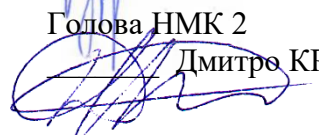


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 1
 Сергій НИЖНИК

Голова НМК 2
 Дмитро КРИЦЬКИЙ

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРАКТИЧНИЙ КУРС ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ SOLIDWORKS/SOLIDWORKS
SIMULATION НА ПРИКЛАДАХ КОНСТРУКЦІЇ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ**

(Спеціальні розділи математики – 2022 рік набору.

Математично-технічний блок – 2023 і далі роки набору)

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань:

10 «Природничі науки», 11 «Математика та статистика», 12 «Інформаційні технології», 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія», 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія», 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», 19 «Архітектура та будівництво», 27 «Транспорт»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності:

101 «Екологія», 103 «Науки про Землю», 113 «Прикладна математика», 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія», 124 «Системний аналіз», 125 «Кібербезпека та захист інформації», 126 «Інформаційні системи та технології», 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика», 163 «Біомедична інженерія», 172 «Телекомунікації та радіотехніка», 173 «Авіоніка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», 193 «Геодезія та землеустрій», 272 «Авіаційний транспорт», 274 «Автомобільний транспорт»

(код і найменування спеціальності)

Освітні програми:

усі освітні програми відповідних спеціальностей, за якими відбувається підготовка здобувачів в університеті

(найменування освітньої програми)

Основна освітня програма:

«Авіаційні двигуни та енергетичні установки»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробники

Олександр БІЛОГУБ, проф. каф. 203, д.т.н., проф.

(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2024 р.

Завідувач каф. 203

д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Сергій ЄПІФАНОВ

(ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5 Кількість модулів – 2 Кількість змістовних модулів – 2	Галузь знань 10 «Природничі науки», 11 «Математика та статистика», 12 «Інформаційні технології», 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія», 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія», 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», 19 «Архітектура та будівництво», 27 «Транспорт» (шифр і найменування)	Вибіркова Навчальний рік 2024/2025
Індивідуальне завдання <u>Розр ахунково-графічна робота створення 3-Д моделі збірки «лопатка турбіни – диск та пода- льший її аналіз»</u> (назва) Загальна кількість годин –150	Спеціальність 101 «Екологія», 103 «Науки про Землю», 113 «Прикладна математика», 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 122 «Комп'ютерні науки», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія», 124 «Системний аналіз», 125 «Кібербезпека та захист інформації», 126 «Інформаційні системи та технології», 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика», 163 «Біомедична інженерія», 172 «Телекомунікації та радіотехніка», 173 «Авіоніка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», 193 «Геодезія та землеустрій», 272 «Авіаційний транспорт», 274 «Автомобільний транспорт» (код і найменування)	Семестр 4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 5,4	Освітня програма усі освітні програми відповідних спеціальностей, за якими відбувається підготовка здобувачів в університеті (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Лекції* 32 год. Практичні, семінарські* 32 год. Лабораторні* - Самостійна робота 86 год. Вид контролю модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

$$64/ 86 = 0,74$$

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: моделювання деталей і вузлів авіаційних двигунів та енергетичних установок.

Завдання: вивчення методів та підходів тривимірного конструювання авіаційних двигунів в програмному пакеті SolidWorks та SolidWorks Simulation.

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

Загальні компетентності:

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. Здатність працювати у команді. Здатність приймати обґрунтовані рішення. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові) компетентності:

Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки. Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності..

Програмні результати навчання:

Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності. Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефаківцям в ясній і однозначній формі. Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі. Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки. Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно- космічної техніки. Розуміти та обґрунтовувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно- космічної техніки.

Пререквізити:

Фізика. Методи програмування та комп'ютерні методи обчислень. Геометричне моделювання та графічні інформаційні технології. Теоретична механіка та Теорія машин і механізмів

Кореквізити:

Основи конструювання технічних систем. Механіка матеріалів та конструкцій. Конструкція і динаміка АД та ЕУ. Технологія виробництва двигунів та енергетичних установок

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

ТЕМА 1. Ціль і порядок вивчення дисципліни. Звітність по дисципліні. Проектування за допомогою CAD/ CAE систем: автоматизоване проектування і CAD/CAE системи. Головна роль геометричного моделювання при конструюванні, інженерних розрахунках, Принципи автоматизованого геометричного моделювання. Параметризовані геометричні моделі. SolidWorks як база для інженерних обчислювальних пакетів.

ТЕМА 2. Інтерфейс програми. Створення та редагування ескізів в SolidWorks. Основні принципи побудови ескізів. Призначення довідкової геометрії. Прості ескізи. Складні ескізи. Тривимірні ескізи.

