

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньо-наукової програми



(підпис)

I.V. Малков

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2024 р.

Відділ аспірантури і докторантури

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Адитивні технології у виробництві літальних апаратів»

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетна техніка

Освітньо-наукова програма: «Авіаційна та ракетна техніка»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна / заочна

Харків – 2024

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Адитивні технології у виробництві літальних апаратів»
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетна техніка
освітньо-наукової програми «Авіаційна та ракетна техніка»

«30» __08__ 2024__ р., – 12 с.


Розробник: професор, д.т.н., доцент  Сікульський В.Т.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)
Гарант ОНП професор, д.т.н., професор  Малков І. В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол №__1__ від « 30 »__серпня__ 2024 р. засідання кафедри № 104

Завідувач кафедри доцент, к.т.н., доцент  Майорова К.В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури  В. Б. Селевко

В.о голови наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених  С.С. Жила

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <small>(шифр і найменування)</small>	Цикл загальної (професійної) підготовки вільного вибору студента
Кількість модулів – 2	Спеціальність 134 "Авіаційна та ракетна техніка " <small>(код і найменування)</small> Освітньо-наукова програма "Авіаційна та ракетна техніка " <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Навчальний рік
Кількість змістовних модулів –		2024/2025
Індивідуальне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		2-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 64, самостійної роботи студента – 86		Лекції*
		32 годин
		Практичні, семінарські*
	32 годин	
	Лабораторні*	
		_____ годин
		Самостійна робота
		86 годин
		Вид контролю
		модульний контроль, Диференційний іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
 $64/86=0,744$

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: надання знань про сутність адитивних технологічних процесів (АТ) виготовлення деталей літака та вертольоту; про системні підходи інтегрованої комплексної адитивної технології складання літаків та вертольотів; формування навиків розрахунку основних параметрів цих процесів виготовлення деталей та складання типових конструкцій на базі використання АТ; навчання методам раціонального проектування технологій та засобів технологічного оснащення АТ; засвоєння методів досліджень типових операцій з використанням АТ.

Завдання: Одержання знань та навиків досліджень з використанням (АТ) та комп'ютерного аналізу технологічних процесів і способів виробництва деталей з листових матеріалів, профілів і труб розподільчими та формозмінювальними операціями, а також спеціальні способи формування деталей, напрямки інтенсифікації існуючих технологічних процесів; сучасні методи та засоби технологічного оснащення для виготовлення деталей АТ; технологічного оснащення для виготовлення монолітних деталей літака та вертольоту АТ

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

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичних міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з авіаційної та ракетно-космічної техніки та суміжних галузей.

СК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК09 Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в авіаційній та ракетно-космічній техніці.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з авіаційної та ракетно-космічної техніки та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми авіаційної та ракетно-космічної техніки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відобразити результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення

інноваційних продуктів в авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з авіаційної та ракетно-космічної техніки та дотичних міждисциплінарних напрямків із використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми авіаційної та ракетно-космічної техніки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи авіаційної та ракетно-космічної техніки, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері авіаційної та ракетно-космічної техніки й у викладацькій практиці.

ПРН09. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

ПРН13. Знати, розуміти та вміти застосовувати методи та засоби інтегрованих комп'ютерних технологій для процесів створення АРКТ у предметних областях різних галузей, в тому числі в аерокосмічній галузі.

Міждисциплінарні зв'язки

- базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Матеріалознавство авіаційної та ракетно-космічної техніки та новітні зварювальні технології», «Процеси механічної та фізико-технічної обробки, обладнання та інструменти», «Іноземна мова», «Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основні поняття та визначення АТ.

ТЕМА 1. Основні поняття та визначення АТ. Структура ринку адитивних технологій.

Види адитивних технологій. Переваги і недоліки АТ. Перспективи розвитку АТ.

ТЕМА 2. 3D CAD моделювання і створення електронного пошарового образу (моделі) виробу. Поняття з технологічності виробу і деталі.

