

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

Кафедра

Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Г. О. Горбенко
(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОФІЗИКИ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

144 «Теплоенергетика»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма:

«Енергетичний менеджмент»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

(рівень освіти)

Харків 2021 рік

Робоча програма Комп'ютерні технології моделювання задач теплофізики
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю: 144 «Теплоенергетика»
(код та найменування спеціальності)
Освітньою програмою: «Енергетичний менеджмент»
(назва освітньої програми)

«30» серпня 2021 р. 11 с.

Розробник: Третяк О. В. д. т. н., доцент каф. аерокосмічної теплотехніки (205)
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

П.Г. Гакал
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5.5	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність: <u>144 «Теплоенергетика»</u> (код та найменування) Освітня програма: <u>«Енергетичний менеджмент»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Цикл професійної підготовки Вибірка форма навчання
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання: - розробка конструкції промислового вентилятора.		Семестр
Загальна кількість годин – 64/165		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6.3		Лекції *
		32 годин
		Практичні, семінарські
		0 годин
		Лабораторні
	32 години	
	Самостійна робота	
101 години		
Вид контролю		
іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить – $64/101=0,6$
1) Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни.

Мета навчання: Надання теоретичних та прикладних знань щодо використання комп'ютерних технологій моделювання для вирішення задач теплофізики (виконання теплових розрахунків для деталей та різних об'єктів енергетичного обладнання).

Завдання: Надбання навичок з використання методів та відповідного комп'ютерного програмного забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі, (проектування конструкцій енергетичних об'єктів). Розробка креслень. Моделей. Проведення тривимірних теплових та механічних розрахунків.

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

ІК - Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі, що передбачає моделювання та розрахунок конструкції в частині теплової, механічної та термопружної задачі. Проводити аналіз збіжності

результатів на основі порівняння з експериментальними, класичними одномірними та двовимірними розрахунками з використанням методів математичного аналізу.

ЗК1 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК7 – Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК8 – Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ФК1 – Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для проектування енергетичних об'єктів в частині створення необхідних моделей та креслень.

ФК2 – Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для реалізації технічного проекту у CAD системах.

ФК3 – Здатність продемонструвати практичні інженерні навички при проектуванні енергетичних об'єктів з використанням SolidWorks та його прикладних пакетів.

ФК4 – Здатність продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для проектування та оцінки ефективності енергетичних об'єктів на основі результатів тривимірних теплових розрахунків.

ФК5 – Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність теплоенергетичного обладнання на основі результатів теплових розрахунків методом скінченних елементів з використання граничних умов різного типу.

ФК6 – Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з оцінками ризиків термомеханічних напружень отриманих у тривимірній постановці, що дозволяють враховувати всі геометричні властивості конструкції.

ФК8 – Здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів.

ФК9 – Здатність демонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації при проектуванні енергетичних об'єктів з використанням SolidWorks.

ФК10 – Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми.

ФК12 – Здатність демонструвати розуміння проблем якості енергетичних об'єктів згідно розрахованих енергетичних характеристик системи у тривимірній постановці.

ФК13 – Здатність задавати характеристики і властивості матеріалів для завдання їх у моделі конструкції в середовищі SolidWorks.

ФК14 – Здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі в частині побудови конструкції та основних методів моделювання та оцінки якості конструкції.

Програмні результати навчання:

ПРН2 – Знання і розуміння дисципліни «Комп'ютерні технології моделювання задач теплофізики», на рівні, необхідному для розрахунку та моделювання теплоенергетичних об'єктів у тривимірній постановці з наступним проведенням теплових та механічних розрахунків у SolidWorks в частині завдання початкових та граничних умов.

ПРН3 – Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика». Вибір та завдання теплових навантажень.

ПРН4 – Здатність виконувати проектування та розрахунок теплоенергетичного обладнання у тривимірній постановці; обирати і застосовувати необхідні типи

аналітичні та розрахункові методи для оцінки та досягнення необхідної точності розрахунку.

Міждисциплінарні зв'язки: Методи розрахунків на ЕОМ, прикладна гідрогазодинаміка, програмування та методи обчислень, математична фізика.

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Моделювання тривимірних моделей та створення технічної документації теплотехнічних об'єктів.

Тема 1. Вступ. Розроблення креслень та технічної документації теплотехнічного обладнання у SolidWorks.

Основні принципи роботи та проектування конструкцій в SolidWorks. Етапи проектування в SolidWorks. Основні способи побудови деталей. Використання сплайнів в ескізах. Системний підхід до задачі автоматизованого проектування креслень та моделей. Технічне, математичне, інформаційне забезпечення в SolidWorks. Підсистеми в SolidWorks.