ТЕМА 3. Твердотільне моделювання деталей та складових вузлів в системі SolidWorks. Основні принципи побудови деталей. Типові засоби створення елементарних геометричних примітивів. Редагування твердотільної моделі. Масиви твердотільних елементів. Технологія моделювання складових вузлів.

Модульний контроль

Модуль 2

Змістовий модуль 2

ТЕМА 4. Застосування методу кінцевих елементів в інженерній практиці. Поняття кінцевого елемента. Побудова програми МКЕ. Врахування нелінійності в процедурах МКЕ.

ТЕМА 5. Виконання теплового, структурного та частотного аналізів конструкції в SolidWorks Simulation. Реалізація кінцево-елементних розрахунків в SolidWorks Simulation. Основні етапи - створення твердотільної моделі, завдання властивостей матеріалу, створення кінцево-елементної сітки, прикладення граничних умов і навантажень, виконання розрахунку, візуалізація результатів. Приклад теплового аналізу конструкції. Приклад структурного аналізу конструкції.

ТЕМА 6. Визначення напруженого стану місць з'єднань деталей в SolidWorks Simulation. Типи та призначення контактних граничних умов. Рішення контактної задачі на прикладі визначення напружено-деформованого стану торцевих шліців.

Модульний контроль

4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ					
ТЕМА 1. Проектування за допомогою CAD/CAE систем	4	2	-	-	2
ТЕМА 2. Створення та редагування ескізів в SolidWorks	24	6	8	-	6
ТЕМА 3. Твердотільне моделювання деталей та складових вузлів в системі SolidWorks	45	7	8	-	28
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	74	16	8	-	36

Модуль 2 Змістовий модуль 2. ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ					
ТЕМА 4. Застосування методу кінцевих елементів в інженерній практиці	6	2	-	-	4
ТЕМА 5. Виконання теплового, міцнісного та частотного аналізів конструкції в SolidWorks Simulation	35	7	8	-	12
ТЕМА 6. Визначення напруженого стану місць з'єднань деталей в SolidWorks Simulation	32	6	8	-	14
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	76	16	16	-	30
Індивідуальне завдання Розрахунково-графічна робота: <i>Створення 3-D моделі збірки «лопатка турбіни - диск»</i>	20	-	-	-	20
Усього годин:	150	32	32	-	86

5 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з інтерфейсом SolidWorks	4
2	Створення ескізів в SolidWorks	4
3	Твердотільне моделювання деталей в SolidWorks	4
4	Твердотільне моделювання складових вузлів в SolidWorks	6
5	Виконання теплового аналізу конструкції в SolidWorks	4
6	Виконання міцнісного аналізу конструкції в SolidWorks	6
7	Виконання частотного аналізу в SolidWorks	4
	Разом	32

6 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Графічний інтерфейс програмного комплексу SolidWorks	2
2	Основні принципи створення та редагування тривимірних моделей основних елементів авіаційних двигунів: лопатки та диски компресора або турбіни, поршень, шатун.	34
3	Рішення основних інженерних задач (міцності, теплопровідності, стійкості, визначення частотних властивостей елементів конструкції).	30
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	20
	Разом	86

7 Індивідуальне завдання (ІЗ)

1. Розрахунково-графічна робота на тему:: Створення 3-D моделі збірки «лопатка турбіни - диск»

8 Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- практичні заняття;
- самостійна робота студента;
- залік.

На лекціях студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання лабораторних робіт, самостійної роботи.

Лекція, розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення практичних занять базується на словесному (аналітичному) описанні об'єкта (вузли та деталі двигунів), а також й на тривимірному моделюванні цього об'єкта в програмному пакеті SolidWorks на ПЕОМ. Під час проведення занять використовується бригадний характер праці студентів.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенти поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення лабораторних робіт.

Питання для самостійної роботи студентів

Модуль 1

Змістовий модуль 1

1. Програма SolidWorks призначення, можливості.
2. Дерево побудови, призначення, операції з елементами дерева.
3. Ескіз, основні принципи коректного побудови ескізу.
4. Взаємозв'язки ескізу, призначення взаємозв'язків, перерахувати основні типи взаємозв'язків.
5. Побудова бобишок і вирізів, порядок побудови, вимоги до ескізу при побудові.
6. Елементи по траєкторії, основні принципи побудови, вимоги до ескізу при побудові.
7. Елементи по перетинах, основні принципи побудови, вимоги до ескізу при побудові.
8. Зміни деталі, призначення конфігурацій, робота з конфігураціями.
9. Креслення. Створення креслення, додавання деталей.
10. Побудова розрізу на кресленні (порядок дій).
11. Побудова допоміжних видів на кресленні.
12. Складання, принципи створення збірок.
13. Побудова допоміжної геометрії, призначення, порядок побудови.
14. Побудова кривих, типи доступних для побудови кривих і порядок їх побудови.

