Семестр	1
Лекційні заняття	15 год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.
Лабораторні заняття	15 год.
Самостійна робота	75 год.
Індивідуальні завдання	год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	3 год.
самостійної роботи студента –	5 год.

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета - підготовка висококваліфікованих фахівців до практичної роботи у сфері проектно-конструкторської, технологічної, дослідницької та управлінської діяльності у галузі теплоенергетики, здатних до вирішення задач пов'язаних з впровадженням відновлювальних джерел енергії, пошуком шляхів підвищення рівня енергоефективності споживачів та надання оцінки негативного впливу на оточуюче середовище при використанні викопних видів палива.

Набуття компетентностей:

- **інтегральна компетентність (ІК 1):** Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у теплоенергетичній галузі або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизна-

ченістю умов і вимог.

- спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК 2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільноекономічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

СК 7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці.

СК 8. Здатність розробляти, реалізовувати та підвищувати енергетичну ефективність біо- та теплоенергетичних систем, впроваджувати відновлювальні джерела енергії з оцінкою їх впливу на довкілля у сфері теплоенергетики і агросектору.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 4. Відшукувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПРН 19. Використовувати набуті знання, зокрема у сфері біотехнологій, на підприємствах сфери теплоенергетики та агросектору для побудови систем енергопостачання об'єктів на їх основі.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I.

Газоподібне біопаливо

Тема 1. Потреба в використанні біопалива. Сучасний стан світового і вітчизняного паливно-енергетичного комплексу. Біопаливо. Визначення та класифікація.

Тема 2. Біогаз. Біогаз як продукт утилізації органічних відходів. Анаеробна переробка відходів. Технології і технічні засоби анаеробної переробки відходів. Продукти анаеробної переробки відходів. Виробництво біогазу із рідких субстратів. Сировина для виробництва біогазу. Фактори, що впливають на ефективність виробництва біогазу. Вплив способів завантаження субстрату в метантенк на вихід біогазу. Ступінчастість процесу метанового зброджування субстрату. Мікробіологічні основи процесу виробництва біогазу. Особливості розвитку метаноутворюючих бактерій і виробництва біогазу при різних способах завантаження реактора. Якісні показники біогазу відповідно до вітчизняних стандартів.

Тема 3. Газові види біопалива. Газифікація біомаси: класифікація процесів утворення штучних горючих газів; визначення поняття газифікації; класифікація процесів газифікації. Піроліз біомаси: визначення поняття піролізу; сировинна база для отримання продуктів піролізу. Біоводень.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II.

Тверде і рідке біопаливо

Тема 4. Тверде біопаливо. Деревна біомаса. Відходи рослинництва і переробних галузей. Очерет. Енергетичні трави.

Тема 5. Гранульоване біопаливо. Виробництво гранульованого біопалива. Переваги гранульованого біопалива. Стандарти на гранульоване біопаливо з біомаси. Класифікація деревних паливних брикетів. Торефіковані паливні гранули і брикети.

Тема 6. Біопаливо для дизельних двигунів. Диметиловий ефір. Рослинні олії. Метиловий ефір жирних кислот (біодизель). Синтетичні біопалива.

Тема 7. Біопаливо для двигунів з примусовим запалюванням. Біоетанол та палива на його основі. Біометанол та палива на його основі. Біобутанол.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Тижні	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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовий модуль 1. Газоподібне біопаливо														
Тема 1. Потреба в використанні біопалива	1-2	16	2	2	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
Тема 2. Біогаз	3-5	24	3	3	3	-	15	-	-	-	-	-	-	
Тема 3. Газові види біопалива	6-7	16	2	2	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
Разом за змістовим модулем 1	1-7	56	7	7	7	-	35	-	-	-	-	-	-	
Змістовий модуль 2. Тверде і рідке біопаливо														
Тема 4. Тверде біопаливо	8-9	16	2	2	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
Тема 5. Гранульоване біопаливо	10-11	16	2	2	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
Тема 6. Біопаливо для дизельних двигунів	12-13	16	2	2	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
Тема 7. Біопаливо для двигунів з примусовим запалюванням	14-15	16	2	2	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
Разом за змістовим модулем 2	8-15	64	8	8	8	-	40	-	-	-	-	-	-	
Усього годин		120	15	15	15	-	75	-	-	-	-	-	-	

