



Біогазові технології

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»
Освітня програма	ОПП «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS / 120 годин, з них 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять, 66 годин СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Практичні заняття, розрахункова робота, модульна контрольна робота, залік
Розклад занять	Лекційні заняття – один раз на тиждень; практичні заняття – один раз на два тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: док. філософ. Власенко Ольга Володимирівна, 0965657607, olgakysak7@gmail.com Практичні / Семінарські: док. філософ. Власенко Ольга Володимирівна, 0965657607, olgakysak7@gmail.com
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Google classroom) https://meet.google.com/hgy-nwcm-awi

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Розвиток біогазових технологій створює позитивний енергетичний, екологічний і соціальний ефекти. Розвиток ринку біогазу в Україні дозволить замінити 2,6...18 млрд м³ природного газу на рік, що сприятиме посиленню енергетичної безпеки країни, створенню нових робочих місць, економічному розвитку регіонів, дозволить покривати пікові навантаження в електромережі, утилізувати відходи рослинництва, а також деякі відходи харчової промисловості.

В дисципліні «Біогазові технології» розглядається отримання енергоносіїв з органічних відходів, математичний опис теплообмінних процесів, обладнання для виробництва біогазу, біометану, технологія отримання біогазу. Розглянуто методи визначення інтенсивності теплообміну багатозафазного та багатоконпонентного середовища за умов обмеженої інформації по теплофізичним властивостям в умовах вільної, вимушеної конвекції.

Метою навчальної дисципліни є підсилення наступних компетентностей у студентів:

- ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ЗК 4. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);

- ФК 2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики;
- ФК 4. Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові, та екологічні аспекти;
- ФК 7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- ПРН 1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики;
- ПРН 2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики;
- ПРН 4. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію;
- ПРН 7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії;
- ПРН 16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вимоги до початку вивчення – знання основних процесів теплотехнічного обладнання промислових та комунальних підприємств, теоретичні та практичні знання теорії тепломасообміну, а також технічної термодинаміки.

Отримані знання будуть корисними під час роботи над магістерською дисертацією. Дисципліна «Біогазові технології» забезпечує освітні компоненти: «Енерго- і ресурсозбереження в енергетиці».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Біомаса як джерело енергії.

Тема 1.1. Альтернативні джерела енергії.

Тема 1.2. Система переробки органічних відходів.

Тема 1.3. Багатофазні та багатокомпонентні середовища.

Розділ 2. Енергетичний потенціал біомаси

Тема 2.1. Виробництво енергії з місцевих видів палива в Україні.

Тема 2.2. Екологічні ефекти реалізації біогазових проектів.

Тема 2.3. Біогазові проекти в Україні.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б.Блюм, Г.Г.Гелетука, І.П.Григорюк, В.О.Дубровін, А.І.Смець, Г.М.Забарний, Г.М.Калетнік, М.Д.Мельничук, В.Г.Мироненко, Д.Б.Рахметов, С.П.Циганков. Київ: «Аграр Медіа Груп», 2010. 326 с
2. Ткаченко С. Й., Власенко О.В. Біогазові технології. Регулярний тепловий режим : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2023. 167с. (в редакції)

3. Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2017.
4. Ткаченко С.Й. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки: монографія/С.Й.Ткаченко, Д.В.Степанов. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2004. – 132 с.
5. Енергетичний потенціал біомаси в Україні / уклад.: Лакида П.І., Гелетука Г.Г., Василюшин Р.Д., Железна Т.А., та ін., відповід. наук. ред.: д.с.-г.н., проф. П.І. Лакида. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2011. 28 с.

Допоміжна література

1. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Я.Б.Блюм, Г.Г.Гелетука, І.П.Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О.Дубровін, А.І.Ємець, Г.М.Забарний, Г.М.Калетнік, М.Д.Мельничук, В.Г.Мироненко, Д.Б.Рахметов, А.А. Сибірний, С.П.Циганков Київ: «Аграр Медіа Груп», 2010. 408 с.
2. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика : монографія / Й. С. Мисак, І. М. Озарків, М. Г. Адамовський та ін. ; за ред. Й. С. Мисака, І. М. Озарківа ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. лісотехн. ун-т України. – Л. : НВФ "Укр. технології", 2013. – 356 с. : іл., табл. – Бібліогр.: с. 353-354 (25 назв). – ISBN 978-966-345-267-8
3. Ткаченко С.Й. Теплообмін в системах біоконверсії: монографія/ С.Й.Ткаченко, Н.В.Резидент. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 124 с.
4. Практичний посібник з використання біомаси у муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу)/ Г.Гелетука, С.Драгнєв, П.Кучерук, Ю.Матвєєв. Програма розвитку ООН. Київ, 2017. 70 с.
5. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні: практ. посіб. / Олійник Є., Антоненко В., Чаплигін С., Зубенко В., Железна Т., Гайдай О., Крамар В., Епик О. за ред. Г. Гелетуки. Київ.: Поліграф плюс, 2015. 72с.

