

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В. В. Павліков

(підпис)

(ініціали та прізвище)

2020 р.

Відділ аспірантури і докторантури

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

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 132 Матеріалознавство

Освітньо-наукова програма: «Матеріалознавство»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна / заочна

Харків – 2020

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

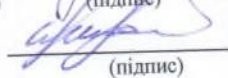
для здобувачів за спеціальністю 132 Матеріалознавство
освітньої програми «Матеріалознавство»

«26» 08 2020 р., – 12 с.

Розробник: професор, д.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

 Сікульський В.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Гарант ОНП доцент, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

 Широкий Ю. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «28» 08 2020 р. засідання кафедри № 104
Завідувач кафедри професор, д.т.н., с.н.с.  Бичков І.В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури

 В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених

 Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7,5	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і найменування) Спеціальність 132 "Матеріалознавство" (код і найменування) Освітньо-наукова програма "Матеріалознавство" (найменування) Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Цикл загальної (професійної) підготовки вільного вибору студента
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів –		2020/2021
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 85/225		4-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 85, самостійної роботи студента – 140		51 годин
		Практичні, семінарські*
		34 годин
		Лабораторні*
	_____ годин	
	Самостійна робота	
	140 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, Диференційний залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
 $85/140=0,607$

*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 аспіранти повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Фахові компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у технічній науці та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з технічних наук 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 технічній науці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, з метою їх представлення на міжнародних конференціях, симпозіумах.

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 технічних науках.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з технічних наук і 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. Уміти вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми технічної науки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

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

ПРН05. Уміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з технічних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Уміти 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. Уміти 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 технічних наук з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН08. Має розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері технічних наук та у викладацькій практиці.

ПРН09. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації технічних наук.

ПРН10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з технічних наук.

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

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.	14	4	-	-	10	-	-	-	-	-
ТЕМА 2. 3D CAD моделювання і створення електронного пошарового образу (моделі) виробу. Поняття з технологічності виробу і деталі.	18	4	4		10	-	-	-	-	-
ТЕМА 3. FDM (Fused Deposition Modeling) – моделювання оплавленням.	18	4	4		10	-	-	-	-	-
ТЕМА 4. CJP (ColorJet printing) – повнокольоровий друк з принципом склеювання порошку або фотополімера.	18	4	4		10	-	-	-	-	-
ТЕМА 5. SLS (Selective Laser Sintering) – технологія лазерного запікання.	14	4	-		10	-	-	-	-	-
ТЕМА 6. 3DW (Three Dimensional Welding) – тривимірна наплавка (зварювання), DMD (Direct Metal Deposition) – пряме нанесення металу.	18	4	4		10	-	-	-	-	-

ТЕМА 7. (Layer Laminate Manufacturing) – спосіб моделювання нашаровуванням.	16	4	4		8	-	-	-	-	-
ТЕМА 8. SLA (Stereo Lithographics Apparatus) – лазерна стереолітографія.	16	4	4		8	-	-	-	-	-
ТЕМА 9. Матеріали, що використовуються у АТ.	12	4	-	-	8	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	104	36	24		84	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Основні характеристики адитивного виробництва										
ТЕМА 10. Особливості базування і вибір орієнтації виробу в процесі його пошарового вирощування.	14	2	4	-	8	-	-	-	-	-
ТЕМА 11. Інструментальне оснащення і виробництво оснащення і виробів – Rapid Tooling і Rapid Manufacturing	8	2	-	-	8	-	-	-	-	-
ТЕМА 12. Методи прямого виготовлення.	14	2	4	-	8	-	-	-	-	-
ТЕМА 13. Методи непрямого виготовлення.	10	2	-	-	8	-	-	-	-	-
ТЕМА 14. Економічність інтегрованих генеративних технологій.	10	2	-	-	8	-	-	-	-	-
ТЕМА 15. Потенціал і перспективи розвитку адитивних технологій.	10	2			8					
ТЕМА 16. Основні прикладні використання АТ в авіабудуванні і космонавтиці.	10	3	2	-	8					
Разом за змістовим модулем 2	76	15	10		56	-	-	-	-	-
Разом з дисципліни	225	51	34		140					

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 ошпорованих деталей з алюмінієвих сплавів	6
4	Проектування технологічного процесу адитивного виробництва	4
5	Вивчення технології та обладнання для аргано-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.	10
2	3D CAD моделювання і створення електронного пошарового образу (моделі) виробу.	10
3	ТЕМА 3. FDM (Fused Deposition Modeling) – моделювання оплавленням.	10
4	CJP (ColorJet printing) – повнокольоровий друк з принципом склеювання порошку або фотополімера.	10
5	3DW (Three Dimensional Welding) – тривимірна наплавка (зварювання),	10
6	SLS (Selective Laser Sintering) – технологія лазерного запікання.	10
7	(Layer Laminate Manufacturing) – спосіб моделювання нашаровуванням	8
8	. SLA (Stereo Lithographics Apparatus) – лазерна стереолітографія	8

9	Матеріали, що використовуються у АТ.	8
10	Особливості базування і вибір орієнтації виробу в процесі його пошарового вирощування	8
11	Інструментальне оснащення і виробництво оснащення і виробів – Rapid Tooling і Rapid Manufacturing	8
12	Методи прямого виготовлення	8
13	Методи непрямого виготовлення.	8
14	Економічність інтегрованих генеративних технологій	8
15	Потенціал і перспективи розвитку адитивних технологій.	8
16	Основні приклади використання АТ в авіабудуванні і космонавтиці	8
	Разом	140

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 аспірантами 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 (презентацій). 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 аспірантами 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 аспіранти

12.1. Розподіл балів, які отримують аспіранти (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 аспіранта 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, інструменту, 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. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Текст]: підручник/ В.С. Кривцов [та ін]. – Х.: ХАІ, 2010. – 224 с.
2. Kalpakjian S. Manufacturing Engineering and Technology. Addison-Wesley Publishing Company. USA. – 1199 p.
3. On productivity of laser additive manufacturing (англ.) Journal of Materials Processing Technology. — 2018-11-01. — Vol. 261. — P. 213–232.

!4. Рекомендована література

Базова

1. 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.
2. Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.
3. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технология адитивного производства. М., Техносфера, 2016. – 657 с.

4. Технология производства самолетов и вертолетов : учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию: в 2 ч. Сборочно-монтажные работы / В.С. Кривцов, Ю. М. Букин, Ю. А. Боборыкин, Ю. А. Воробьев. – Х. : Нац. Аэрокосмич. ун-т "ХАИ", 2006. – 258 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.

Допоміжна

1. Марина Волосова, Андрей Маслов, Анна Окунькова, Игорь Смуров, Сергей Григорьев. Высокоэффективные технологии обработки / Григорьев С.Н.. — 1-е изд. — Москва: Машиностроение, 2014. — 256 с.
2. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов / Пекарш А.И., Тарасов Ю.М., Кривов Г.А., Воробьев Ю.А. и др. – М.: Аграф-пресс, 2006. – 304 с.
3. Кривов Г.А. Технология производства самолетов в СССР. – К.: КВІЦ, 1998. – 261 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1986. Т.1 – 656 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1986. Т.2 – 496 с.
6. Кривов Г.А. Технология самолетостроительного производства. Киев: КВІЦ, 1997. – 459 с.
7. Современные технологии авиастроения. / Коллектив авторов. Под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.
8. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. / Под ред. Корчака С.Н. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
9. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.

15. Інформаційні ресурси

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