ТЕМА 3. FDM (Fused Deposition Modeling) – моделювання оплавленням.

ТЕМА 4. CJP (ColorJet printing) – повнокольоровий друк з принципом склеювання порошку або фотополімера.

ТЕМА 5. SLS (Selective Laser Sintering) – технологія лазерного запікання.

ТЕМА 6. 3DW (Three Dimensional Welding) – тривимірна наплавка (зварювання), DMD (Direct Metal Deposition) – пряме нанесення металу.

ТЕМА 7. (Layer Laminate Manufacturing) – спосіб моделювання нашаровуванням.

ТЕМА 8. SLA (Stereo Lithographics Apparatus) – лазерна стереолітографія.

ТЕМА 9. Матеріали, що використовуються у АТ.

Модульний контроль 1

Модуль 2. Основні характеристики адитивного виробництва

ТЕМА 10. Особливості базування і вибір орієнтації виробу в процесі його пошарового вирощування.

ТЕМА 11. Інструментальне оснащення і виробництво оснащення і виробів – Rapid Tooling і Rapid Manufacturing.

ТЕМА 12. Методи прямого виготовлення.

ТЕМА 13. Методи непрямого виготовлення.

ТЕМА 14. Економічність інтегрованих генеративних технологій.

ТЕМА 15. Потенціал і перспективи розвитку адитивних технологій.

ТЕМА 16. Основні приклади використання АТ в авіабудуванні і космонавтиці.

Модульний контроль 2

4. Структура навчальної дисципліни

«Адитивні технології у виробництві літальних апаратів»

Прийняті скорочення (розрахунково-графічна робота – РГР, розрахункова робота – РР, контрольна робота – РК, реферат – Р, курсова робота – КР, курсовий проект – КП, лабораторна робота – ЛР, лабораторне заняття – ЛЗ, практичне заняття – ПЗ, семінар – С).

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	У тому числі				Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика ЗШВ.										
ТЕМА 1. Основні поняття та визначення АТ. Структура ринку адитивних технологій. Види адитивних технологій. Переваги і недоліки АТ. Перспективи розвитку АТ.	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
ТЕМА 2. 3D CAD моделювання і створення електронного пошарового образу (моделі) виробу. Поняття з технологічності виробу і	12	2	4		6	-	-	-	-	-

деталі.										
ТЕМА 3. FDM (Fused Deposition Modeling) – моделювання оплавленням.	12	2	4		6	-	-	-	-	-
ТЕМА 4. CJP (ColorJet printing) – повнокольоровий друк з принципом склеювання порошку або фотополімера.	12	2	4		6	-	-	-	-	-
ТЕМА 5. SLS (Selective Laser Sintering) – технологія лазерного запікання.	8	2	-		6	-	-	-	-	-
ТЕМА 6. 3DW (Three Dimensional Welding) – тривимірна наплавка (зварювання), DMD (Direct Metal Deposition) – пряме нанесення металу.	12	2	4		6	-	-	-	-	-
ТЕМА 7. (Layer Laminate Manufacturing) – спосіб моделювання нашаровуванням.	8	2	4		2	-	-	-	-	-
ТЕМА 8. SLA (Stereo Lithographics Apparatus) – лазерна стереолітографія.	8	2	4		2	-	-	-	-	-
ТЕМА 9. Матеріали, що використовуються у АТ.	5	3	-	-	2	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	85	19	24		42	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Основні характеристики адитивного виробництва										
ТЕМА 10. Особливості базування і вибір орієнтації виробу в процесі його пошарового вирощування.	12	2	4	-	6	-	-	-	-	-
ТЕМА 11. Інструментальне оснащення і виробництво оснащення і виробів – Rapid Tooling і Rapid Manufacturing	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
ТЕМА 12. Методи прямого виготовлення.	12	2	4	-	6	-	-	-	-	-
ТЕМА 13. Методи непрямого	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-