Тема 2. Розробка тривимірних моделей деталей.

Моделюванням деталей. Створення конфігурацій вручну та за допомогою таблиці параметрів.

Тема 3. Розробка робочих креслень деталей та особливості моделювання теплообмінників різного типу.

Принципи створення креслень на базі тривимірних моделей. Оформлення технічних параметрів та таблиць. Розміщення лінійних та діаметральних розмірів на кресленні.

Змістовний модуль 2. Тепловий розрахунок. Оптимізаційна задача. Збірки. Аналіз гідрогазодинаміки та теплопередачі за допомогою SolidWorks Simulation. Визначення якості ґратки методами математичного аналізу. Розрахунок збіжності результатів.

Тема 4. Тепловий розрахунок. Оптимізаційна задача.

Використання теплових розрахунків в SolidWorks. Задача термopружності. Алгоритми оптимізаційної задачі в SolidWorks. Розрахунок теплових та силових навантажень для завдання у розрахунковій моделі методами математичного моделювання. Виконання оптимізаційної задачі шляхом порівняння характеристик об'єктів з різними властивостями методами математичного аналізу.

Тема 5. Збірки. Життєвий цикл виробів.

Використання теплових розрахунків для збірок. Особливості моделювання збірок в SolidWorks. Тепловий розрахунок збірки в SolidWorks..

Тема 6. Аналіз гідрогазодинаміки та теплопередачі за допомогою FlowWorks.

Нестационарний тепловий розрахунок – постановка задачі. Моделювання процесу. Інтерпретація результату. Обчислення збіжності.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	лаб.	пр.	с.р.
1				0	
Модуль 1					
Змістовий модуль 1 «Моделювання тривимірних моделей та створення технічної документації теплотехнічних об'єктів»					
Тема 1. Вступ. Розроблення креслень та технічної документації теплотехнічного обладнання у SolidWorks.		3	5	0	10
Тема 2. Розробка тривимірних деталей.		5	5	0	10
Тема 3. Розробка креслень деталей.		5	5	0	10
Модульний контроль	2	2			
Разом		15	15	0	30
Змістовий модуль 2 «Тепловий розрахунок. Оптимізаційна задача. Збірки. Аналіз гідрогазодинаміки та теплопередачі за допомогою COSMOS FloWorks.»					
Тема 4. Тепловий розрахунок. Оптимізаційна задача.		5	5	0	10
Тема 5. Збірки. Життєвий цикл виробів.		5	5	0	10
Тема 6. Аналіз гідрогазодинаміки та теплопередачі за допомогою COSMOS FlowWorks.		5	7	0	10
Розрахункова робота		17	17		41
Модульний контроль	2	2			
Разом				0	
Разом з дисципліни		32	32	0	101

4. Теми семінарських занять (не передбачені)

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Ознайомлення з програмним комплексом SolidWorks. Основні модулі SolidWorks.	5
2	Тема 2. Отримання практичних навичок тривимірного моделювання деталей, вузлів, агрегатів.	5
3	Тема 3. Закріплення навичок тривимірного моделювання вузлів на базі конструкції електротехнічних приладів.	5
4	Тема 4. Тепловий розрахунок. Оптимізаційна задача..	5
5	Тема 5. Отримання практичних знань та теоретичних основ вентиляційних розрахунків технічних об'єктів.	5

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6	Тема 6. Закріплення отриманих навичок в частині теплового розрахунку в осісиметричній постановці для теплових та вентиляційних розрахунків.	5
7	Тема 7. Ознайомлення з основними методами рішення задач нестационарного теплового стану у тривимірній постановці.	2
	Разом	32

6. Теми практичних занять (навчальним планом не передбачені)

7. Самостійна робота:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ. Ескізи. Деталі. Збірки.	10
2	Тема 2. Розробка тривимірних моделей деталей	10
3	Тема 3. Розробка креслень деталей.	10
4	Тема 4. Тепловий розрахунок. Оптимізаційна задача.	10
5	Тема 5. Збірки. Життєвий цикл виробів.	10
6	Тема 6. Аналіз гідрогазодинаміки та теплопередачі за допомогою FlowWorks.	10
	Разом	101

8. Індивідуальні завдання

Учебний план передбачає в якості індивідуальних завдань виконання розрахункової роботи. Витрати часу на її виконання складають 41 годин за рахунок обсягу самостійної роботи. Результати виконання робіт студент подає у вигляді пояснювальних записок обсягом біля 5...10 сторінок.

