

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант ОП



Андрій ПОГУДІН

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Біотермохімічні енергетичні установки

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітні програми: «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 рік

Розробник:

асистент кафедри
космічної техніки та нетрадиційних
джерел енергії (№ 402)

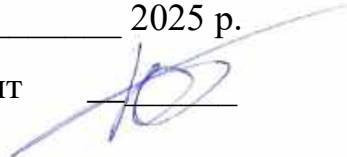


Тетяна ЖУКОВА-БОЙКО

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри космічної
техніки та нетрадиційних джерел енергії

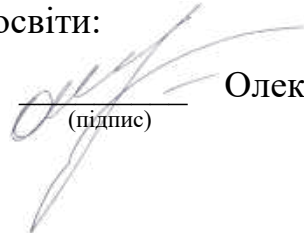
Протокол № 1 від «28» серпня 2025 р.

В. о. завідувача кафедри к. т. н., доцент



Юрій ШЕПЕТОВ

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Олександр ЛІСІН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача

	ПІБ: Жукова-Бойко Тетяна Миколаївна
	Посада: асистент кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії
	Науковий ступінь: -
	Вчене звання: -
	Перелік дисциплін, які викладає: -Біотермохімічні енергетичні установки; -Енергетичний аудит; -Теплотехнічні вимірювання і прилади; -Основи енергоменеджменту
	Напрями наукових досліджень: -Розробка та вдосконалення енергоефективних і екологічно безпечних технологій виробництва, накопичення, вимірювання та управління енергією; -двигуни та енергетичні установки літальних апаратів
Контактна інформація: t.zhukovaboyko@khai.edu	

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	денна: 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні (семінарські) заняття, РГР, самостійна робота,
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	-Технічна термодинаміка
Кореквізити	-Перетворювачі енергії
Постреквізити	-Проектування сонячних і теплових енергоустановок

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета: формування системи фахових знань з біотермохімічних енергетичних установок, фізичних принципів їх роботи та інженерних методів розрахунку.

Завдання: засвоєння теоретичних знань з біотермохімічних енергетичних установок; практичних вмінь з обґрунтованого вибору типу, характеристик біотермохімічних установок, розрахунку їх основних параметрів.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні компетентності:

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою об'єктів нетрадиційної та відновлювальної енергетики.

Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування об'єктів нетрадиційної та відновлювальної енергетики із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

Програмні результати навчання:

Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем в відновлювальній енергетиці.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Біогазові установки та установки для перетворення енергії річок, морів, океанів.

ТЕМА 1. Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Характеристика нетрадиційних енергоустановок.

Лекція 1: Вступ до дисципліни Зміст: предмет вивчення та завдання дисципліни, місце дисципліни у навчальному плані, характеристика біотермохімічних енергоустановок.

Практичне заняття: Первинний розрахунок нетрадиційних енергоустановок.

ТЕМА 2. Біоенергетичні установки. Початкові проєктні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Корпус метантенка, пристрої для зброджування, електропривод шнеків, поворотні лопаті, малометражні біогазові установки. Початкові розрахунки теплової системи контролю для зброджування. Датчики температурного контролю, вторинні пристрої температурного контролю. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану. Пристрої для завантаження біомаси, пристрої для виходу біогазу та гумусу.

Лекція 2: Біоенергетичні установки (особливості біомаси як джерела енергії, джерела біомаси, переробка біомаси та види готової продукції)

Лекція 3: Біоенергетичні установки. фізико-хімічні процеси (властивості та склад біогазу, анаеробне зброджування, сировина для біогазової установки, доцільність застосування біогазогенераторів)

Лекція 4: Біоенергетичні установки. Початкові проєктні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Корпус метантенка, пристрої для зброджування, електропривод шнеків, поворотні лопаті, малометражні біогазові установки. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану.

Практичне заняття: Біогазові установки. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану та об'ємів виробки біогазу. Тепловий розрахунок метантенку для фермерського господарства.

Практичне заняття: Біогазові установки. Розрахунок основних вузлів біогазової установки. Розрахунок на міцність корпусу метантенку.

