

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

Кафедра технології виробництва літальних апаратів (№ 104)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП, ОНП

Л. Коф Людмила КАПТАНОВА

«29» 08 2023 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
вибірковий блок дисциплін професійного спрямування
Major "Технології виробництва літальних апаратів"
Дисципліна 2:
Устаткування і оснащення авіавиробництва
(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітньо-професійна програма: «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»

Освітньо-наукова програма: «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2023 року

Харків 2023 рік

Розробники: Д'яченко Ю. В., професор каф. 104, к. т. н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Заклінський С. О., ст. викладач каф. №104
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
«Технологія виробництва літальних апаратів»
(назва кафедри)

Протокол № 1 від "29" _____ 08 2023 р.

Завідувачка кафедри 104, к.т.н., доцент 

Катерина МАЙОРОВА

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ (підпис) _____ (ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

1. Д'яченко Юрій Веніамінович, к. т. н., доцент, професор кафедри технології виробництва літальних апаратів (№104).

Перелік дисциплін, які він викладає:

1. Технологія виробництва літаків і вертольотів;
2. Устаткування і оснащення авіавиробництва;
3. Основи технології виробництва об'єктів аерокосмічної техніки;
4. Основи аерокосмічної техніки.

Напрями наукових досліджень:

1. Технологія лазерного різання листових авіаційних матеріалів;
2. Технологія зміцнення деталей авіаційної техніки методами поверхнево-пластичного деформування.

Контактна інформація: e-mail: y.dyachenko@khai.edu.

2. Заклінський Сергій Олександрович, ст. викладач кафедри технології виробництва літальних апаратів (№104).

Перелік дисциплін, які він викладає:

1. Технологія виробництва літаків і вертольотів;
2. Автоматизоване проектування технологічного оснащення;
3. Технологія виробництва авіаційної техніки;
4. Автоматизоване проектування технологічного оснащення.

Напрями наукових досліджень:

1. Розробка програмного та технічного забезпечення цифрових близнюків процесів обробки деталей літальних апаратів детонуючими газовими сумішами;
2. Удосконалення методу критичних отворів для генерації газових сумішей у процесах фізико-технічної обробки.

Контактна інформація: e-mail: s.zaklinskiy@khai.edu.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 9 семестр.

Обсяг дисципліни: 4 кредити ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 72 годин.

Форми здобуття освіти: – денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, самостійна робота здобувачів.

Види контролю – модульний та підсумковий семестровий контроль, іспит.

Мова викладання – українська.

Пререквізити: «Основи взаємозамінності», «Технологія конструкційних матеріалів», «Теоретичні основи технології авіабудування»; «Технологія виробництва літаків і вертольотів», «Системи автоматизованого проектування технологічної підготовки виробництва».

Кореквізити: «Переддипломний курс», переддипломна практика.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: надання знань про сучасне устаткування та засоби технологічного оснащення авіаційного виробництва для виготовлення монолітних деталей виробів авіаційної та ракетно-космічної техніки розмірною обробкою з видаленням припуску; сучасні способи виготовлення листових, профільних і трубчастих деталей літаків і засобів технологічного оснащення.

Завдання – опанування основними системно повними знаннями про технологічні можливості обладнання та оснащення для виготовлення монолітних деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки з видаленням припуску, формування деталей з листів, профілів та труб, методиками та прийомами раціонального проектування засобів технологічного оснащення і розробки технологічних процесів виготовлення деталей з оформленням відповідної технологічної документації.

Очікувані результати навчання

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні компетентності:

ЗК3. Здатність до проведення дослідження на відповідному рівні.

ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СК4. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність проектування, досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок.

СК8. Здатність будувати і досліджувати концептуальні, математичні, що включають останні наукові здобутки моделі явищ та поведінки об'єктів професійній діяльності.

СК9. Здатність аналізувати характеристики стану агрегатів авіаційної та ракетно-космічної техніки та фактори, що впливають на них.

