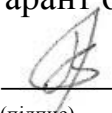


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Технологій виробництва авіаційних двигунів» (№204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 В.О. Серeda
(підпис) (ініціали та прізвище)

«__» _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технологія виробництва двигунів та енергоустановок літальних апаратів
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Ракетні двигуни та енергетичні установки

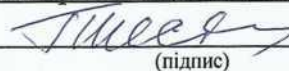
Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Шестаков Г.О., доцент кафедри технологій виробництва авіаційних двигунів, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри “Технологій виробництва авіаційних двигунів”

(назва кафедри)

Протокол № 10 від «02» липня 2021 р.

Завідувач кафедри технологій виробництва авіаційних двигунів

д. т. н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

А.І.Долматов

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань: <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u> (код і найменування) Освітня програма Ракетні двигуни та енергетичні установки (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Вибіркова дисципліна	
Кількість модулів - 2		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів - 2		2021 / 2022	
Індивідуальне завдання: Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі		Семестр	
		7-й	
		Лекції:	
		32 годин	
		Практичні, семінарські	
Загальна кількість годин: 64/135		16	Лабораторні
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0; самостійної роботи студента – 4,5.			16
		Самостійна робота	
		71 годин	
	Вид контролю		
		Модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/71.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – дати знання про суттєвість, технологічні особливості процесів виготовлення деталей двигунів та енергетичних установок ЛА, підготувати студентів до самостійного вирішення питань проектування технологічних процесів виробництва двигунів та ЕУ та засобів їх технологічного оснащення.

Завдання: вивчення дисципліни “Технологія виробництва двигунів та

енергоустановок ЛА” є набуття студентами необхідних професійних компетенцій та навичок ефективно проектувати та впроваджувати у виробництво сучасні технологічні процеси двигунобудування.

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

Загальні компетентності

- 1 – Формування світогляду науково-філософського типу, який спирається на досягнення людства у сфері духовної та матеріальної культур.
- 2 – Формування політичної культури демократичного типу та адекватної політичної свідомості.
- 3 – Креативність, ініціативність, підприємливість та здатність працювати в команді.
- 4 – Прогнозування наслідків своєї діяльності з позиції неприпустимості погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки для здоров’я людей.
- 5 – Внутрішня потреба до цілеспрямованого поліпшення професійних знань та навичок на протязі навчання та професійної діяльності.
- 6 – Практичне користування сучасною українською мовою у сфері ділового та професійного (науково-технічного) спілкування.
- 7 – Практичне користування іноземною мовою в соціально-побутовій і професійній сферах спілкування.

Фахові компетентності

1. – Здатність використовувати положення динаміки польоту та керування при проектуванні об’єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.
2. – Знання в галузі гідравліки, аеро- та газодинаміки для опису взаємодії тіл з газовим і гідравлічним середовищем.
3. – Здатність призначати матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки.
4. – Здатність проводити розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність.
5. – Знання робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки.
6. – Здатність проектувати та проводити випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.
7. – Базові знання у галузі гідравлічних, пневматичних,

електричних та електронних систем, що застосовуються в авіаційній та ракетно-космічній техніці.

8. – Здатність розробляти технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

9. – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та професійній діяльності.

10. – Обізнаність у галузі економіки і менеджменту виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Програмні результати навчання: відповідно до освітньої програми студенти повинні:

1 – Демонструвати володіння логікою та методологію наукового пізнання, що ґрунтується на вивченні методів сформульованих у термінах результатів навчання сучасних логіко-методологічних теорій.

2 – Формувати раціонально-критичну оцінку дій державних органів, інших політичних інститутів із позицій загальнолюдських, демократичних цінностей, пріоритету прав і свобод людини та громадянина.

3 – Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності.

4 – Вміти пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі.

5 – Розуміти екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності та коректувати її зміст з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище.

6 – Володіти навичками самостійного навчання та роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.

7 – Демонструвати дотримання вимог до культури використання державної мови. Подавати інформацію за фахом з урахуванням професійного мовлення.

