

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

 Т.П. Михайленко
(підпис) (ініціали та прізвище)

«__» _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технологія виробництва ТД та ЕУ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 144 – Теплоенергетика
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
нормативний та скорочений термін

Харків 2023 рік

Робоча програма Технологія виробництва ТД та ЕУ
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 144 Теплоенергетика

освітньою програмою Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем

«25» серпня 2023 р., – 15 с.

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 № 1 від «30» серпня 2023 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 – 6	Галузь знань: <u>14 Електрична інженерія</u> <small>(шифр та найменування)</small> Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> <small>(код і найменування)</small> Освітня програма <u>Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем</u> Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова дисципліна	
Кількість модулів - 2		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів - 2		2023 / 2024	
Індивідуальне завдання: 7-й семестр Проектування технологічного процесу виробництва деталей ТД та ЕУ (курсний проект).		Семестр	
		6-й	7-й
		Лекції:	
Загальна кількість годин: 80/180		32	
		Практичні, семінарські	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: 6-й семестр аудиторних 3,0; самостійної роботи студента – 4,5. 7-й семестр аудиторних 2,0; самостійної роботи – 2,5..		16	32
		Лабораторні	
	Самостійна робота		
	72 годин	28	
	Вид контролю		
	Модульний контроль, іспит	Диф. залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: **6-й семестр** 48/72; **7-й семестр** 32/28.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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

Завдання: вивчення дисципліни “Технологія виробництва ТД та ЕУ” є набуття студентами необхідних професійних компетенцій та навичок ефективно проектувати та впроваджувати у виробництво сучасні технологічні процеси в теплоенергетичній галузі.

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

Загальні компетентності

- 1 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- 2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- 3 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- 4 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- 5 – Здатність працювати в команді.
- 6 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- 7 – Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- 8 – Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Фахові компетентності

- 1 – Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
- 2 – Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін.
- 3 – Здатність продемонструвати практичні інженерні навички при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.
- 4 – Здатність продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних в теплоенергетичній галузі.
- 5 – Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.
- 6 – Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.
- 7 – Здатність продемонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту в теплоенергетичній галузі.

- 8 – Здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів.
- 9 – Здатність демонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі.
- 10 – Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.
- 11 – Здатність продемонструвати розуміння необхідності дотримання професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.
- 12 – Здатність демонструвати розуміння проблем якості в теплоенергетичній галузі.
- 13 – Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі.
- 14 – Здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання

Знання і розуміння

- 1 – Знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепло - та масообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- 2 – Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки.
- 3 – Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

Інженерний аналіз

- 4 – Здатність розуміти складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
- 5 – Здатність виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; розуміти важливість

нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

Проектування

6 – Здатність розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування.

7 – Здатність використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні об'єктів в теплоенергетичній галузі.

Дослідження

8 – Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в технічній літературі, використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації.

9 – Здатність застосовувати кодекси практики і правила техніки безпеки для спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації.

10 – Лабораторні/технічні навички та вміння планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

Інженерна практика

11 – Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

12 – Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації спеціальності «Теплоенергетика».

13 – Практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

14 – Розуміння обмежень застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

15 – Здатність застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціалізації спеціальності «Теплоенергетика».

16 – Розуміння нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідків інженерної практики.

Судження

17 – Здатність збирати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності в межах спеціалізації спеціальності «Теплоенергетика» для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.

18 – Здатність керувати професійною діяльністю, приймати участь у роботі над проектами відповідно до спеціалізації спеціальності «Теплоенергетика», беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.

Комунікація та командна робота

19 – Здатність ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

20 – Здатність ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.

Навчання протягом життя

21 – Здатність розпізнавати необхідність і самостійно навчатися протягом життя.

22 – Здатність відстежувати розвиток науки і техніки.

Міждисциплінарні зв'язки: Структурно-логічні міждисциплінарні зв'язки базуються на всіх дисциплінах попередніх семестрів, але в найбільшій мірі на професійно-орієнтованих з попередніх семестрів – технології конструкційних матеріалів, взаємозамінність та стандартизація, конструкція теплових двигунів та ЕУ.

3. Програма навчальної дисципліни 6 семестр

Модуль 1.