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Потреба в використанні біопалива	2
2	Біогаз	3
3	Газові види біопалива	2
4	Тверде біопаливо	2

5	Гранульоване біопаливо	2
6	Біопаливо для дизельних двигунів	2
7	Біопаливо для двигунів з примусовим запалюванням	2

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Співвідношення між одиницями фізичних величин	2
2	Сировина для виробництва біогазу. Визначення виходу гнойової біомаси при утриманні худоби і птиці	3
3	Визначення основних якісних показників сировини для виробництва біогазу	2
4	Органічне навантаження метантенка	2
5	Гідравлічний час утримання	2
6	Розрахунок виходу біогазу і метану із сировини	2
7	Складання багатокомпонентного субстрату відповідно до вмісту сухої речовини	2

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лабораторна установка для одержання біогазу	2
2	Визначення активної концентрації іонів дигестату	3
3	Визначення параметра FOS / ТАС дигестату	2
4	Визначення вмісту метану в біогазі	2
5	Розрахунок теплоти згорання біопалива	2
6	Співвідношення між фізичними одиницями. Перевірка правильності розрахунків	2
7	Склад біопалива	2
	Разом	15

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасний стан світового і вітчизняного паливно-енергетичного комплексу	10
2	Технології і технічні засоби отримання звалищного газу	15
3	Мікробіологічні способи отримання біоводню	10
4	Технології та технічні засоби заготівлі рослинних решток в паках, заготівлі низькосортної деревини та лісосічних відходів	10
5	Технології заготівлі міскантусу гігантського, енергетичної верби і енергетичної тополі для переробки в паливні гранули	10
6	Особливості очищення біодизеля	10

7	Використання біометану в якості палива для двигунів внутрішнього згорання з примусовим запалюванням	10
	Разом	75

Теми робіт для самостійного виконання:

1. Сучасний стан із забезпеченням викопними паливами в Україні і в світі. В чому полягає шкода, яка наноситься довкіллю при спалюванні викопних палив?
2. Деревна біомаса як біопаливо.
3. Відходи рослинництва і переробних галузей, а також енергетичні трави, як біопаливо.
4. Технології та технічні засоби заготівлі рослинних решток в паках для використання в якості палива.
5. Технологія вирощування міскантуса гігантського для використання в якості палива.
6. Технологія заготівлі очерету для використання в якості палива.
7. Технології та технічні засоби заготівлі низькосортної деревини та лісосічних відходів для використання в якості палива.
8. Технології та технічні засоби заготівлі паливної тріски із обрізків садів і виноградників.
9. Принцип роботи обладнання для заготівлі паливної тріски і дробленого палива, його переваги і недоліки.
10. Технологія виробництва паливних гранул.
11. Принцип роботи технічних засобів для транспортування, сушіння і кінцевого дроблення сировини в лінії виробництва паливних гранул.
12. Принцип роботи технічних засобів для виробництва паливних гранул і брикетів з біомаси.
13. Принцип роботи технічних засобів для охолодження, просіювання, фасування паливних гранул і пилоочищення в лінії виробництва паливних гранул.
14. Технології і технічні засоби спалювання біопалива для отримання теплової енергії.
15. Диметилловий ефір як паливо для дизельних двигунів.
16. Рослинні олії як паливо для дизельних двигунів.
17. Технології та технічні засоби отримання рослинних олій для подальшої їх переробки в біодизель.
18. Технології і технічні засоби виробництва біодизеля.
19. Способи очищення біодизеля.
20. Принцип виробництва біоетанолу.
21. Технологія виробництва біоетанолу із крохмалевмісної сировини.
22. Технологія виробництва біоетанолу із меляси.
23. Технології виробництва біоетанолу із целюлозовмісної сировини.
24. Способи зневоднення біоетанолу.
25. Технології виробництва біометанолу.
26. Технології виробництва біобутанолу.

