

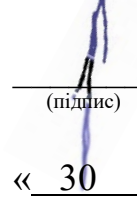
Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми/
Голова НМК


(підпис) А.І. Долматов
(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування операцій на верстатах з програмним керуванням
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код та найменування напрямку підготовки)

Освітня програма: Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник: І. В. Зорік, доцент каф.204
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
технології виробництва авіаційних двигунів
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 02 » липня 2021 р..

Завідувач кафедри, д.т.н., професор _____ (Долматов А.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів: 9 Змістових модулів: 2 Загальна кількість годин: 270 Індивідуальне завдання курсовий проект Тижневих годин для денної форми навчання студента: самостійної роботи – 11.375; аудиторних – 5,5.	Галузь знань: «Механічна інженерія» Спеціальність: 8.134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» Освітня програма: «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок» Освітньо-кваліфікаційний рівень: другий (магістерський)	Рік підготовки 2021/2022 Семестр 9-й Лекції: 40 год. Курсовий проект 20 год. Практичні заняття: 48 год. Самостійна робота 184 год. Вид контролю Іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: 86/184

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1 Мета вивчення: підготовка фахівців до самостійного використання комп'ютерних систем проектування операцій на верстатах з програмним керуванням у двигунобудуванні, які розробляють технологічні процеси для виробництва деталей авіаційних двигунів з використанням комп'ютерної техніки.

1.2 Завдання: розгляд і вирішення задачі проектування операцій на верстатах з програмним керуванням за допомогою комп'ютерних систем; сформулювати у студентів поняття принципів підготовки виробництва виробів, вибору технологічного процесу в залежності від типу прив'язки технологічного процесу до обладнання, вибору технологічного оснащення, різального і вимірювального інструмента.

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

Інтегральні компетентності:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми авіаційної та ракетно-космічної техніки в області технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок, що передбачають проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

ЗК1 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК3 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК5 – здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6 – здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК7 – здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК8 – здатність працювати в команді, приймати рішення, у тому числі в екстремальній ситуації, та нести за них відповідальність.

ЗК9 – здатність робити довгострокове планування та розробляти стратегію професійної діяльності.

ЗК10 – здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність у міжнародному середовищі.

ЗК11 – здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК12 – здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

ЗК13 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК14 – прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності:

ФК1 – здатність продемонструвати всебічні знання в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки та перспективи її розвитку.

ФК2 – здатність продемонструвати передові знання в авіаційній та ракетно-космічній техніці.

ФК3 – здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення складних інженерних завдань з використанням спеціальних і загальнонавчаних методів.

ФК4 – здатність до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з досягнень в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК5 – здатність аналізувати необхідну інформацію, технічні дані, показники та результати роботи, систематизувати їх і узагальнювати з метою покращення технологічних характеристик деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки і технологічного обладнання, створення нових технологій і модернізації виробництва.

ФК6 – здатність розробляти і впроваджувати енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування технологічних процесів виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки і технологічного обладнання.

ФК7 – здатність організовувати роботи по доведенню й освоєнню технологічних процесів у ході монтажних та пусконаладжувальних робіт основного та допоміжного обладнання, забезпечувати конкурентоздатність продукції в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК8 – здатність розробляти методики розрахунків і проведення досліджень при проектуванні та експлуатації об'єктів і систем у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням сучасних CAD/CAM/CAE (інформаційних) систем.

ФК11 – здатність приймати оптимальні рішення в процесі виробництва енергетичної та технологічної продукції з урахуванням вимог якості, надійності й вартості, термінів виконання, охорони праці та екологічної чистоти виробництва в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

1.3. Очікувані результати навчання:

Згідно з вимогами освітньої програми студенти повинні:

ПРН5 – вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми.

ПРН12 – вміння обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, мати навички вибору методів модифікації їх властивостей.

ПРН18 – вміння застосовувати сучасні методи та засоби конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, в тому числі комп'ютеризованого гнучкого виробництва, складання і випробування елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для сучасного обладнання з числовим програмним керуванням.

ПРН21 – обізнаність з питань теоретичного та інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі сучасних міжнародних стандартів та використання новітнього метрологічного забезпечення.

ПРН23 – вміння та навички розробки та оптимізації параметрів технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Пререквізити – Структурно-логічні міждисциплінарні зв'язки базуються на всіх навчальних дисциплінах попередніх семестрів, але в найбільшій мірі на професійно-орієнтованих з попередніх семестрів: «Різання металів», «Методи і параметри формоутворення поверхонь деталей авіаційних двигунів», «Технологічне оснащення», «САПР технологічних процесів».

Кореквізити – «Технологія виробництва та ремонту авіаційних двигунів», дипломне проектування.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться: 270 годин (9 кредитів ECTS).

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1

ТЕМА 1. Вступ. Терміни і визначення. Основні поняття Склад системи. Основні поняття 3D моделювання. Способи проектування.