Змістовий модуль №1: Методи обробки поверхонь деталей

Тема 1. Загальна характеристика та основні показники методів обробки. Методи виготовлення деталей зняттям припуску.

Тема 2. Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь на верстатах токарної групи. Точіння на багаторізьцових верстатах. Шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь. Вибір шліфувального круга та розрахунки режимів обробки.

Тема 3. Методи обробки отворів: свердлення, зенкерування, розвертання, протягування. Обробка отворів шліфуванням. Схеми процесу. Вибір інструмента та режимів обробки. Особливості обробки глибоких отворів. Застосування гарматних та рушничних свердл. Особливості обробки отворів малого діаметру.

Тема 4. Методи обробки плоских поверхонь. Стругання та фрезерування плоских поверхонь, їх шліфування та протягування.

Тема 5. Методи доведення поверхонь: тонке точіння, хонінгування та притирання. Тонке шліфування поверхонь, полірування та суперфінішування.

Тема 6. Методи обробки фасонних поверхонь. Точіння та шліфування фасонним інструментом, обробка за допомогою копіювальних пристроїв.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовий модуль № 2: Методи обробки спеціальних поверхонь деталей

Тема 7. Обробка різьби. Загальні відомості. Нарізання різцями, нарізними головками. Обробка різьб фрезеруванням та шліфуванням. Накатка різьби.

Тема 8. Нарізання циліндричних зубчастих коліс фрезеруванням та доданням. Шліфування зубчастих коліс методами копіювання та обкатки. Особливості обробки конічних зубчастих коліс.

Тема 9. Методи обробки шліцьових поверхонь фрезеруванням, протягуванням та шліфуванням.

Тема 10. Електрофізичні, електрохімічні та інші методи обробки поверхонь. Загальна характеристика методів. Технологічні можливості, переваги і недоліки.

Модульний контроль

7 семестр

Курсовий проект «Проектування технологічного процесу виробництва деталей ТД та ЕУ».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	у тому числі			
Лек		ПЗ	ЛР	С.р.	
1	2	3	4	5	6
6 семестр					
Модуль 1					
Змістовий модуль №1: Методи обробки поверхонь деталей					
Тема 1. Загальна характеристика та основні показники методів обробки.	6	2			4
Тема 2. Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь.	14	2	4		8
Тема 3. Методи обробки отворів.	8	2			6
Тема 4. Методи обробки плоских поверхонь.	12	2	4		6
Тема 5. Методи доведення поверхонь.	10	4			6
Тема 6. Методи обробки фасонних поверхонь.	10	4			6
Модульний контроль					

Разом за змістовим модулем 1		60	16	8		36
Модуль 2						
Змістовий модуль № 2: Методи обробки спеціальних поверхонь деталей						
<i>Тема 7.</i> Обробка різьби.		11	3			8
<i>Тема 8.</i> Нарізання зубчастих коліс.		18	4	4		10
<i>Тема 9.</i> Методи обробки шліцьових поверхонь.		11	3			8
<i>Тема 10.</i> Електрофізичні, електрохімічні та інші методи обробки поверхонь.		20	6	4		10
Модульний контроль						
Разом за змістовим модулем 2		60	16	8		36
Контрольний захід						
Усього годин		120	32	16		72
7 семестр						
Курсовий проект						
1.Технологічний контроль конструкторської документації.				4		2
2.Відроблення конструкції деталі на технологічність.		11		4		2
3.Вибір способу отримання заготовки.		18		4		4
4.Розрахунок припусків на обробку.		11		4		4
5.Розмірний аналіз.		20		4		4
6.Проектування принципової схеми обробки деталі.				4		4
7.Розробка операцій ТП.				4		4
8.Оформлення технологічної документації.				4		4
Контрольний захід						
Усього годин		60		32		28

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6 семестр		
1	Налагодження універсального токарно-гвинторізного верстата на операцію	4
2	Налагодження фрезерного верстата на операцію	4
3	Налагодження круглошліфувального верстата на операцію	4
4	Налагодження зубофрезерного верстата на операцію	4
Усього годин		16