8 – Демонструвати навички спілкування іноземною мовою в усній формі з використанням загальноновживаних формул висловлювання комунікативних намірів, а також у сферах, пов'язаних із рішенням професійних завдань.

9 – Застосовувати вимоги галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу.

10 – Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про стійкість та керованість авіаційної та ракетно-космічної техніки.

11 – Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.

12 – Розуміти принципи механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки (газодинаміки) відповідно до навчального плану.

13 – Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх

властивостей. Обґрунтовано призначати матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

14 – Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.

15 – Застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

16 – Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

17 – Пояснювати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

18 – Мати уявлення про структуру та принципи дії бортового та навігаційного обладнання авіаційної та ракетно-космічної техніки.

19 – Пояснювати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки.

20 – Демонструвати обізнаність в галузі теоретичного та інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.

21 – Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

22 – Описувати послідовність обчислення економічної ефективності виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Пререквізити - необхідні обов'язкові попередні дисципліни: «Авіаційне матеріалознавство», «Взаємозамінність та стандартизація», «Деталі машин та основи конструювання».

Кореквізити - необхідні обов'язкові супутні дисципліни: «Технології конструкційних матеріалів», «Конструкція і проектування ракетних двигунів літальних апаратів», «Системи постачання палива ракетних двигунів».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль №1. Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей двигунів та енергоустановок ЛА.

Тема 1. Виробничий та технологічні процеси. Структура технологічного процесу: операція; перехід; робочий хід. Структура підприємства та типи виробництва: одиничне, серійне, масове. Коефіцієнт закріплення операцій.

Тема 2. Технічна норма часу та методика її визначення. Види операцій. Схема утворення геометричних параметрів деталі. Засоби досягнення потрібних розмірів. Шляхи зменшення собівартості виробів. Технологічні методи збільшення продуктивності праці.

Тема 3. Точність процесів виготовлення деталей. Поняття та визначення. Характеристики точності. Категорії точності.

Тема 4. Операційна похибка та її структура. Методи визначення операційної похибки. Похибки систематичні та випадкові. Закони розподілу. Розрахунково-аналітичний та статистичний метод визначення похибок.

Тема 5. Базування та установка деталей. Бази конструкторські, технологічні, вимірюванні. Вплив схеми установки деталі на точність обробки.

Тема 6. Якість поверхневого шару, шорсткість поверхні. Зв'язок між точністю виготовлення та шорсткістю поверхні. Вплив режимів різання на шорсткість обробленої поверхні.

Тема 7. Операційні припуски на обробку. Структура найменшого операційного припуску. Методи розрахунку припусків: розрахунково-аналітичний та нормативний. Розрахунок операційних розмірів.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовий модуль № 2: Технологічна підготовка виробництва деталей двигунів та енергоустановок ЛА.

Тема 8. Загальні положення. Складові частини, властивості і характеристики технологічної підготовки виробництва.

Тема 9. Забезпечення технологічності конструкції деталей авіаційного двигуна. Вибір показників технологічності.

Тема 10. Основні етапи розробки технологічних процесів. Зміст і послідовність розробки одиничних технологічних процесів механічної обробки. Формування плану операцій. Місце термічної обробки у технологічному процесі механічної обробки деталей.

Тема 11. Проектування операцій технологічного процесу. Оформлення технологічної документації.

