

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

Кафедра _____ аерокосмічної теплотехніки _____ (№ 205 _____)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заст. голови НМК 1


(підпис)

М. С. Романов
(ініціали та прізвище)

« 31 » _____ 08 _____ 2021 р

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Кріогенні системи

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: галузі НМК 1
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: спеціальності НМК 1
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: у відповідності до НМК 1
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти:
другий (магістерський)

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 № від « » 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:

В. о. голови студентського самоврядування


(підпис)

А. О. Даниленко
(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 – 3 семестр.

Обсяг дисципліни:

10.5 кредити ЄКТС (315 годин), у тому числі аудиторних – 36 годин, самостійної роботи здобувачів – 279 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – практичні роботи, самостійна робота здобувача.

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

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – гідрогазодинаміка, технічна термодинаміка, тепломасообмін.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – переддипломна практика, дипломне проектування.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння сучасних знань в області кріогенної техніки, отримання навичок для розрахунку теплогідравлічних процесів в кріогенних системах.

Завдання: отримання студентами знань та вмінь щодо вирішення практичних задач з теплофізики та гідродинаміки у прив'язці до кріогенних систем та процесів.

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

- здатність до аналізу процесів отримання кріогенних температур, використання кріогенної техніки;
- здатність застосовувати та удосконалювати наукові і технічні методи отримання кріогенних температур;
- здатність застосовувати кріогенну техніку для вирішення інженерних задач розділення газових сумішей, адсорбції.

Програмні результати навчання:

- знати основні процеси отримання низьких температур;
- вміти аналізувати, застосовувати та створювати кріогенні системи;
- використовувати кріогенні температури для вирішення інженерних задач;
- знати особливості теплообміну в кріогенних системах.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Кріогенні системи»

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

Що так кріогенна техніка. Її значення для техніки. Розвиток кріогенної техніки.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3-4 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Основні термодинамічні поняття та закони

- *Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-3 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Контрольна система. Закони збереження. Енергетичний баланс. Принцип зростання ентропії. Принцип адитивності витрат і термодинамічний аналіз їх розподілу в кріогенних системах.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3-5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 3. Властивості робочих речовин кріогенних систем

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 години.*

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

Рівноважні стани і фазові переходи чистих речовин. Рівноважні стани і фазові переходи бінарних систем. Реальні гази. Теплофізичні властивості твердих речовин.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3-5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Основні процеси для отримання низьких температур

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6-8 години.*

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

Процеси, що супроводжуються зниженням температури в адіабатних умовах. Дроселювання. Процеси при постійних ентальпії, внутрішній енергії, ентропії. Рівноважне розширення газу. Процеси в детандерах.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10-14 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 5. Ідеальні цикли. Ефективність кріогенних систем

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6-10 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Ідеальні процеси. Класифікація кріогенних установок та циклів. Реальні цикли. Холодопродуктивність, витрати, ефективність реальних циклів. Енергетичний баланс.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 6. Цикли кріогенних установок

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

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

Структура циклів. Вибір вихідних даних. Цикли з дроселюванням. Детандерні цикли. Комбіновані цикли. Особливості розрахунку циклів. Цикли газовим холодильних машин.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16-22 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Розподіл газових сумішей. Адсорбція. Теплообмін при низьких температурах

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10-18 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Основні термодинамічні залежності для розрахунку процесів розділення. Діаграми для визначення рівноважних параметрів стану. Процеси кипіння, дистиляції, конденсації бінарної суміші. Процес ректифікації бінарної суміші. Схеми ректифікаційних колон та методики їх розрахунку. Особливості теплообміну в кріогенних установках.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 14-22 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено

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...2	12	0...24 (максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...20	1	0...26
<i>Модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...2	12	0...24 (максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...20	1	0...26
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для заліку
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. Виконати індивідуальне завдання.

Добре (75-89) – знати основні теми дисципліни. Достатньо знати основні процеси для отримання кріогенних температур, класифікацію кріогенних систем. Орієнтуватися в питаннях теплообміну при низьких температурах.

Відмінно (90-100) – мати знання, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на питання щодо процесів у кріогенних системах, теплофізичних властивостей, ефективності кріогенних систем. Розуміти і знати цикли кріогенних установок.

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

- 1. Теплообмін. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 86 с.
- 2. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 1: Теплопровідність і теплообмін випромінюванням – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 88 с.
- 3. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 2: Конвекція. Теплообмінні апарати. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 101 с.

- 4. Технічна термодинаміка. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 102 с.
- 5. Тепломасообмін. Навчальний посібник до лабораторних робіт за дисципліною «Тепломасообмін». – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2020. – 137 с.

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

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

11. Рекомендована література

Базова

1. Арсеньєв В.М., Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів кріогенних установок : навч. посіб. / В. М. Арсеньєв, В. М. Козін. – Суми :Сумський державний університет, 2021. – 272 с. ISBN 978-966-657-857-3
2. Методичні вказівки до контрольної роботи з дисципліни «Процеси та установки холодильної і кріогенної техніки» для спеціальності 144 – «Теплоенергетика», Кам’янське: ДДТУ, 2016. - 16 с.
3. Хорольський, В.П., Заїкіна, Д.П. Теоретичні основи холодильної техніки [Текст] : метод. рек. до вивч. дисц. / В.П. Хорольський, Д.П. Заїкіна; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. загальноінженерних дисциплін та облад- нання. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2019. – 48.

Допоміжна

1. Криловський В.С., Білецький В.І. Техніка низьких температур; Навчально – метод. посібник. – Х.: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2009 р.
2. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 1: Теплопровідність і теплообмін випромінюванням – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 88 с.
3. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 2: Конвекція. Теплообмінні апарати. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 101 с.
3. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 2011 – 480 с.