СК10. Здатність формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації конкурентоздатних зразків авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Програмні результати навчання:

РН1. Знати і розуміти засади фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі авіаційної та/або ракетно-космічної техніки.

РН4. Використовувати сучасні методи розв'язання винахідницьких задач, захищати інтелектуальну власність на технічні рішення та інші результати професійної (науково-технічної) діяльності.

РН5. Використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми.

РН6. Приймати ефективні рішення при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.

РН8. Складати звітну документацію за результатами розв'язання складних професійних (науково-технічних) задач, презентувати виконані дослідження у вигляді наукових звітів публікацій, доповідей на конференціях тощо.

РН10. Розраховувати економічну ефективність виробництва елементів та систем авіаційної ракетно-космічної техніки.

РН11. Обґрунтовано призначати показники якості об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

РН20. Застосовувати методи теорії подібності, планування експерименту, здійснювати вимірювання та обробку результатів експериментальних досліджень.

РН22. Розробляти розрахункові моделі об'єктів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки і здійснювати оптимізацію їх параметрів за різними критеріями ефективності.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Устаткування і оснащення для виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки з видаленням припуску

Тема 1. Гнучкі виробничі системи в авіабудуванні.

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.

Теми практичних занять - не передбачено.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти) : електронні ресурси.

Стисла анотація.

Технологічні можливості верстатів з ЧПК. Високошвидкісна обробка різанням. Особливості сучасних верстатів для обробки панелей. Критерії для вибору компоновки верстатів з ЧПК. Види компоновок верстатів з ЧПК. Склад системи функціонування технологічного устаткування ГВС.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 10 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Гнучкі виробничі системи в авіабудуванні;
2. Пристрої автоматичної зміни інструменту;
3. Система автоматизованого проектування керувальних програм.

Тема 2. Обладнання системи автоматизованого контролю.

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.

Теми практичних занять:

1. Мова програмування АРТ для верстатів з ЧПК;
2. Види похибок при виготовленні типових деталей літального апарату.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): електронні ресурси.

Стисла анотація.

Номенклатура основних параметрів, що контролюються. Пристрої контролю справності основних систем обладнання. Пристрої для визначення наявності технологічних об'єктів. Пристрій контролю стану різального інструменту. Метрологічні основи координатних вимірювань.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 7 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Обладнання системи автоматизованого контролю;
2. Основні завдання координатних вимірювань в ГПС;
3. Компонування базової частини КВМ;
4. Метрологічні можливості сучасних КВМ.

Тема 3. Обладнання для динамічної зміцнюючої обробки.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.

Теми практичних занять:

1. Розрахунок параметрів зміцнюючої обробки деталей ударно- барабанним методом.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти) : електронні ресурси.

Стисла анотація.

Ударні методи поверхнево-пластичного деформування. Струменево-механічний спосіб зміцнення. Струменево-пневматичний спосіб зміцнення. Барабанно-ударний спосіб зміцнення. Види процесів вібраційного зміцнення.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 8 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Обладнання для динамічної зміцнюючої обробки;
2. Вібраційне зміцнення алюмінієвого лонжерона лопаті;

3. Барабанно-ударний метод зміцнення алюмінієвого лонжерона лопаті;
4. Технологія зміцнення сталевго лонжерона лопаті.

Тема 4. Обладнання для виготовлення металевї лопати вертольота.

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.

Теми практичних занять: не передбачено.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): електронні ресурси.

Стисла аотація.

Особливості деталей і вузлів лопаті вертольота. Маршрутна технологія виготовлення наконечника лопаті. Маршрутна технологія виготовлення лонжерона лопаті. Виготовлення алюмінієвого пресованого лонжерона. Виготовлення сталевго трубчастого лонжерона.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 11 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Формування контуру носової частини лопаті;
2. Схема виготовлення металевго хвостового відсіку лопаті;
3. Технологія виготовлення алюмінієвого та композитного стільникового блоку;
4. Особливості механічної обробки алюмінієвого та композитного стільникового заповнювача.