ТЕМА 3. Енергоустановки для перетворення енергії морських, океанічних хвиль та річкових течій. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Перетворення термальної енергії океану. Схеми енергоустановок для перетворення енергії морських, океанічних хвиль і морських річкових течій.

Лекція 5: Енергія води (загальна характеристика енергії води, гідроенергетичні установки, гребельно-дериваційні ГЕС, хвильові електростанції, приливні гідроелектростанції, приливні гідроелектростанції, гідроакумуляюючі електростанції)

Лекція 6: Перетворення теплової енергії океану (пряме перетворення теплової енергії)

Практичне заняття: Розрахунок установки для перетворення енергії хвиль.

Змістовний модуль 2.

Теплонасосні, геотермальні, газогенераторні та комбіновані енергоустановки

ТЕМА 4. Газогенераторні установки для горючого газу. Біоконвертори. Дров'яні печі. Камери для піролізу, газифікації, синтезу та ін. Канали завантаження біомаси та вироблення біогазу. Схеми прямої та протитої газифікації, зони реакції, біонагрівачі та ін.

Лекція 7: Газогенераторні установки для горючого газу(спалювання, піроліз, газифікація)

Практичне заняття: Розрахунок газогенераторної установки.

ТЕМА 5. Теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Теплова енергія довкілля та теплонасосні установки. Типи теплонасосних установок і галузі їх застосування. Елементарний розрахунок ефективності систем теплопостачання із застосуванням теплонасосних установок. Економічна ефективність теплонасосних установок. Геотермальне енергопостачання. Схеми геотермальних установок. Схеми систем геотермального теплопостачання та їх особливості. Схеми та розрахунки. Одноконтурні установки з одноступінчастим розширенням геотермального теплоносія. Виробництво електроенергії на геотермальній електростанції. Принципові схеми, конструкції теплообмінників, конденсаторів, паро перетворювачів та ін.

Лекція 8: Теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Теплова енергія довкілля та теплонасосні установки. Типи теплонасосних установок і галузі їх застосування. Елементарний розрахунок ефективності систем теплопостачання із застосуванням теплонасосних установок. Економічна ефективність теплонасосних установок.

Практичне заняття: Теплонасосні установки. Термодинамічні та енергетичні розрахунки.

Лекція 9: Геотермальні енергоустановки. теплопостачання. електропостачання.

ТЕМА 6. Комбіновані енергоустановки. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Геліовітроенергетичні установки.

Вітрохвильові енергоустановки і установки з тепловим насосом. Використання низькопотенційної енергії довкілля. Використання поновлюваних джерел енергії для отримання прісної води з морської. Приклади розрахунку установок для обігріву різних об'єктів.

Лекція 10: Комбіновані енергоустановки. комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії.

Лекція 11: Вітрохвильові енергоустановки

Лекція 12: Використання поновлюваних джерел енергії для отримання прісної води з морської.

Практичне заняття: Первинні розрахунки комбінованих енергоустановок.

ТЕМА 7. Основні напрями енергозбереження. Заходи з енергозбереження в теплогенеруючих установках. Заходи з енергозбереження за рахунок використання вторинних енергоресурсів. Заходи з енергозбереження у системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Енергозбереження тепловими трубками

Лекція 13: Енергозбереження як додаткове джерело енергії(основні напрями енергозбереження, заходи щодо енергозбереження у теплогенеруючих установках, заходи щодо енергозбереження за рахунок використання вторинних енергоресурсів, заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, енергозбереження тепловими трубками)

Практичне заняття: Основи енергозбереження. Розрахунок енерговитрат будівель та споруд.