Інформаційні ресурси:

1. Науково-технічний центр «Біомаса» // Режим доступу: <http://biomass.kiev.ua/>
2. Нормативно-законодавча база [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.
3. Біоенергетична асоціація України [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.uabio.org>
4. Біогазове виробництво «по полицках» - AgroBiogas [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://agrobiogas.com.ua/biogas_production_on_the_shelves/

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Біомаса як джерело енергії.	
1	Альтернативні джерела енергії. Сучасні тенденції розвитку біогазових установок.
2	Біомаса як джерело енергії. Використання біомаси як джерела енергії. Отримання енергоносіїв з органічних відходів. Принципова схема отримання біогазу в анаеробних умовах.
3	Система переробки органічних відходів. Математичний опис теплообмінних процесів в елементах системи.
4	Багатофазні та багатокомпонентні середовища. Огляд багатофазних

	середовищ. Аналіз біогазових технологій. Проблеми визначення інтенсивності теплообміну в багатофазних середовищах.
5	Обладнання для виробництва біогазу, біометану. Технологія отримання біогазу.
6	Використання апаратурно-схемних рішень для покращення продуктивності біогазової установки. Функціональні та апаратурно-схемні ланцюги систем виробництва енергоносіїв з органічних відходів.
7	Техногенне навантаження в біогазовому виробництві. Техногенне навантаження в умовах заміщення природного газу на біогаз.
Розділ 2. Енергетичний потенціал біомаси	
8	Горіння біогазу. Вплив складу біогазу на показники горіння.
9	Технології спалювання біогазу . Принципові схеми спалювання біогазу. Котельні на біомасі.
10	Енергетичні культури, рідкі біопалива, біогаз.
11	Застосування ТЕЦ на біомасі для балансування енергосистеми України.
12	Вибір котлів для спалювання біомаси.
13	Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні.
14	Використання місцевих видів палива для виробництва енергії в Україні.
15	Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні.
16	Державні преференції. «Зелений» тариф на електроенергію.
17	Екологічні ефекти реалізації біогазових проєктів.
18	Біогазові проєкти в Україні.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Аналіз переваг та недоліків біомаси як палива.
2	Склад біогазу. Характеристика біогазу.
3	Методи визначення інтенсивності теплообміну субстратів. Експериментально-розрахунковий метод. Дослідження нестационарного теплообміну в біогазових сумішах.
4	Визначення кінематичної в'язкості багатофазного середовища.
5	Коефіцієнт тепловіддачі середовища за умов обмеженої інформації по теплофізичним властивостям за умов вільної конвекції.
6	Коефіцієнт тепловіддачі середовища за умов обмеженої інформації по теплофізичним властивостям за умов вимушеної конвекції.
7	Визначення коефіцієнту тепловіддачі в багатофазних середовищах.
8	Спалювання біогазу.
9	Захист індивідуальних розрахунково-графічних робіт.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Питання, що виносяться на самостійну роботу студента	Кількість годин СРС
1	Викопне органічне паливо. Особливості використання органічного палива.	6
2	Нетрадиційні і відновлювані енергоресурси. Вторинні енергоресурси.	6
3	Заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії.	6
4	Потенціал та перспективи енергетичного використання агробіомаси в Україні.	6

5	Проблеми та перспективи розвитку біоенергетики в Україні.	6
6	Застосування ТЕЦ на біомасі для балансування енергосистеми України.	6
7	Вплив деструкції біомаси на процес утворення біогазу.	5
8		5
9	Використання технології газифікації для енергетичного використання біомаси.	5
10	Комплексний аналіз технологій виробництва енергії з твердої біомаси в Україні.	5
11	Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлюваних джерел енергії.	5
12	ТЕЦ на біомасі. Схеми виробництва теплової та електричної енергії.	5
Всього		66

В дисципліні "Біогазові технології" передбачено індивідуальне завдання у вигляді розрахункової роботи «Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі в трубі теплообмінника біогазової установки». Метою виконання розрахункової роботи є поглиблення знань з біотехнологічних та теплофізичних процесів теплообмінників біогазової установки, вивчення температурних параметрів та отримання навиків розрахунку інтенсивності теплообміну рідинних середовищ (субстратів), коли обмежена інформація по теплофізичним властивостям.

Робота містить пояснювальну записку, яка має обсяг 25-40 сторінок з рисунками та схемами.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При вивченні курсу студенту необхідно під'єднатися до створеного Google Classroom. В ньому викладена в електронному вигляді вся необхідна базова література, методичні вказівки, таблиці, діаграми та ін.

