

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра технологій виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

(підпис)

С. М. Нижник

(ініціали та прізвище)

« 02 » 07 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

*Технології виробництва авіаційних двигунів
та енергетичних установок*

(найменування спеціальності)

Форма навчання

денна

Рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

Робоча програма Технологічне оснащення
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
освітньою програмою Технології виробництва авіаційних двигунів
та енергетичних установок

« 07 » 06 2021 р, 11 с.

Розробники: Онопченко Антон Віталійович, ст. викладач
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання) (підпис)
Курін Максим Олександрович, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

технологій виробництва авіаційних двигунів
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 02 » 07 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(наукова ступінь і 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 – 10	Галузь знань: 13 <u>«Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	Цикл професійної підготовки (Дисципліна вільного вибору студента)	
Кількість модулів – 2	Спеціальність: 134 <u>«Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> (шифр і назва)	Навчальний рік 2021 / 2022	
Кількість змістовних модулів – 3		Семестр	
Індивідуальне завдання: Розрахунково-графічна робота на тему: «Проектування затискного пристрою» (назва)			
Загальна кількість годин – 152*/300	Освітня програма: <u>Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок</u> (назва)	6-й	7-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 9,5 самостійної роботи студента – 9,25	Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Лекції *	
		48 год.	–
		Практичні, семінарські *	
		56 год.	32 год.
		Лабораторні ¹⁾	
		16 год.	–
		Самостійна робота	
		120 год.	28 год.
Вид контролю			
		іспит	диф. залік

* Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 152 / 148.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – оволодіти закономірностями формування знань, умінь, компетенцій та професійних навичок використання сучасних методів проектування технологічного оснащення двигунів.

Завдання: основними завданнями вивчення дисципліни «Технологічне оснащення» є надбання необхідних компетенцій та професійних навичок ефективно проектувати та впроваджувати в виробництво сучасні методи розробки пристроїв.

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

- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність призначити оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем;
- здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.

Програмні результати навчання:

- пояснювати свої рішення і підгрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі;
- дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах їх життєвого циклу;
- володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу;
- описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів;
- описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій;
- застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- розуміти та обґрунтовувати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- розуміти теоретичні принципи та практичні методи інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Міждисциплінарні зв'язки: У курсі технологічного оснащення знаходять прикладне значення багато питань з курсів вищої математики, програмування та методів обчислень, нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, технологій конструкційних матеріалів, методів і параметрів формоутворення поверхонь та ряду інших.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

ТЕМА 1. Вступ. Предмет та мета вивчення. Основні відомості про технологічне оснащення. Значення технологічного оснащення у процесі підготовки виробництва і виготовлення деталей авіадвигунів та енергоустановок.

ТЕМА 2. Класифікація та загальні вимоги до технологічного оснащення. Методи визначення та обґрунтування економічної ефективності використання технологічного оснащення. Теоретичні основи розрахунку пристроїв. Сучасний стан вивчення проектування технологічного оснащення.

ТЕМА 3. Установчі елементи пристроїв. Загальні вимоги та розрахунок пристроїв на точність. Основні схеми встановлення по опорним базам. Базування деталей в пристроях. Базування по плоскій поверхні. Схема базування призматичних та циліндричних деталей. Встановлення деталей по циліндричній базі. Встановлення деталей по фасонному контуру профілю. Аналіз та розрахунок при встановленні деталей по кільком базам. Конструкція установчих елементів. Приклади розрахунку на точність.

ТЕМА 4. Затискні елементи пристроїв. Призначення, типи затискних пристроїв та їх класифікація. Експлуатаційні характеристики затискних елементів. Розрахунок зусилля затиску. Конструкція затискних елементів. Приклади розрахунку.

ТЕМА 5. Привід затискних пристроїв. Класифікація. Прості і механізовані приводи: пружинний, кулачковий, інерційний, пневматичний, гідравлічний, пневмогідравлічний, електромагнітний та інші. Експлуатаційні характеристики приводів. Управління приводами. Розрахунок загальних параметрів.

ТЕМА 6. Напрямні елементи пристроїв. Призначення та класифікація. Установи. Напрямні втулки. Кондукторні втулки. Матеріали для виготовлення напрямних елементів. Конструкція пристроїв для свердління. Розрахунок на точність.

Змістовний модуль 2

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ

ТЕМА 7. Пристрої з ділильним пристроєм. Призначення, типи та конструкція ділильних пристроїв. Вузол фіксатора та способи його розвантаження. Можливість входу фіксатора та розрахунок точності поділу.