Теми для самостійної роботи

1. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану. Пристрої для завантаження біомаси, пристрої для виходу біогазу та гумусу.
2. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Перетворення термальної енергії океану.
3. Газогенераторні установки для горючого газу. Приклади застосування.
4. Геліовітроенергетичні установки.
5. Вітрохвильові енергоустановки і установки з тепловим насосом. Використання низькопотенціальної енергії довкілля.
6. Використання поновлюваних джерел енергії для отримання прісної води з морської.
7. Заходи з енергозбереження в теплогенеруючих установках.
8. Заходи з енергозбереження за рахунок використання вторинних енергоресурсів.
9. Заходи з енергозбереження у системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.
10. Енергозбереження тепловими трубками

5. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Біогазові енергоустановки». Кожен студент отримує одне завдання згідно свого варіанта.

Розрахувати біогазову енергоустановку для фермерського господарства, представити структурну схему роботи біогазової енергоустановки.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), виконання РГР, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів поточного контролю, модульного контролю (іспиту).

За умови виконання студентом всіх видів обов'язкових робіт (практичних, індивідуальних завдань, тощо) сумарна модульна оцінка переводиться у семестрову оцінку.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	1...3	8	8...24
Модульний контроль	10...20	1	10...20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	1...3	8	8...24
Модульний контроль	10...20	1	10...20
Виконання і захист РГР	24...40	1	24...40
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань та практичного завдання питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне теоретичне питання – 30 балів, за виконання практичного завдання – 40 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Повинні знати характеристики нетрадиційних енергоустановок, енергонадходження та енергоспоживання. Особливості біоенергетичні установки. Загальні відомості, проектні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Мати уявлення про енергоустановки для перетворення енергії морських, океанічних хвиль та річкових течій. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Знати основні схеми газогенераторних установок.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Вміти будувати теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Розрізняти типи теплонасосних установок і галузі їх застосування. Вміти вказати на схеми геліовітроенергетичних установок та їх застосування.

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Вказати розуміння базових положень методики виконання розрахунків.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захистити всі практичні роботи та РР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Вказати розуміння більшості всіх положень методики виконання розрахунків.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Виконати усі завдання, захистити всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Вказати якісне розуміння всіх положень методики виконання розрахунків.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

11. Методичне забезпечення

1. Колінчук А. В., Шепетов Ю. А., Легошин Д. В. Біотермохімічні енергетичні установки: конспект лекцій. — Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016. — 100 с.
2. Кривцов В. С., Олійников А. М., Яковлев А. І. Невичерпна енергія. — Харків: ХАІ, 2005. — 517 с.
3. Губін С. В., Легошин Д. В. Експлуатація нетрадиційних енергетичних установок: навчальний посібник. — Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2014. — 173 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Маляренко В. А., Лисак Л. В. Енергетика. Довкілля. Енергозбереження. Харків.: "Рубікон", 2004. — 360 с
2. Дубровін В., Корчемний М., Масло І., Шептицький О., Рожковський А., Кижибек А., Пасторек З., Евич П, Атон Т., Криворучко В. Біопалива. Технології, машини, обладнання. Київ., ЦТІ "Енергетика і електрифікація", 2004. — 256 с

Допоміжна

1. Трошенькін Б. А. Відновлювана енергія. Ч. 1: Термодинаміка атмосфери й океану. Океанічні електростанції. — Харків: Форт, 2003. — 104 с.
2. Маляренко В. А., Варламов Г. Б., Любчик Г. А. та ін. Енергетичні установки та навколишнє середовище. — Харків: ХДАГГ, 2002. — 398 с.

12. Інформаційні ресурси

1. [Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України](http://sace.gov.ua/uk/ae) [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://sace.gov.ua/uk/ae>
2. Портал «Енергоефективність та енергозбереження». Відновлювана енергія. «Зелена» свідомість. Нові технології [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://energefficiency.in.ua>
3. Комплекс підручників "Енергетика. Довкілля. Енергозбереження" у 7 книгах [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://www.kdpu-nt.gov.ua/work/kompleks-pidruchnikiv-energetika-dovkillya-energozberezhennya-u-7-knigakh>
4. Маляренко В. А. Вступ до інженерної екології енергетики: навчальний посібник. — 2-ге вид. — Х.: Видавництво «САГА», 2008. — 185 с. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://eprints.kname.edu.ua/6049/1/ecolog_energy.pdf