На початку вивчення дисципліни видається індивідуальне завдання на Розрахунково-графічну роботу. Студент виконує РГР протягом семестру і надсилає виконану роботу до встановленого терміну (ближче до кінця семестру) в електронному вигляді в Google Classroom. Після перевірки РГР відбувається її захист.

На першому занятті коротко викладаються основи академічної доброчесності, а заходи з підтримки принципів академічної доброчесності використовується протягом вивчення дисципліни (на основі курсу «Академічна доброчесність: онлайн-курс для викладачів», Prometheus).

Система вимог до студентів:

- обов'язкова присутність на лекціях і практичних заняттях за розкладом;
- попереднє опрацювання матеріалу лекцій;
- самостійне вирішення індивідуальних завдань;
- доопрацювання завдань з урахуванням результатів перевірки і зроблених зауважень.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань студентів з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання РГР;
- виконання індивідуальних завдань за результатами практичних занять;
- виконання МКР (дві частини).

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) дев'ять відповідей в середньому кожного студента на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно п'ять студентів; при середній чисельності групи 10 осіб і вісімнадцяти лекційних заняттях (36 годин) отримуємо: $5 \cdot 18/10 \approx 9$ відповідей);
- 2) чотири відповіді в середньому кожного студента на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно чотири студенти; при середній чисельності групи 10 осіб і дев'яти практичних заняттях (18 годин) отримуємо: $4 \cdot 9/10 \approx 4$ відповіді);
- 3) виконання РГР;
- 4) виконання шести завдань СРС (див. п.6);
- 5) виконання МКР (дві частини);

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_1 = 1 \text{ бал} \times 9 = 9$ балів.

Критерії оцінювання:

1 бал – повна вірна відповідь на поставлене запитання; 0 балів — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_2 = 2 \text{ бали} \times 4 = 8$ балів.

Критерії оцінювання:

1 бал – повна вірна відповідь на поставлене запитання; 0 балів — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання індивідуальних завдань з практичних занять

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів студента – 45 (індивідуальні завдання видаються за темами практичних занять, строк здачі завдання – не пізніше ніж через тиждень після отримання: $r_3 = 5 \text{ балів} \times 9 = 45$ балів. Виконане завдання надається викладачу у вигляді оформлених розрахунків, виконання індивідуальних завдань обов'язкове.

Критерії оцінювання:

5 балів – виконання завдання вчасно та у повному об'ємі, відсутні помилки у розрахунках, охайне оформлення; 3...4 балів – у розрахунках наявні незначні помилки та неточності, неохайне оформлення; 1...2 бали – у розрахунках наявні деякі помилки та неточності, неохайне оформлення; 0 балів – завдання виконано не у повному об'ємі, наявність суттєвих помилок або відсутність виконаного завдання.

Заохочувальні бали:

використання програмних продуктів (Mathcad, Matlab тощо) та онлайн ресурсів (CoolProp, Air duct calculators тощо) під час виконання завдань – до 5 балів.

4. Виконання завдань РГР

Ваговий бал – 18. Максимальна кількість балів студента – 18 (завдання РГР видається після проходження відповідної теми лекційного заняття): $r_4 = 3 \text{ бал} \times 6 = 18$ балів. Виконане завдання надається викладачу у вигляді оформленого тексту у конспекті лекцій, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

18 балів – виконання завдання РГР вчасно та у повному об'ємі, охайне оформлення; 10...17 балів – відповідь має несуттєві помилки, неохайне оформлення; 1...9 балів – відповідь має грубі помилки, завдання виконано не у повному об'ємі; 0 балів – завдання СРС не виконано.

Штрафні бали:

несвоєчасне виконання завдання РГР без поважної причини (хвороба) – мінус 1 бал за кожне невиконане завдання.

Заохочувальні бали:

участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозіумах – 5 балів.

5. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться дві частини МКР. Кожна частина МКР складається із десяти тестових завдань та однієї задачі. Ваговий бал кожної частини – 10. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_5=10 \times 2 = 20$ балів.

Критерії оцінювання:

10 балів – повна вірна відповідь на всі тестові завдання, правильне розв’язання задачі; 9...1 бали – наявність неповних та/або невірних відповідей на тестові завдання, розв’язання задачі з деякими несуттєвими помилками; 0 балів – відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_d):

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5.$$

де r_i — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_c = 9+8+45+18+20 = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено док. філософ., Власенко Ольгою Володимирівною

Ухвалено кафедрою теплової та альтернативної енергетики (протокол № 17 від 12.04.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ІАТЕ (протокол № 8 від 8.05.2023 р.)