

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Горбенко Г. О.

(ініціали та прізвище)

«31» 08 2021 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технічні засоби теплофізичного експерименту

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Енергетичний менеджмент»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

Розробник: Лисиця Олексій Юрійович, доцент, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № 1 від « 30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри Д.Т.Н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Гакал П.Г.
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач


(підпис)

Д. О. Чечоткін
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Лисиця Олексій Юрійович, к.т.н., доцент. З 2011 року викладає в університеті. Основні дисципліни:

- тепловий захист енергоустановок і літальних апаратів;
- обчислювальна гідромеханіка;
- технічні засоби теплофізичного експерименту;
- теплотехнічні вимірювання і прилади;
- Fluid and Gas Dynamics.

Напрями наукових досліджень: CFD-моделювання теплогідрравлічних процесів в енергетичних системах, процеси тепломасообміну та гідрогазодинаміки в складних системах, багатофазні течії.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1 семестр.

Обсяг дисципліни:

5 кредити ЄКТС (150 годин), у тому числі аудиторних – 72 годин, самостійної роботи здобувачів – 78 години.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – технічна термодинаміка, тепло масообмін, гідрогазодинаміка

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – теплофізичні властивості речовин, стандартизація, метрологія, фізика.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння знань про методи вимірів і схеми вимірювальних пристроїв; оцінювання похибки вимірів.

Завдання: практична реалізація знань та навичок в питаннях проведення теплотехнічного експерименту та вимірювання параметрів потоку.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі;
- здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін;
- здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі;
- здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів;
- здатність демонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі;
- здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання;
- здатність продемонструвати розуміння необхідності дотримання професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі;
- здатність демонструвати розуміння проблем якості в теплоенергетичній галузі;
- здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі;
- здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання:

- лабораторні/технічні навички та вміння планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки;
- розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації спеціальності «Теплоенергетика»;
- практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації;
- розуміння обмежень застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни.

- *Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Технічні засоби теплофізичного експерименту», структура курсу. Література.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Метрологічні характеристики засобів вимірів

- *Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8-12 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Види, методи й засоби вимірів. Похибки вимірів, їхня класифікація. Метрологічні характеристики засобів вимірів. Математичні принципи і методи розрахунку характеристик засобів вимірювання.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8-12 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 3. Електричні методи вимірів неелектричних величин

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): вольтметр, омметр, амперметр. .*

Електричні методи вимірів неелектричних величин. Перетворювачі неелектричних величин в електричні - реостатні, тензо- і терморезисторні, індуктивні, ємнісні, фото-, п'єзоелектричні, термоелектричні. Оцінка точності вимірювальних приладів.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Вимірювання тиску й вакууму

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10-14 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): манометри, вакуумметри, вантажопоршневий манометр.*

Вимір температур. Фізичні основи температурних вимірів. Температурні шкали. Види термометрів. Динамічні характеристики термометрів.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-16 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 5. Вимірювання температур

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10-14 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): термометри, терморезистори, термоелектричні перетворювачі опору.*

Вимір температур. Фізичні основи температурних вимірів. Температурні шкали. Види термометрів. Динамічні характеристики термометрів.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-18 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.

Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2

Тема 6. Вимірювання швидкості й витрати рідини й газу

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 8-12 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ротаметри, ємнісні датчики витрати, витратомірна шайба.*

Вимір тиску й вакууму. Основні способи й засоби. Рідинні й грузопоршневі прилади. Деформаційні прилади тиску. Електричні датчики. Прилади для виміру вакууму.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10-14 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Оптичні методи вимірювання параметрів потоку

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Оптичні методи виміру параметрів потоку. Фізичні основи методів. Тіньовий метод. Шлирен-метод Теплера. Інтерферометричні методи. Лазерна анемометрія. Доплеровські методи. Використання голографічних методів у теплофізичному експерименті

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Методи визначення термічних властивостей речовин.

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Методи визначення щільності рідин і газів. Визначення поверхневого натягу й кутів змочування. Визначення тиску насичених пар. Визначення температури плавлення.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 9. Методи визначення калоричних властивостей речовин

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Методи визначення калоричних властивостей речовин. Визначення калоричних властивостей рідин і газів. Визначення теплоти плавлення й паротворення. Визначення теплопровідності речовин.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 10. Трубопроводи і арматура теплофізичних стендів

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Вимоги до трубопроводів і арматури, загальний підхід до їх вибору для використання в стенді конкретного призначення. Конструкційні матеріали трубопроводів і арматури. Критерії оцінки і класи негерметичності. Матеріали ущільнень. Основи розрахунку ущільнень.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачене

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1,5	18	0...27 (максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...25	1	0...23
<i>Модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1,5	18	0...27 (максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...25	1	0...23
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Іспит проводиться у вигляді письмової відповіді на 3 питання екзаменаційного квитка та потім усної бесіди з викладачем по цих питаннях.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання.

Добре (75-89) – знати основні теми дисципліни. Достатньо знати основні метрологічні характеристики, вимірювання тиску, температур, швидкості та витрати.

Відмінно (90-100) – мати знання, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на питання щодо вимірювання температур, тиску,

вакууму, швидкості, витрати, методів вимірювання потоків, визначення калоричних властивостей.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

• http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all_theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2860>

1. Навчальний посібник «Теплотехнические измерения и приборы» Т.П. Михайленко, А.Ю. Лисица. Ю.В. Шахов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – 124 с.
2. Теплообмін. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авиац. ін-т”, 2019. – 86 с.
3. Технічна термодинаміка. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авиац. ін-т”, 2019. – 102 с.
4. Тепломасообмін. Навчальний посібник до лабораторних робіт за дисципліною «Тепломасообмін». – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авиац. ін-т”, 2020. – 137 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Співак О. Ю. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навчальний посібник / О. Ю. Співак. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 137 с.
2. Лабораторний практикум із дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» / укладачі: М. Т. Малафасєв, М. А. Чеканов. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2018.

3. Курилов А. Ф. Теплотехнічні вимірювання і прилади : навч. посіб. / А. Ф. Курилов, В. М. Козін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 189 с.
4. Важинський С.Е., Щербак Т. І. В 12 Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.

Допоміжна

1. Тепломасообмін. Навчальний посібник до лабораторних робіт за дисципліною «Тепломасообмін». – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2020. – 137 с.
2. Геращенко, О.А. Температурные измерения. Справочник / Геращенко О.А., Гордив А.Н., Лах В.И. и др. К: Наукова думка, 1984. – 494 с.
3. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник/ Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1988. – 560 с.: ил. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.2)
4. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами: Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 960 с.