Модульний контроль 1.

Форма занять: оцінювання якості звітного матеріалу з практичних занять й опитування за контрольними питаннями; написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

Змістовний модуль 2. Устаткування і оснащення для виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки у заготовільно-штампувальному виробництві

Тема 1. Виготовлення трубопровідних систем на базі нормалізованих елементів

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 12 годин.

Теми практичних занять:

1. Технологічні розрахунки при формоутворенні трійників зі трубчастих заготовок;
2. Формоутворення крутовигнутих патрубків, наконечників.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): електронні ресурси.

Стисла анотація.

Виготовлення трубопровідних систем на базі нормалізованих елементів. Спеціалізоване устаткування для виготовлення нормалізованих елементів трубопровідних систем.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 8 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Розробка і аналіз нових схем формоутворення типових деталей з метою використання як устаткування універсальних гідропресів;
2. Конструктивні рішення оснащення для штампування нормалізованих елементів трубопровідних систем.

Тема 2. Аналіз можливих варіантів формоутворення панелей і обшивок літака

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 4 годин.

Теми практичних занять: не передбачено.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): електронні ресурси.

Стисла анотація.

Конструктивно-технологічні особливості великогабаритних панелей і обшивок. Укрупнений класифікатор ребристих панелей.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 14 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Основні методи формоутворення монолітних панелей і обшивок літака;
2. Основні варіанти застосування ребристих панелей;
3. Перспективи застосування комбінованих методів формоутворення монолітних та ребристих панелей;
4. Методика визначення енергосилових параметрів розподільного формоутворення ребристих панелей.

Тема 3. Особливості листового штампування сталей та титанових сплавів

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Теми практичних занять:

1. Методика вибору конструктивних параметрів штампованих заготовок деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): електронні ресурси.

Стисла анотація.

Штампування листових деталей з нагрівом. Прогресивні спеціальні способи виготовлення деталей літаків.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 14 годин.

Теми, що належать до самостійної роботи здобувача:

1. Устаткування для листового штампування сталей та титанових сплавів;
2. Формоутворення сталевих та титанових листових заготовок у режимі надпластичності і дифузійного зварювання;
3. Штампування сталевих та титанових листових заготовок з радіаційним підігрівом;
4. Штампування сталевих та титанових листових заготовок в керамічних штампах.

Модульний контроль 2.

Форма занять: оцінювання якості звітного матеріалу з практичних занять й опитування за контрольними питаннями; написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні, репродуктивні (пояснювально-ілюстративні). Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, самостійна робота здобувачів за матеріалами, що опубліковані кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Контроль і оцінювання якості набутих знань, умінь та практичних навичок здобувачів має системний характер, базується на принципі наскрізного контролю, який дозволяє забезпечити взаємозв'язок між усіма видами навчального процесу: лекції, практичні заняття, самостійна робота здобувачів, поточний

контроль, іспит. Оцінювання знань здобувачів здійснюється на основі результатів поточного контролю, письмового модульного контролю, підсумкового контролю у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Устаткування і оснащення авіавиробництва» здобувач повинен

знати:

- конструктивно-технологічні особливості виробів авіаційно-космічної техніки та їх деталей як об'єкту виробництва;
- технологічні методи підвищення продуктивності авіаційного виробництва що до розглядуваних технологій та зменшення собівартості виробів;
- принципи класифікації обладнання та оснащення для виробництва монолітних деталей з видаленням припуску;
- компоновальні рішення та технологічні можливості сучасного обладнання що до реалізації розглядуваних технологій, порівняльні особливості основних видів обладнання та оснащення для розмірної обробки монолітних заготовок з видаленням припуску;
- правила проектування засобів технологічного оснащення; склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують вибір та проектування засобів технологічного оснащення;
- сутність і можливості процесів виготовлення деталей та вузлів у заготівельно-штампувальному виробництві;
- технологічні можливості сучасного заготівельно-штампувального устаткування;
- методи і прийоми раціонального проектування технологічного оснащення;