ТЕМА 8. Копіювальні пристрої. Призначення, типи та конструкції копіювальних пристроїв. Аналіз точності та силових взаємодій. Профілювання та налагодження копіювальних пристроїв.

ТЕМА 9. Пристрої для різних типів обладнання та різних технологічних процесів. Пристрої для токарних, фрезерних, свердлильних, шліфувальних та інших верстатів. Пристрої для верстатів з ЧПУ. Пристрої для збирання, зварювання та паяння. Заходи безпеки під час експлуатації пристроїв.

ТЕМА 10. Корпусні деталі пристроїв. Призначення, типи та конструкція корпусів. Застосовувані матеріали та термічна обробка. Експлуатаційні вимоги до корпусів.

ТЕМА 11. Допоміжні елементи пристроїв. Застосування, типи та конструкція допоміжних елементів. Елементи для встановлення пристроїв на верстатах. Закріплення деталі у пристроях.

ТЕМА 12. Контрольні пристрої. Призначення, типи та конструкція контрольних пристроїв. Аналіз точності контролю. Пристрої активного контролю.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	4	5	6	7
СЕМЕСТР 1					
Модуль 1					
Змістовний модуль 1 (ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ)					
ТЕМА 1. Вступ. Предмет та мета вивчення. Основні відомості про технологічне оснащення.	8	3	–	–	5
ТЕМА 2. Класифікація та загальні вимоги до технологічного оснащення. Методи визначення та обґрунтування економічної ефективності використання технологічного оснащення.	18	4	4	–	10
ТЕМА 3. Установчі елементи пристроїв. Загальні вимоги та розрахунок пристроїв на точність.	36	4	18	2	12
ТЕМА 4. Затискні елементи пристроїв. Призначення, типи затискних пристроїв та їх класифікація.	32	4	12	4	12
ТЕМА 5. Привід затискних пристроїв. Класифікація.	26	4	6	4	12
ТЕМА 6. Напрямні елементи пристроїв.	12	4	–	–	8
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовним модулем 1	133	24	40	10	59
Змістовний модуль 2 (ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВЕРСТАТИВ)					
ТЕМА 7. Пристрої з ділильним пристроєм. Призначення, типи та конструкція ділильних пристроїв.	20	4	4	2	10
ТЕМА 8. Копіювальні пристрої.	22	4	8	–	10
ТЕМА 9. Пристрої для різних типів обладнання та різних технологічних процесів.	14	4	–	–	10
ТЕМА 10. Корпусні деталі пристроїв. Призначення, типи та конструкція корпусів. Застосовувані матеріали та термічна обробка. Експлуатаційні вимоги до корпусів.	14	4	–	–	8
ТЕМА 11. Допоміжні елементи пристроїв.	14	4	–	–	8
ТЕМА 12. Контрольні пристрої.	21	3	4	4	8
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовним модулем 2	100	24	16	6	54
СЕМЕСТР 2					
Модуль 2					
Змістовний модуль 3 (ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ НА ЗАДАНУ ОПЕРАЦІЮ)					
Індивідуальне завдання					
Розрахунково-графічна робота: «Проектування затискного пристрою»	7	–	–	–	7
Курсовий проект: «Розробка та розрахунок верстатного пристрою на задану операцію»	60	–	32	–	28
Разом за змістовним модулем 3	67	–	32	–	35
Усього годин	300	48	88	16	148

5. Темы практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Циліндричні установлювальні бази. Призначення, конструкція. Розрахунок на точність.	8
2	Жорсткі та еластичні оправки у верстатних пристроях. Конструкція, можливості устаткування і розрахунок на точність.	8
3	Гвинтовий, клиновий та ексцентриковий затискачі. Призначення, конструкція. Розрахунок зусилля закріплення.	6
4	Комбіновані затискні пристрої. Призначення, конструкція. Розрахунок зусилля закріплення.	6
5	Пневматичний привід приладів. Експлуатаційні характеристики. Розрахунок вихідної сили.	6
6	Пристрої для свердління. Призначення, конструкція. Розрахунок на точність.	6
7	Ділильні пристрої. Призначення, конструкція. Розрахунок на точність.	4
8	Копіювальні пристрої. Призначення, аналіз точності.	8
9	Прилади активного контролю. Аналіз точності контролю.	4
	Разом	56

6. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Цангові затискачі у верстатних пристроях.	4
2	Верстатні пристрої з ділильними пристроями.	4
3	Електроконтактні та пневматичні датчики для автоматизованих контрольних пристроїв.	4
4	Динаміка пневмоприводу для механізації і автоматизації технологічних процесів	4
	Разом	16