Модуль 2

Змістовий модуль 2

1. Програма SolidWorks Simulation призначення, можливості.
2. Міцносний розрахунок, призначення, можливості, порядок розрахунку.
3. Темпреатурний розрахунок, призначення, можливості, порядок розрахунку.
4. Розрахунок термонаряженого стану, призначення, можливості, порядок розрахунку.
5. Розрахунок форм власних коливань, призначення, можливості, порядок розрахунку.
6. Розрахунок стійкості конструкції, призначення, можливості, порядок розрахунку.

9 Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістових модулі:

1. Тривимірне моделювання.
2. Основи інженерних розрахунків методом кінцевих елементів.

Складання модуля 1 – на 8-му тижні 4-го семестру (один раз), складання модуля 2 – на 16-му тижні 4-го семестру (один раз).

До складання модулів студент допускається за умов виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

Оформлення лабораторних робіт – *електронний звіт*, захист – *усно*.

Семестр 4– *залік*.

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

10.1 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	8	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0,5...0,8	8	4...6,4
Модульний контроль	27...40	1	27...40
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0,5...0,8	8	4...6,4
Модульний контроль	26...40	1	26...40
Індивідуальне завдання (РГР)	16...30	1	16...30
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних робіт та індивідуального завдання – розрахунково-графічної роботи.

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

Білет для іспиту складається з 3-х теоретичних запитань і одної задачі. Теоретичні запитання розподілено таким чином:

Перше запитання - змістовий модуль 1;

Друге - змістовий модуль 2;

Третє запитання – щодо виконання індивідуального завдання;

Задача пов'язана зі створенням 3-Д моделі простої збірки з двох деталей і розрахунку її міцності.

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 25.

10.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

- призначення програми SolidWorks, її можливості;
- дерево побудови, призначення, операції з елементами дерева;
- основні принципи коректної побудови ескізу;
- взаємозв'язки ескізу, призначення взаємозв'язків;
- побудову бобишок і вирізів, порядок побудови, вимоги до ескізу при побудові;
- елементи по траєкторії, основні принципи побудови, вимоги до ескізу при побудові;
- елементи по перетинах, основні принципи побудови, вимоги до ескізу при побудові;
- зміни деталі, призначення конфігурацій, робота з конфігураціями;

- створення креслень, додавання деталей;
- побудову розрізу на кресленні (порядок дій);
- побудову допоміжних видів на кресленні;
- складання, принципи створення збірок;
- побудову допоміжної геометрії, призначення, порядок побудови;
- побудову кривих, типи доступних для побудови кривих і порядок їх будування;
- міцносний розрахунок, призначення, можливості, порядок розрахунку;
- темпреатурний розрахунок, призначення, можливості, порядок розрахунку;
- розрахунок термонапруженого стану, призначення, можливості, порядок розрахунку;
- Розрахунок форм власних коливань, призначення, можливості, порядок розрахунку;
- Розрахунок стійкості конструкції, призначення, можливості, порядок розрахунку.

вміти:

- виконувати 3-Д моделі деталей та збірок;
- виконувати розрахунки на міцність, термостан та коливання простих деталей та збірок;

10.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Виконати та захистити індивідуальне завдання. Знати принципи побудови ескізів та 3-Д моделей. Знати процедури розрахунків на міцність та термостан методом скінчених елементів. Вміти будувати прості 3-Д моделі деталей.

Добре (75-89). Окрім переліченого в пункті «Задовільно (60-74)» – твердо опанувати мінімум знань та умінь. Знати: взаємозв'язки елементів ескізу та моделі, будувати складні поверхні, будувати креслення з постановкою розмірів та допусків.

Відмінно (90-100). Окрім переліченого в пункті «Добре (75-89)» здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре» і кількістю балів не менше 80). Повно знати основний та додатковий матеріал. Вміти будувати складні моделі «знизу вгору» і «зверху вниз». Вміти будувати складні складені моделі (не менше, як з 10 деталей) і розраховувати їх міцність, теплові поля і власні коливання. Вміти пояснити, як будують оболонкові моделі і форми для литва.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	Для іспиту	Для заліку
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
01-59	Незадовільно	Не зараховано

11 Методичне забезпечення

Базова

1. Комп'ютерні файли довідкової системи SolidWorks.
2. Комп'ютерні файли довідкової системи SolidWorks Simulation.