7 семестр		
1	Технологічний контроль конструкторської документації.	4
2	Відроблення конструкції деталі на технологічність.	4
3	Вибір способу отримання заготовки.	4
4	Розрахунок припусків на обробку.	4
5	Розмірний аналіз.	4
6	Проектування принципової схеми обробки деталі.	4
7	Розробка операцій ТП.	4
8	Оформлення технологічної документації.	4
Усього годин		32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Безцентрове шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь	4
2	Безцентрове шліфування отворів	4
3	Обробка отворів протягуванням	4
4	Внутрішнє шліфування	4
5	Стругання плоских поверхонь	2
6	Протягування плоских поверхонь	2
7	Хонінгування отворів	4
8	Притирання поверхонь деталей	4
9	Різьбошліфування	2
10	Накатування різьби	2
11	Методи нарізання внутрішньої різьби	4
12	Шевінгування зубчастих коліс	4
13	Шліфування зубчастих коліс	4
14	Нарізання косозубих циліндричних зубчастих коліс	4
15	Методи нарізання зубчастих коліс внутрішнього зчеплення	4

16	Обробка шліцьових поверхонь протягуванням	4
17	Ультразвукові та променеві методи обробки поверхонь	4
20	Електроерозійна і електрохімічна обробка поверхонь	4
	Разом:	72

9. Індивідуальне завдання (7 семестр)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Курсовий проект: «Проектування технологічного процесу виробництва деталей ТД та ЕУ»	28

Графік виконання, обсяг та зміст курсового проекту з дисципліни „Технологія виробництва ТД та ЕУ” в 7 семестрі

№ етапу	Зміст етапу	Об'єм (графічний та машиноп.) матеріалу	% виконання		Термін виконання
			Етап	Всього	
1	Аналіз, редагування та затвердження електронної версії та оформлення твердої копії робочого креслення деталі.	1 – 2 листа ф.А3	10%	10%	1-2 тиждень
2	Призначення, умови роботи деталі. Визначення якісних та кількісних показників технологічності деталі. Визначення та обґрунтування виду початкової заготівки, методу та обладнання для її виготовлення.	4-5 стор.	10%	20%	3 - 4 тиждень
3	Складання планів обробки основних поверхонь деталі. Вибір технологічних баз і встановлення послідовності обробки основних поверхонь деталі. Формування етапів технологічного процесу. Розробка технологічного маршруту обробки деталі.	6-8 стор.	20%	40%	5 - 7 тиждень

4	Розрахунок припусків та операційних розмірів обробки поверхонь обертання.	5-7 стор.	20%	60%	8 - 9 тиждень
5	Розрахунок припусків і лінійних операційних розмірів. Оформлення креслення заготовки.	5 – 7 стор.	20%	80%	10 - 11 тиждень
6	Оформлення остаточного плану технологічного процесу	1 лист ф.А1	5%	85%	12 тиждень
7	Розробка операції механічної обробки деталі та складання технологічної документації.	6-8 стор. операційна карта:2л фА4	10%	95%	13-14 тиждень
8	Написання та остаточне оформлення пояснювальної записки, захист КП.	25-30 стор. 1,25-1,5 листа ф.А1 1 - 2 листа ф.А4	5%	100%	15-16 тиждень

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 (6 семестр), диференційований залік (7 семестр).

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	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Змістовний модуль 2			

Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...22	1	0...22
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 заліку складається з трьох питань, наприклад:

1. Вибір шліфувального круга та розрахунки режимів обробки – 33 балів.
2. Нарізання циліндричних зубчастих коліс фрезеруванням – 34 балів.
3. Електроерозійна обробка поверхонь – 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 газотурбінних установок;
- основні методи механічної обробки поверхонь деталей;
- суть методів прогнозування точності механічної обробки;
- основні технологічні процеси виготовлення деталей газотурбінних установок.

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 методи 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 основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знать сучасні методи обробки деталей; основні положення технологічної підготовки виробництва деталей газотурбінних установок. 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 курсового проекту: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	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». Методичні посібники та конспекти лекцій фонду методичного кабінету кафедри технологій виробництва авіаційних двигунів, які також розміщені в електронному варіанті на сайті кафедри.

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», 2014 - 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», «Проблемі машиностроєння», «Информационные технологии», «Проблемі управління и информатики», «Кибернетика и системний анализ»).