27. Мікробіологічні основи процесу виробництва біогазу.
28. Будова та принцип роботи біогазових установок.
29. Способи використання біогазу.
30. Технології та технічні засоби отримання генераторного газу в щільному шарі. Які їх переваги та недоліки?
31. Технології та технічні засоби отримання генераторного газу в киплячому шарі і в потоці. Які їх переваги та недоліки?
32. Технології і технічні засоби проведення процесу піролізу. Які їх переваги та недоліки?
33. Технології отримання біоводню термічним і мікробіологічним способами.
34. Технічні засоби отримання біоводню.

7. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- тестування (за темами, модульне, підсумкове);
- співбесіда;
- захист практичних, самостійних робіт;
- екзамен.

8. Методи навчання:

- метод проблемного навчання (лекція, дискусія, співбесіда);
- метод практико-орієнтованого навчання (практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- метод навчальних дискусій;
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, анотування, рецензування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

9. Оцінювання результатів навчання:

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- тестування за темами;
- захист практичних робіт;
- захист самостійних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

10. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Газоподібне біопаливо		
Практична робота 1	Виконання практичної роботи 1. Співвідношення між одиницями фізичних величин. Опрацювання курсу в Elearn	9
Практична робота 2	Виконання практичної роботи 2. Сировина для виробництва біогазу. Визначення виходу гнойової біомаси при утриманні худоби і птиці. Опрацювання курсу в Elearn	9
Практична робота 3	Виконання практичної роботи 3. Визначення основних якісних показників сировини для виробництва біогазу. Опрацювання курсу в Elearn	9
Лабораторна робота 1	Виконання лабораторної роботи 1. Установка для одержання біогазу. Опрацювання курсу в Elearn	7
Лабораторна робота 2	Виконання лабораторної роботи 2. Визначення активної концентрації іонів дигестату. Опрацювання курсу в Elearn	7
Лабораторна робота 3	Виконання лабораторної роботи 3. Визначення параметра FOS/TAC субстрату. Опрацювання курсу в Elearn	7
Самостійна робота	Виконання самостійної роботи за обраною темою	7
Модульний контроль	На основі матеріалу тем 1-4	45
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Тверде і рідке біопаливо		
Практична робота 4	Виконання практичної роботи 4. Органічне навантаження метантенка. Опрацювання курсу в Elearn	7
Практична робота 5	Виконання практичної роботи 5. Гідравлічний час утримання. Опрацювання курсу в Elearn	7
Практична робота 6	Виконання практичної роботи 6. Розрахунок виходу біогазу і метану із сировини. Опрацювання курсу в Elearn	7
Практична робота 7	Виконання практичної роботи 7. Складання багатокомпонентного субстрату відповідно до вмісту сухої речовини. Опрацювання курсу в Elearn	7
Лабораторна робота 4	Виконання лабораторної роботи 4. Визначення теплоти згорання біогазу. Опрацювання курсу в Elearn	5

Лабораторна робота 5	Виконання лабораторної роботи 5. Одержання метилового ефіру шляхом естерифікації рослинної олії. Опрацювання курсу в Elearn	5
Лабораторна робота 6	Виконання лабораторної роботи 6. Гомогенізація бутанолом бензин-етанольної суміші з вмістом етанолу до 70%. Опрацювання курсу в Elearn	5
Лабораторна робота 7	Виконання лабораторної роботи 7. Котел опалювальний водогрійний автоматичний "Дністер" Р6-КОВА. Опрацювання курсу в Elearn	5
Самостійна робота	Виконання самостійної роботи за обраною темою з використанням англomовних джерел	7
Модульний контроль	На основі матеріалу тем 5-9.	45
Всього за модулем 2		100

10. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

10. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, тимчасова непрацездатність)
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Письмові роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, тимчасова непрацездатність, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканатом)

11. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни:
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1501>;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);

- посилання на цифрові освітні ресурси;
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни;
- відеоматеріали до лекційних занять;
- нормативні документи.

12. Рекомендовані джерела інформації

Методичне забезпечення

1. Поліщук В. М., Тарасенко С.Є., Антіпов Є.О., Валієв Т.О., Сподинюк Н.А., Дворник Є.О. Технічні засоби для виробництва та оцінки параметрів біогазу. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Біопаливо" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Магістр” зі спеціальності 144 – "Теплоенергетика". Київ: НУБіП України, 2023. 68 с.