ТЕМА 2. Робота з елементами моделей. Послідовність розробки корпусної деталі.

ТЕМА 3. Конфігурації. Використання Менеджера конфігурацій. Використання таблиці параметрів. Створення / редагування таблиць параметрів.

ТЕМА 4. Робота з модулем проектування штампів та прес-форм. Створення формотворчих поверхонь прес-форм і штампів.

ТЕМА 5. Структура системи SolidCam.

ТЕМА 6. Огляд модуля токарної обробки

Змістовний модуль №2

ТЕМА 7. Огляд модуля фрезерної обробки 2,5Д

ТЕМА 8. Огляд модуля фрезерної обробки 3Д

ТЕМА 9. Огляд модуля фрезерної обробки HSM HSR

ТЕМА 10. Огляд модуля високошвидкісної фрезерної обробки

ТЕМА 11. Комбінація різноманітних способів обробки. Використання четвертої координатної осі.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Основи роботи в інтегрованому середовищі SolidWorks та SolidCam						
Тема 1. Вступ. Об'єкт, предмет та мета вивчення. Критерії оцінки знань. Терміни і визначення. Основні поняття. Введення в автоматизоване проектування.	10	2	2			6
Тема 2. Призначення, основи та інтерфейс користувача SolidWorks. Основи моделювання деталей, загальні методи проектування деталей.	14	2	2			10
Тема 3. Створення формотворчих поверхонь прес-форм і штампів. Моделювання виливки. Ухили поверхонь. Моделювання усадки матеріалу. Інструменти перевірки моделі. Способи створення відбитка 3D моделі в матриці прес-форми	14	2	2			10
Тема 4. Структура системи SolidCam. Принцип роботи в системі. Ідеологія майстер моделі.	16	4	2			10

Тема 5 Інтерфейс системи SolidCam і його налаштування Базові поняття і принципи розробки токарних операцій в середовищі SolidCam	16	2	4			10
Тема 6 Визначення геометрії і перетину оброблюваної деталі для токарного оброблення Створення геометрії ріжучого інструменту для токарної обробки	28	4	4			20
Разом за змістовим модулем 1	98	16	16			66
Модуль 2						
Змістовий модуль 2. Проектування технологічних операцій на верстатах з ПК						
Тема 7 Налаштування операцій осьового свердління. Базові поняття і принципи розробки фрезерних операцій в середовищі SolidCam	18	4	2			12
Тема 8 Визначення геометрії оброблюваної деталі для фрезерної і свердлильної обробки. Створення геометрії ріжучого інструменту для фрезерної обробки	27	5	2			20
Тема 9 Обробка ступінчастих поверхонь і островів. Контурна обробка.	38	4	4			30
Тема 10 Багаторівнева обробка складних поверхонь. Позиційна обробка на багато осьових обробних центрах	50	6	4			40
Тема 11 Базові поняття і принципи розробки операцій обробки отворів в середовищі SolidCam. Створення геометрії ріжучого інструменту для обробки отворів.	39	5	4			30
Разом за змістовим модулем 2	172	24	16			132
Усього годин	270	40	32			198

4. Лабораторні роботи:

Найменування лабораторних робіт	Годин:	
	аудиторних	самостійна робота

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, аудиторних
1.	Створення моделей корпусних деталей, та деталей обертання.	4
2.	Створення моделей деталей з використанням конфігурацій. Створення / редагування таблиць параметрів.	8
3.	Створення формотворчих поверхонь прес-форм і штампів.	8
4.	Огляд модуля токарної обробки Підрізання торця, точіння, свердління, нарізування різьблення, прорізання канавок, відрізки, трохоїдальне точіння канавок, синхронна чорнова.	8
5.	Огляд модуля фрезерної обробки 2,5Д Обробка плоскої поверхні. Контурна обробка. Контур 3Д. Обробка шпоночного паза. Обробка поверхні протягування. Виявлення кишень. Виявлення отворів.	8
6.	Огляд модуля фрезерної обробки HSM, HSR. Огляд різноманітних технологій: НМ чорнова, чорнова контурна, растрова, доробка ребер, по ватерлініям, спірально-вертикальна, горизонтальна, моріфнг, еквідистантна, обробка с постійним шагом, олівцева обробка, комплексна стратегія та ін.	12
Разом		48