ВИГОТОВЛЕННЯ.										
ТЕМА 14. Економічність інтегрованих генеративних технологій.	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
ТЕМА 15. Потенціал і перспективи розвитку адитивних технологій.	8	2			6					
ТЕМА 16. Основні прикладні використання АТ в авіабудуванні і космонавтиці.	13	3	2	-	8					
Разом за змістовим модулем 2	69	15	10		44	-	-	-	-	-
Разом з дисципліни	150	34	34		86					

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Изучение работы 3D принтера Da Vinci 2.0A Duo	4
2	Вивчення програмування XYZware.	6
3	Дослідження характеристик ошипованих деталей з алюмінієвих сплавів	6
4	Проектування технологічного процесу адитивного виробництва	4
5	Вивчення технології та обладнання для аргоно-дугового наплавлення	6
6	Дослідження методів дозування металу при адитивному наплавленні	8
	Разом	34

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття та визначення АТ. Структура ринку адитивних технологій. Види адитивних технологій.	8
2	3D CAD моделювання і створення електронного пошарового образу (моделі) виробу.	8
3	ТЕМА 3. FDM (Fused Deposition Modeling) – моделювання оплавленням.	8
4	CJP (ColorJet printing) – повнокольоровий друк з принципом склеювання порошку або фотополімера.	8
5	3DW (Three Dimensional Welding) – тривимірна наплавка (зварювання),	8
6	SLS (Selective Laser Sintering) – технологія лазерного запікання.	8
7	(Layer Laminate Manufacturing) – спосіб моделювання нашаровуванням	4
8	. SLA (Stereo Lithographics Apparatus) – лазерна стереолітографія	4
9	Матеріали, що використовуються у АТ.	2
10	Особливості базування і вибір орієнтації виробу в процесі його пошарового вирощування	4
11	Інструментальне оснащення і виробництво оснащення і виробів – Rapid Tooling і Rapid Manufacturing	4
12	Методи прямого виготовлення	4
13	Методи непрямого виготовлення.	4
14	Економічність інтегрованих генеративних технологій	4
15	Потенціал і перспективи розвитку адитивних технологій.	4
16	Основні приклади використання АТ в авіабудуванні і космонавтиці	4
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

10. Методи навчання

Лекції є інформаційно-словесними з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентацій). Застосовуються на лекції такі методи, як бесіда та евристична бесіда, під час яких використовується чітка система, заздалегідь визначених запитань, які сприяють активному засвоєнню студентами системи фактів, нових понять та закономірностей.

Підготовка до лекції передбачає опрацювання матеріалу попередньої лекції за конспектом, підручником [1, 2], системою дистанційного навчання [9].

Практичні заняття починаються з пояснення з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентації). Далі виконуються тренувальні вправи за певним зразком. Обов'язковим елементом практичного заняття є графічна робота.

Підготовка до практичних занять передбачає опрацювання лекційного матеріалу та виконання тесту для самоконтролю.

Опрацювання розділів програми, які не розглядаються під час лекцій, передбачає підготовку студентами конспекту відповідних тематичних питань. Для цього використовуються підручники [3, 4, 5], мережеві інтернет-ресурси [8, 9].

Підготовка до модульного контролю передбачає опрацювання теоретичних питань, перелік яких розміщений та виконання тестів для самоконтролю в методичних матеріалах [1].

11. Методи контролю

Модульний контроль, іспит.

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 практичних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...25	1	0...25
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/заліку складається з трьох питань, максимальна кількість балів за перше питання -30 балів, друге -30 балів, третє -20 балів (сума – 100 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- конструктивні особливості проектування інструмента і обладнання для виконання відповідних технологічних операцій АТ та підбір обладнання;
- принципи класифікації способів виробництва монолітних деталей без видалення припуску;
- структуру технологічного процесу розмірної адитивної обробки і послідовність його проектування;
- порівняльні особливості основних методів обробки деталей без видалення припуску;
- правила проектування засобів технологічного оснащення;