Розрахункові роботи мають на меті закріпити відповідні теоретичні знання і одержати необхідні навички практичних розрахунків з дисципліни. Розробка конструкції промислового вентилятора. Вхідні дані: схема технічного пристрою, граничні та початкові умови. Треба визначити: розподіл температури в технічному пристрою.

Бали за розрахункову роботу нараховують згідно якості та своєчасності її виконання.

9. Методи навчання

Навчання проводиться в аудиторній формі (лекції, лабораторні заняття) та самостійно.

10. Методи контролю

Контроль виконується у вигляді поточного семестрового контролю під час здачі змістовних модулів.

11. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	1...4	4	4...16
Модульний контроль	21...25	1	21...25
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	10	0...5
Модульний контроль	20...24	1	20...24
Виконання і захист лабораторних робіт	1...4	3	3...12
Виконання і захист РР	12...15	1	12...15
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку.

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

Білет для іспиту/заліку складається з 4 теоретичних, у відповідності до модуля, та двох лабораторних завдань. Максимальна сума балів за теоретичні запитання є 60, за практичні – 40 балів.

Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки студент повинен отримати знання, які дозволять розробляти і проводити теплові розрахунки збірки в SolidWorks і оформляти креслення згідно стандарту ЄСКД.

Студент повинен вміти:

- будувати тривимірні моделі деталей та вузлів;
- проводити розрахунки вентиляційних технічних об'єктів;
- використовувати ГОСТи для оформлення креслень.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Здати тестування. Знати особливості моделювання збірок в SolidWorks. Уміти: будувати тривимірні моделі деталей та вузлів, проводити розрахунки теплового стану технічних об'єктів.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Уміти: працювати з програмним комплексом SolidWorks, проводити розрахунки теплового стану технічних об'єктів, вирішувати задачі нестационарного теплового стану у тривимірній постановці.

Відмінно (90-100). Здати всі модулі з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

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

12. Методичне забезпечення

1. Задачин В.М. Чисельні методи : навчальний посібник / В.М.Задачин, І.Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. –180с. (Укр. мов.)
2. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131«Прикладна механіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. М. Копась. –Електронні текстові дані (1 файл: 2504Кбайт). –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. –126с.

Рекомендована література

Базова

3. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скідан – 3-є вид., перероб. і допов. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2011. – 352 с.

4. Головчук А. Ф., Кепко О. І., Чумак Н. М. Інженерна та комп'ютерна графіка: Навч. посіб. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 160 с.
5. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. - К.: Каравела, 3-тє вид., 2003. - 160 с.
6. Самойленко А. М. та ін. Диференціальні рівняння: Підручник / А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2003. — 600 с.
7. Молекулярна фізика і термодинаміка: [тексти лекцій] / В. Блашків, О. Кузик, Д. Шуптар. — Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка — 2010. — 278 с.
8. Несмашний Є.О. Класична механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / Навчальний посібник. -Кривий Ріг: Мінерал, 2001. -211 з.: іл

Допоміжна

1. Единая система конструкторской документации [Текст] : справочное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во стандартов, 1989. - 352 с. - 31 экз.
2. Градиль, В. П. Справочник по Единой системе конструкторской документации [Текст] : справочник / В. П. Градиль, А. К. Моргун, Р. А. Егошин; ред. А. Ф. Раба. - 4-е изд., перераб. и доп. - Х. : Прапор, 1988. - 255 с. - 217 экз.
3. Моргун, А. К. Справочник по Единой системе конструкторской документации [Текст] : справочник / А. К. Моргун, В. П. Градиль, Р. А. Егошин; ред. Ю. И. Степанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Х. : Прапор, 1979. - 245 с. - 43 экз.
4. Амброжевич А.В. Численное моделирование течений в тепловых двигателях и энергоустановках/ А.В. Амброжевич. — конспект лекций. — Харьков: Харьк. Авиаци. ин-т, 1995. — 146с.
5. Фролов С.Д., Блинков В.Н., Горбенко Г.А. Синицкий С.В. Численный анализ характеристик термопасты с кипящим теплоносителем/ С.Д. Фролов, В.Н. Блинков, Г.А. Горбенко, С.В. Синицкий. — Уч.пособие. — Харьков: Харьк. Авиаци. ин-т, 1992 — 24 с.
6. Калиткин Н.Н. Численные методы. -М.: Наука, 1978. -512 с.
7. Фаронов В.В. Delphi 6. Учебный курс. -М.: Издатель Молгачева С.В., 2001.
8. Дж.Гленн Брукшир. Введение в компьютерные науки. — «Вильямс» М, С-П, Киев. 2001.
9. Булгаков М. Самоучитель по компьютерной графике. — М.: Ирина ВHV, 1999.

13. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k205.khai.edu//>

Ментор <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2868>