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні системи автоматизованого проектування.	4
2	Методи проектування «знизу-уверх» та «зверху-униз». Додавання компонентів та накладення взаємозв'язків. Робота з конфігураціями та таблицями параметрів, проектування з урахуванням конфігурацій.	20
3	Використання елементів Toolbox при моделюванні різних об'єктів.	10
4	ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ НА токарні верстати з ЧПУ. Припуски на обробку поверхонь. Зони токарного оброблення. Розробка чорнових переходів при токарній обробці основних поверхонь Складання розрахунково-технологічної карти токарної операції	32
5	ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ НА ФРЕЗЕРНИХ верстатах з ЧПК Елементи контура деталі. області обробки Припуски на обробку деталей Типові схеми переходів при фрезерної обробки (2.5 фрезерування). Плоске контурне фрезерування і т.д. Типові схеми переходів при фрезерної обробки (3Д фрезерування) Різні стратегії чорнкової і чистової обробки (по ватерлінії, еквідистантним, чорнова чистова доробка і т.д)	40
6	Схеми обробки контурів, плоских і об'ємних поверхонь. Вибір інструмента для фрезерування Особливості об'ємного фрезерування п'ятикоординатне фрезерна обробка Програмування автоматичного формування траєкторії інструменту при фрезеруванні	40
9	Виконання КП	36

7. Індивідуальні завдання:

План-графік курсового проекту з навчальної дисципліни «Проектування операцій на верстатах з програмним керуванням»:

№ з/п	Найменування розділів та зміст роботи
1	Проектування 3Д моделі деталі типу обертання в якій присутні: комплекс зовнішніх циліндричних поверхонь, комплекс внутрішніх циліндричних поверхонь. Крім перерахованих повинна бути конусна поверхня, радіуси сполучень відмінних від радіуса ріжучого інструменту, канавки.
2	Побудова при близного плану обробки деталі типу обертання.
3	Проектування УП з використанням програмних засобів SolidCAM з використанням різних стратегій обробки.
4	Проектування 3Д моделі штамп (прес форми) для подальшої обробки на фрезерному верстаті з ЧПК використовую три координати.
5	Проектування УП з використанням різних стратегій чорновий, напівчистої і чистої обробки з вибором необхідного ріжучого інструмента, призначенням режимів різання, завданням необхідних площин безпеки, визначення місця розташування затискних пристосувань в разі потреби.

8. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій із застосуванням наглядних матеріалів, складання графічних схем; робота в Інтернет.

9. Методи контролю

Розподіл балів, які отримують студенти (іспит)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...1	8	0...8
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	12	0...12
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...1	16	0...16
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Виконання і захист РГР (КП)	15...26	1	15...26
Усього за семестр			35...100

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсової роботи (проекту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 50	до 20	до 30	100

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитань, наприклад:

1. Методи проектування «знизу-вверх» та «зверху-униз». Додавання компонентів та накладення взаємозв'язків. 30 балів
2. Типові схеми переходів при фрезерної обробки (2.5 фрезерування). Плоске контурне фрезерування та ін. 30 балів
3. Розробити УП у середовищі SolidCam для деталі типу тіла обертання. Підрізати торець, провести обробку зовнішнього комплексу поверхонь. (Ескіз операції видає викладач) 40 балів

Якісні критерії оцінювання

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати принципи побудови тривимірних моделей, складальних одиниць, принципи створення керуючих програм для верстатів з програмним керуванням; методи впровадження керуючих програм на верстатах з числовим програмним управлінням. Проводити розробку керуючих програм для металорізальних верстатів з ЧПК за допомогою майстер моделі середньої складності.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти розробляти керуючі програми для металорізальних верстатів з ЧПК за допомогою майстер моделі будь-якого ступеня складності з урахуванням специфіки виготовлення, застосовуючи як універсальний так і спеціалізований інструмент та технологічне оснащення.

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

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту, практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
83 – 89	B	добре	
75 – 82	C		
68 – 74	D	задовільно	
60 – 67	E		
1 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

10. Методичне забезпечення

конспект лекцій; навчально-методичне забезпечення дисципліни; ілюстративні матеріали.

11. Рекомендована література

Базова.

1. Дударева Н.Ю., SolidWorks 2011 + CD. Издательство: БХВ-Петербург, 2013г., Серия: Самоучитель
2. Алямовский А. А., Одинцов Е. В., Пономарев Н. Б., Собачкин А. А., Харитонович А. И. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. Издательство: БХВ-Петербург, 2013г. -800с.
3. В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков режимы резания для токарных и сверлильно – фрезерно –расточных станков с ЧПУ. –М.: Машиностроение, 2007. –368с.
4. А.А. Дерябин Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ. –М.: Машиностроение, 2005–224с.
5. П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе Программирование для автоматизированного оборудования. –М.: Высшая школа, 2008–592с.
6. А.Г. Схиртладзе, Т.Н. Иванова Технологическое оборудование машиностроительных производств. –Старый Оскол. ТНТ, 2009 –708с.

Додаткова.

7. Анатолий Прерис. SolidWorks 2005/2006. Издательство: Питер. 2006, - 528с.
8. Р.И. Гассиров, П.П. Серебrenицкий Программирование на станках с ЧПУ. –М.: Машиностроение, 1990 –588с.
9. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И., Мозговой В.Ф., Корневский Е.Я. Технология производства авиационных двигателей в 3 частях.- Запорожье, изд. ОАО «Мотор Сич», 2007-08.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: <http://10.2.1.204/>

Програму розробив
доцент кафедри № 204

Зорік І.В.