2. Поліщук В. М., Тарасенко С.Є., Антіпов Є.О. Технології та технічні засоби для виробництва твердого біопалива. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Біопаливо" для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітнього ступеня „Магістр” зі спеціальності 144 – "Теплоенергетика". Київ: НУБіП України, 2023. 100 с.

Рекомендована література

Базова

1. Єременко О.І., Поліщук В. М., Шворов С.А., Скібчик В.І. Розрахунок обладнання для отримання біопаливних гранул і брикетів: монографія. Київ: НУБіП України, 2021. 244 с.

2. Поліщук В. М., Войтюк В. Д., Тарасенко С.Є. Процеси, системи та обладнання для виробництва біопалива: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 548 с.

3. Поліщук В. М., Шворов С. А., Войтюк В. Д., Мірошник В. О. Процеси, системи та обладнання виробництва біогазу: монографія. Київ: НУБіП України, 2019. 556 с.

4. Поліщук В. М., Войтюк В. Д. Процеси, машини та обладнання виробництва твердих і рідких біопалив: монографія. Київ: НУБіП України, 2018. 588 с.

5. Поліщук В. М., Тарасенко С. Є. Біопаливо. Виробництво і використання. Ч. 2. Біогаз і біоводень: навч. посібник. Київ: Компринт, 2018. 416 с.

6. Поліщук В. М., Тарасенко С. Є. Біопаливо. Виробництво і використання: навч. посібник. Київ: ЦП "КОМПРИНТ", 2017. 376 с.

Допоміжна

1. Бudyко М. О. Біоенергетика: курс лекцій: навч. посібник. 2021. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 109 с.

2. Скидан О.В., Голуб Г.А., Кухарець С.М., Ярош Я.Д., Чуба В.В., Медведський О.В., Цивенкова Н.М., Соколовський О.Ф., Кухарець В.В. Відновлювана енергетика в аграрному виробництві: навч. посібник. Київ-Житомир: НУБіП

України-ЖНАЕУ, 2018. 320 с. ISBN 978-617-7630-45-5.

3. Гелету́ха Г. Г., Железна Т. А., Драгнєв С. В. Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агро біомаси в Україні: аналітична записка БАУ №20. Київ: БАУ, 2018. 48 с.

4. Голуб Г.А., Кухарець С.М., Марус О.А., Павленко М.Ю., Сера К.М., Чуба В.В. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2017. 229 с. ISBN 978-617-7396-48-1

5. Голуб Г.А., Павленко М.Ю., Чуба В.В. (2017). Виробництво та використання дизельного біопалива. Механіко-технологічні основи: монографія. Київ: НУБіП України, 2017. 340 с. ISBN 978-617-7396-47-4.

6. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: монографія. /За ред. В.В. Клименка, 2017. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем». 162 с.

7. Голуб Г.А., Павленко М.Ю., Чуба В.В., Кухарець С.М. Виробництво та використання дизельного біопалива на основі рослинних олій, 2015. Київ: НУБіП України. 119 с. ISBN 978-617-7189-62-5.

Інформаційні ресурси

1. Закон України Про альтернативні види палива: офіційне видання: введений дію Постановою Верховної Ради України № 1391-VI від 21.05.2009 р. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.

2. Закон України Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива: офіційне видання: введений дію Постановою Верховної Ради України № 1391-17 від 21.05.2009 р. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1391-17..>

3. Концепція державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва і використання біологічних видів палива. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12.02.2009 р. за № 276- р. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/201151833>.

4. Біогаз та біометан в Україні. Матеріали із сайту UABIO [Електронний ресурс]. <https://uabio.org/biogas-and-biomethane/>.

5. Змінено "зелені" тарифи на електричну енергію. Матеріали із сайту LIGAZAKON [Електронний ресурс]. URL: https://biz.ligazakon.net/news/222551_zmneno-zelen-tarifi-na-elektrichnu-energyu.

6. Навчально-інформаційний портал НУБіП України: <http://elearn.nubip.edu.ua/>

7. Наукова бібліотека НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/structure/library>

8. Електронні ресурси НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/node/3921>