Тема 12. . Особливості проектування технологічних процесів виготовлення деталей на верстатах з ЧПК. Використання обчислювальної техніки в проектуванні технологічних процесів.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього го	у тому числі			
		Лек	ПЗ	ЛР	С.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль №1: Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей двигунів та енергоустановок ЛА.					
Тема 1. Виробничий та технологічні процеси. Структура технологічного процесу. Структура підприємства та типи виробництва: одиничне, серійне, масове.	5	2	-	-	3
Тема 2. Технічна норма часу та методика її визначення. Види операцій.	10	3	2	2	3
Тема 3. Точність процесів виготовлення деталей. Поняття та визначення.	6	3	-		3
Тема 4. Операційна похибка та її структура. Методи визначення операційної похибки. Похибки систематичні та випадкові.	10	3		4	3
Тема 5. Базування та установка деталей. Базис конструкторські, технологічні, вимірюванні.	9	2	4	-	3
Тема 6. Якість поверхневого шару, шорсткість поверхні.	7	2	-	2	3
Тема 7. Операційні припуски на обробку. Структура найменшого операційного припуску.	11	3	4		4
Модульний контроль					
Разом за змістовим модулем 1	58	18	10	8	22

Модуль 2					
Змістовий модуль № 2: Технологічна підготовка виробництва деталей двигунів та енергоустановок ЛА.					
Тема 8. Загальні положення. Складові частини, властивості і характеристики технологічної підготовки виробництва.	5	2	-	-	3
Тема 9. Забезпечення технологічності конструкції деталей авіаційного двигуна. Вибір показників технологічності.	8	3	2	-	3
Тема 10. Основні етапи розробки технологічних процесів. Зміст і послідовність розробки одиничних технологічних процесів.	7	3	-	-	4
Тема 11. Проектування операцій технологічного процесу.	15	3	4	4	4
Тема 12. Особливості проектування технологічних процесів виготовлення деталей на верстатах з ЧПК.	11	3		4	4
Модульний контроль					
Разом за змістовим модулем 2	46	14	6	8	18
Усього годин:	104	32	16	16	40
Індивідуальне завдання	31				31
Контрольний захід					
Усього годин:	135	32	16	16	71

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	Аналіз способів базування деталі при виконанні фрезерувальної операції	2
2	Аналіз способів базування деталі при виконанні токарної операції	2
3	Розрахунок припусків і операційних розмірів	6
4	Проектування операції механічної обробки деталі	6
	Разом:	16

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількіс ть годин
1	Налагодження токарно-револьверного верстата на операцію	4
2	Налагодження зубофрезерного верстата на операцію	4
3	Дослідження похибок обробки внаслідок деформування системи ВПД.	4
4	Конструювання круглої протяжки для обробки точних отворів	4
	Разом:	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Види операцій	2
2	Засоби досягнення заданих розмірів.	2
3	Статистичний метод контролю точності	2
4	Точнісні діаграми	2

5	Операційні допуски та правила їх вибору	2
6	Похибки, які виникають в процесі механічної обробки.	2
7	Технологічні бази. Їх вибір.	2
8	Структура верхнього шару. Його характеристики	2
9	Критерії шорсткості. Вплив режимів різання на шорсткість обробленої поверхні.	2
10	Методи розрахунку припусків.	4
11	Місце термічної обробки у технологічному процесі	4
12	Проектування технологічних процесів механічної обробки.	6
13	Операційна карта механічної обробки.	4
14	Особливості проектування технологічних процесів виготовлення деталей на верстатах з ЧПК.	4
	Разом:	40

9. Індивідуальні завдання

1. Розрахункова робота на тему: „Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі”.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекційних, практичних робіт, індивідуальних та групових консультацій, самостійна робота студентів з науково-технічною інформацією.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях та консультаціях, письмових модульних іспитів, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. 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...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист РК	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...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 трьох питань, наприклад:

1. Технічна норма часу та методика її визначення. – 33 балів.
2. Структура найменшого операційного припуску. – 34 балів.
3. Оформлення технологічної документації (операційна карта механічної обробки). – 33 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- **знати:** наукові основи проектування сучасних технологічних процесів механічної обробки деталей;
- основні положення технологічної підготовки виробництва та забезпечення технологічності конструкцій деталей авіаційних двигунів;
- основні методи механічної обробки поверхонь деталей;
- суть методів прогнозування точності механічної обробки;
- основні технологічні процеси виготовлення деталей двигунів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

вміти:

- правильно вибирати способи обробки поверхонь деталей в залежності від умов виробництва і конструкції деталі;
- розраховувати очікувану точність обробки поверхонь деталей;
- грамотно, згідно стандартів та рекомендацій, оформляти документацію технологічного процесу механічної обробки;
- розраховувати режими операцій механічної обробки поверхонь деталей;
- визначити склад технічних умов (вимог), що до окремих операцій технологічного процесу механічної обробки.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Приклад

- **Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та домашнє завдання. Вміти самостійно вибирати способи обробки поверхонь деталей в залежності від умов виробництва і конструкції деталі; розраховувати очікувану точність обробки поверхонь деталей. Вміти складати технологічну документацію.
- **Добре (75 - 89).** Твердо знать мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти визначити склад технічних умов (вимог), що до окремих операцій технологічного процесу механічної обробки. Згідно стандартів та рекомендацій, оформляти документацію технологічного процесу механічної обробки;
- **Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знать наукові основи проектування сучасних технологічних процесів механічної обробки деталей; основні положення технологічної підготовки виробництва та забезпечення технологічності конструкцій деталей авіаційних двигунів. Безпомилково виконувати та захищати всі практичні роботи та домашнє завдання в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

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

13. Методичне забезпечення

Використання віртуального навчального середовища Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» та авторських розробок професорсько-викладацького складу.

Підручники, навчальні посібники, довідкова література фонду бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». Фахові періодичні видання («Авіаційно-космічна техніка і технологія», «Вестник двигателестроения», «Двигатели внутреннего сгорания»).

Методичні посібники та конспекти лекцій фонду методичного кабінету кафедри технологій виробництва авіаційних двигунів, які також розміщені в електронному варіанті на сайті кафедри.

[Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Технологія виробництва двигунів та енергетичних установок" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. М. О. Курін. - Харків, 2019. - 205 с . - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/02_Tehnologiya_Virobnictva.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/02_Tehnologiya_Virobnictva.pdf)

14. Рекомендована література

Базова

1. Богуслаев В.О., Качан О.Я., Долматов А.І. та ін. Технологія виробництва авіаційних двигунів: підручник для студентів вищ. навч. закладів. ч.1. Основи технології авіадвигунобудування. – Запоріжжя: «Мотор Сич», 2007р. – 518 с.

2. Гайдачук О.В., Кобрін В.М., Шестаков Г.О. та ін. Заготівельно-обробні технології у виробництві аерокосмічних літальних апаратів ч.1. – Харків-Київ: Держ.аерокосмічний ун-т ім.М.Є.Жуковського «ХАІ», Український науково-дослідний інститут авіаційної технології, 1999р. - 220 с.
3. Гайдачук О.В., Кобрін В.М., Шестаков Г.О. та ін. Заготівельно-обробні технології у виробництві аерокосмічних літальних апаратів ч.2. – Харків-Київ: Держ.аерокосмічний ун-т ім.М.Є.Жуковського «ХАІ», Український науково-дослідний інститут авіаційної технології, 2001 р. - 310 с.

Допоміжна

1. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И. и др. Технология производства авиационных двигателей ч.2. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей авиационных двигателей и технологическая подготовка производства. – Запорожье, изд.ОАО «Мотор Сич», 2007г. – 557 с.
2. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И. и др. Технология производства авиационных двигателей ч.3. Методы обработки деталей авиационных двигателей. – Запорожье, изд.ОАО «Мотор Сич», 2008г. – 638 с.
3. Долматов А.И., Белоконь Б.С., Князев М.К. и др. Проектирование технологических процессов механической обработки. Расчеты припусков и операционных размеров: учеб. пособие. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», - 177 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г. т.т. 1, 2, 1986г. Б-325.

15. Інформаційні ресурси

Фахові періодичні видання («Авіаційно-космічна техніка і технологія», «Вестник двигателестроения», «Двигатели внутреннего сгорания», «Двигателестроение», «Проблемі машиностроения», «Информационные технологии», «Проблемі управления и информатики», «Кибернетика и системный анализ», «Управляющие системы и машины»).