вміти:

- правильно вибирати обладнання та оснащення для обробки заготовок в залежності від умов виробництва і конструкції деталей;
- складати керувальні програми розмірної обробки із вилученням припуску на базі комп'ютерних інтегрованих технологій CAD/CAM/CAE;
- проектувати засоби технологічного оснащення з урахуванням технічних вимог до деталі та виробничих умов;
- правильно вибирати способи виготовлення деталі в залежності від її конструкції й умов виробництва;
- вибирати технологічне устаткування з урахуванням конкретних умов виробництва;

- складати технічні умови на проектування засобів технологічного оснащення;
- проектувати засоби технологічного оснащення щодо виробничих умов та технічних вимог до деталей і вузлів.
- грамотно та в максимальному обсязі використовувати стандарти, рекомендації, довідки, розрахункові програми та можливості сучасної комп'ютерної техніки;

мати уявлення:

- про основні напрямки діяльності по забезпеченню якості, надійності, стабільності робіт що виконуються засобами технологічного оснащення;
- про склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують проектування засобів технологічного оснащення.

Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	1...2	6	6...12
Виконання і захист практичних занять	2...3	6	12...18
Модульний контроль	12...20	1	12...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	1...2	6	6...12
Виконання і захист практичних занять	2...3	6	12...18
Модульний контроль	12...20	1	12...20
Усього за семестр			60...100

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

Білет для іспиту складається з двох питань, максимальна кількість балів за перше питання - 30 балів, за друге питання - 30 балів, за звіти з практичних занять - 40 балів (сума - 100 балів).

Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг **знань** для одержання позитивної оцінки:

- технологічні методи підвищення продуктивності авіаційного виробництва що до розглядуваних технологій;
- принципи класифікації обладнання та оснащення для виробництва монолітних деталей з видаленням припуску;
- технологічні можливості заготівельно-штампувального устаткування;
- компоновальні рішення та технологічні можливості сучасного облад-

нання що до реалізації розглядуваних технологій;

- правила проектування засобів технологічного оснащення;
- склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують вибір та проектування засобів технологічного оснащення.

Необхідний обсяг **вмінь** для одержання позитивної оцінки:

- розробляти керувальні програми розмірної обробки із вилученням припуску на базі комп'ютерних інтегрованих технологій CAD/CAM/CAE;
- проектувати засоби технологічного оснащення з урахуванням технічних вимог до деталі та виробничих умов;
- складати технічні умови на проектування засобів технологічного оснащення.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60 - 74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти складати керуючі програми на мові програмування *APT* для верстатів з ЧПК. Знати методику вибору конструктивних параметрів штампованих заготовок деталей ЛА. Знати правила проектування засобів технологічного оснащення.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти проектувати засоби технологічного оснащення щодо виробничих умов та технічних вимог до деталей і вузлів.

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 обладнання та оснащення, компоновальні рішення та технологічні можливості сучасного обладнання та оснащення що до реалізації розглядуваних технологій. Вміти використовувати склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують проектування та підбір обладнання та оснащення. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи 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

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у «Положенні про академічну доброчесність».

10. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, методичні рекомендації з проведення практичних занять та лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті:

1. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску : підручник / В. С. Кривцов, В. Т. Сікульський, В. М. Павленко, В. В. Воронько та др. - Харків.- Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2010. - 224 с.

2. Спеціальні технології, обладнання і оснащення авіаційного виробництва : навч. посіб. / В. В. Коллеров, Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський та ін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 72 с. режим доступу:

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kolerov_Spec_Tehnologii.pdf

3. Сучасні методи координатних вимірювань в авіа- та ракетобудуванні : навч. посіб. / І. В. Бичков, К. В. Майорова, І. О. Воронько, С. Ю. Миронова. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2019. - 96 с. – режим доступу:

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Suchasni_Metodi_Koordinatnih.pdf

4. Технологія виробництва деталей літальних апаратів розмірною обробкою [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму та практ. занять / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько, К. В. Майорова, С. Ю. Миронова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 88 с.

5. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Електронний ресурс] : підручник. Ч. 1 / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько, О. К. Горлов, К. В. Майорова, С. Ю. Миронова, О. В. Шипуль. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 232 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Електронний ресурс] : підручник. Ч. 1 / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько, О. К. Горлов, К. В. Майорова, С. Ю. Миронова, О. В. Шипуль. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 232 с.

2. Технологія виробництва літальних апаратів: підручник: У 2 кн. – Кн. 1. Технологія виробництва деталей ЛА / І. А. Гриценко, К. А. Животовська,

О. В. Мамлюк, Ю. М. Терещенко; за ред. Ю.М. Терещенка – К.: Вища освіта, 2004. – 448 с.

3. Технологія виробництва деталей літальних апаратів розмірною обробкою [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму та практ. занять / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько, К. В. Майорова, С. Ю. Миронова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 88 с.

4. Богуслаєв, В. О. Основи технології машинобудування : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. – Запоріжжя : Мотор Січ, 2003. – 336 с.

5. ДСТУ 2249-93. Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення. – Введ. 01.01.95. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 63 с.

6. ДСТУ 2298-93. Верстати металорізальні. Терміни та визначення. – Введ. 01.01.95. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 32 с.

7. ДСТУ 2974-95. Технологічна підготовка виробництва. Основні терміни та визначення. – Введ. 29.003.95. – К. : Держстандарт України, 1995. – 30 с.

Допоміжна

1. Кривцов, В. С. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2002. – 486 с.

2. Чумак, М. Г. Матеріали та технологія машинобудування : підручник / М. Г. Чумак. – Київ : Либідь, 2012. – 368 с.

3. Campbell, F. C. Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials / F. C. Campbell. – 1st ed. // Elsevier Ltd., Printed in Great Britain. – 2016. – 600 p.

4. Davim, J. P. Machining Fundamentals and Recent Advances / J. P. Davim. – London : Springer-Verlag, 2008. – 361 p.

5. Fundamentals of CNC Machining. Desk Copy. A Practical Guide for Beginners / Autodesk, Inc., printed in USA. – 2014. – 256 p.

6. Groover, Mikell P. Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems / P. Mikell Groover. – 4th ed. // John Wiley & Sons, Inc., printed in USA. – 2010. – 1014 p.

7. Henriksen, Erik Karl, M.Sc. Jig and Fixture Design Manual / Erik Karl, M.Sc. Henriksen // Industrial Press Inc., New York, N.Y., printed in USA. – 2014. – 312 p.

8. Technology of aircraft production with implementation of composite materials : study book / S. A. Bychkov, O. V. Gaidachuk, V. Ye. Gaidachuk et al. – Kyiv : ISDO, 2005. – 376 p.

11. Special equipment and Technologies in Aviation Production [Electronic resource]: study guide / V. V. Kolliarov, Yu. V. Diachenko, V. T. Sikulsky et al. – Kharkiv : National Aerospace University named after M. Ye. Zhukovsky «Kharkiv Aviation Institute», 2019. – 71 p.

12. Інформаційні ресурси

1. Високотехнологічна обробка металу:
<https://www.youtube.com/watch?v=BC2qQyRjNd4>
2. Фрезерна обробка на верстатах з ЧПК:
https://www.youtube.com/watch?v=3-V_QVbj9nQ
3. Manufacturing Solutions for The Aerospace Industry. Products Brochure // MAG IAS, LLC. 2015.:
<http://exposant.technotheque.fr/files/docs/solutions-magdans-aeronautique>
4. Електронна бібліотека каф.104: //DOMIK/SHARED/ Методичні матеріали