- технологічні методи підвищення продуктивності обробки та зменшення собівартості продукції;
- склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують проектування техпроцесів, інструмента та підбір обладнання АТ.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- проектувати технологічні процеси, інструменти, оснащення для виконання операцій техпроцесів та розрахувати їх енергосилові параметри і визначити потрібне устаткування;
- грамотно та в максимальному обсязі використовувати стандарти, рекомендації, довідки, розрахункові програми та можливості персональних ЕОМ;
- визначити склад технічних вимог, що до матеріалів, які використовуються для деталей АТ та монолітних об'ємних заготовок;
- правильно вибирати способи вироблення заготовки в залежності від умов виробництва і конструкції деталі;
- проектувати засоби технологічного оснащення з урахуванням технічних вимог до деталі та виробничих умов;
- проводити експериментальні дослідження процесів АТ та вибирати режими обробки.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно давати характеристику основному складу моделей сучасних технологічних способів виготовлення деталей. Вміти складати технічну документацію на пристосування для обробки та збирання виробів.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі основні типи моделей в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти проектувати моделі об'єктів та технологічного оснащення з урахуванням технічних вимог до деталі та виробничих умов. Вміти правильно вибирати способи проектування моделей в залежності від умов виробництва і конструкції деталі.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при проектуванні моделей АКТ. Вміти використовувати склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують проектування моделей техпроцесів, інструмента, штампів та підбір обладнання.

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

1. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие И73 [для студ. выс. учеб. заведений] / А. И. Грабченко, Ю. Н. Внуков, В. Л. Доброскок [и др.]; под ред. А. И. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.
2. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления. Монография / Под редакцией д-ра техн. наук Л. Л. Товажнянского, д-ра техн. наук А. И. Грабченко. – Харьков: ОАО "Модель Вселенной", 2005. – 224 с.
3. Аргонодуговая наплавка с прецизионным капельным дозированием электродного металла/ А. К. Горлов, Е. П. Рогачев, С. Н. Лашко. – Х.: Нац. Аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. – 100 с.
4. Kalpakjian S. Manufacturing Engineering and Technology. Addison-Wesley Publishing Company. USA. – 1199 p.
5. Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker. Additive Manufacturing Technologies. 3D Printing, Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing. Second Edition. New York, 2015. – 498 p.

!4. Рекомендована література

Базова

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технология адитивного производства. М., Техносфера, 2016. – 657 с.
2. On productivity of laser additive manufacturing (англ.) // Journal of Materials Processing Technology. — 2018-11-01. — Vol. 261. — P. 213–232.
3. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Текст]: підручник/ В.С. Кривцов [та ін]. – Х.: ХАІ, 2010. – 224 с.
4. Проектирование специальных станочных приспособлений. В.В. Воронько, Ю.В. Дьяченко, С.Д. Проскурин, В.Т. Сикульский. – Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». 2006. – 66 с.
5. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Ю.А. Боборыкин, Ю.В. Дьяченко, А.В. Пьянков. – Учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования. – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т. 2000. – 100 с.
6. Проектирование постпроцессоров для оборудования гибких производственных систем / Ю.В. Дьяченко, В. Е. Зайцев, А. А. Павленко, А.В. Пьянков. – Учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 100 с.
7. Гибкие производственные системы в авиастроении / В.С. Кривцов, С.Г. Васильченко, Ю.В. Дьяченко, В.Е. Зайцев. – Учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 98 с.
8. Использование контрольно-измерительных систем в технологической подготовке авиационного производства. Учеб. пособие / Дьяченко Ю.В., Коллеров В.В. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1988. – 58 с.

Допоміжна

1. Кривов Г.А. Технология производства самолетов в СССР. – К.: КВІЦ, 1998. – 261 с.
2. Кривов Г.А. Технология самолетостроительного производства. Киев: КВІЦ, 1997. – 459 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека каф.104: //DOMIK/SHARED/Методические материалы
2. Система дистанційного навчання «Ментор».