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Значення технологічного оснащення у процесі підготовки виробництва і виготовлення деталей авіадвигунів та енергоустановок. (Тема 1).	5
2	Методи визначення та обґрунтування економічної ефективності використання технологічного оснащення. Сучасний стан вивчення проектування технологічного оснащення. (Тема 2).	10
3	Аналіз та розрахунок при встановленні деталей по кільком базам. Конструкція установчих елементів. (Тема 3).	12
4	Експлуатаційні характеристики затискних елементів. Розрахунок зусилля затиску. Конструкція затискних елементів. (Тема 4).	12
5	Експлуатаційні характеристики приводів. Управління приводами. Розрахунок загальних параметрів. (Тема 5).	12
6	Матеріали для виготовлення напрямних елементів. Конструкція пристроїв для свердління. (Тема 6).	8

7	Можливість входу фіксатора та розрахунок точності поділу. (Тема 7).	10
8	Профілювання та налагодження копіювальних пристроїв. (Тема 8).	10
9	Пристрої для збирання, зварювання та паяння. Заходи безпеки під час експлуатації пристроїв. (Тема 9).	10
10	Експлуатаційні вимоги до корпусів. (Тема 10).	8
11	Елементи для встановлення пристроїв на верстатах. Закріплення деталі у пристроях. (Тема 11).	8
12	Аналіз точності контролю. (Тема 12).	8
13	Виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування затискного пристрою»	7
14	Виконання курсового проекту «Розробка та розрахунок верстатного пристрою на задану операцію»	28
	Разом	148

8. Індивідуальні завдання

1. Розрахунково-графічна робота «Проектування затискного пристрою»

Розділи роботи:

1. Призначення пристрою, конструкція і принцип роботи.
2. Розрахунок пристрою на точність.
3. Розрахунок пристрою на зусилля закріплення.
4. Вибір матеріалів для деталей пристрою.
5. Принципова схема спроектованого пристрою.

2. Курсовий проект «Розробка та розрахунок верстатного пристрою на задану операцію»

№ з/п	Розділи курсового проекту
1	Оснащення операції.
1.1	Оцінка технологічності операції. Вибір схеми базування деталі у пристрої.
1.2	Розробка операційного ескізу. Розрахунок режимів різання та складових зусиль.
2	Верстатний пристрій на задану операцію.
2.1	Конструкція пристрою та послідовність роботи.
2.2	Розрахунок пристрою на точність та зусилля закріплення оброблюваних деталей.
2.3	Вибір матеріалів деталей пристрою.
3	Налагодження пристрою щодо заданої операції.
3.1	Установка заготовки у пристрої. Установка пристрою на верстаті.
3.2	Розрахунок налагоджувальний розмірів, встановлення упорів та розмірних зв'язок.
3.3	Допоміжні операційні елементи.

9. Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- практичні роботи;
- лабораторні роботи;
- розрахунково-графічна робота;
- самостійна робота студента;
- іспит.

На лекціях студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання практичних та лабораторних робіт, самостійної роботи, а також виконання індивідуального завдання.

Лекція, розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення лабораторних робіт базується на словесному (аналітичному) описанні об'єкта, а також й на матеріальному його відображенні за допомогою спеціальних дидактичних матеріалів (розрізні макети, плакати та ін.). Під час проведення лабораторних робіт використовується бригадний характер праці студентів.

Проведення практичних робіт базується на виконанні студентами розрахунків параметрів технологічного оснащення, необхідних зусиль закріплення і ознайомленням з різновидами пристроїв.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенти поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення лабораторних робіт, виконують домашні розрахунково-графічні роботи.

10. Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістовних модулі:

1. Основні відомості про технологічне оснащення.
2. Пристрої для верстатів

Складання модуля 1 – на 8-му тижні (один раз), складання модуля 2 – на 16-му тижні (один раз).

До складання модулів студент допускається за умов виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

Оформлення лабораторних робіт – письмово, захист – усно.

Строк захисту розрахунково-графічної роботи: «Проектування затискного пристрою» – 13-й тиждень. Затримка захисту домашнього завдання на тиждень – мінус 2 бали, на 2 тижні – мінус 4 бали.

Семестр 6 – іспит. Семестр 7 – диф. залік.

11. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

11.1 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			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	6	0...30
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист РГР	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних робіт, а також виконання та успішного захисту домашнього завдання.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних запитань та одного практичного завдання. Теоретичні запитання розподілено таким чином:

Перше запитання - змістовний модуль 1;

Друге запитання – змістовний модуль 2;

Третє запитання – змістовний модуль 1 або змістовний модуль 2.

Практичне завдання стосується розрахунково-графічної роботи «Проектування затискного пристрою».

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 25.

11.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

- конструкційні матеріали, закономірність формування та управління властивостями матеріалів при механічних, термічних та інших впливах на них;
- фізичні основи різання металів;
- основні принципи проектування технологічного процесу обробки деталей авіаційних двигунів;

– характеристики та категорії точності, основні елементи похибки обробки;

– номенклатуру існуючого технологічного обладнання для механічної обробки деталей;

– технологічні можливості кожного виду обладнання, методику реалізації цих можливостей;

– загальний устрій металорізальних верстатів;

– особливості металорізальних верстатів з числовим програмним керуванням;

вміти:

– вибирати матеріал для тих або інших деталей у кожному конкретному випадку;

– вибирати економічно найбільш доцільне обладнання для виконання заданих умов обробки;

– вибирати різальний інструмент для заданих умов обробки;

– визначати похибки обробки.

11.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та захистити індивідуальне завдання (розрахунково-графічну роботу). Скласти модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати конструкційні матеріали, закономірність формування та управління властивостями матеріалів при механічних, термічних та інших впливах на них. Знати номенклатуру існуючого технологічного обладнання для механічної обробки деталей. Знати технологічні можливості кожного виду обладнання, методику реалізації цих можливостей. Вміти вибирати економічно найбільш доцільне обладнання для виконання заданих умов обробки.

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре захистити індивідуальне завдання. Скласти модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати конструкційні матеріали, закономірність формування та управління властивостями матеріалів при механічних, термічних та інших впливах на них. Знати основні принципи проектування технологічного процесу обробки деталей авіаційних двигунів. Знати номенклатуру існуючого технологічного обладнання для механічної обробки деталей. Знати технологічні можливості кожного виду обладнання, методику реалізації цих можливостей. Вміти вибирати економічно найбільш доцільне обладнання для виконання заданих умов обробки. Вміти визначати похибки обробки та верстатних пристроїв. Обґрунтовувати вибір схем закріплення деталей.

Відмінно (90-100). Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити індивідуальне завдання. Скласти модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре» і кількістю балів не менше 80). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати основні принципи проектування

технологічного процесу обробки деталей авіаційних двигунів. Знати номенклатуру існуючого технологічного обладнання для механічної обробки деталей. Знати технологічні можливості кожного виду обладнання, методику реалізації цих можливостей. Вміти вибирати економічно найбільш доцільне обладнання для виконання заданих умов обробки. Вміти визначати похибки обробки та верстатних пристроїв. Обґрунтовувати вибір схем закріплення деталей. Вміти виконувати необхідні розрахунки на точність та зусилля закріплення верстатних пристроїв.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	Для іспиту	Для заліку
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
01-59	Незадовільно	Не зараховано

12. Методичне забезпечення

1. Дидактичні матеріали (наочні посібники, плакати).
2. Макети пристроїв та верстат з числовим програмним керуванням в аудиторії 133.
3. Методичні навчальні посібники за темами та розділами курсу.
4. Методичні розробки каф. 204 з методиками розрахунків та варіантами завдань.
5. http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/02_Tehnologichne.pdf

13. Рекомендована література

Базова

1. Кукляк, М.Л. Металорізальні інструменти. Проектування [Текст]: навч. посібник / М.Л. Кукляк, І.С. Афтаназів, І.І. Юрчишин. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 556 с.
2. Металорізальні верстати [Текст]: навчальний посібник / В.М. Бочков, Р.І. Сілін, О.В. Гаврильченко / За ред. Р.І. Сіліна. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 268 с.
3. Fundamentals for Designing of Workholding Devices [Electronic resource] : tutorial / М. К. Knyazyev. – Kharkiv : National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2020. – 104 p.

Допоміжна

4. Технология производства авиационных двигателей [Текст]: в 4 ч. / В.А. Богуслаев, А.Я. Качаң, А.И. Долматов и др.; под общ. ред. В.А. Богуслаева. – Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Січ», 2007. – Ч. 1: Основы технологии. – 2007. – 518 с.; Ч. 2: Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей авиационных двигателей и технологическая подготовка производства. – 2007. – 557 с.; Ч. 3: Методы обработки деталей авиационных двигателей. – 2008. – 638 с.
5. Металлорежущие станки [Текст]: учебник. В 2т. / Т.М. Авраамова, В.В. Бушуев, Л.Я. Гиловой и др.; под ред. В.В. Бушуева. – М.: Машиностроение, 2011. – 608 с.
6. Приспособления для производства двигателей летательных аппаратов : конструкция и проектирование: учеб. пособие для студентов авиац. спец. вузов / В. А. Шманев, А. П. Шулепов, Л. А. Анипченко ; под ред. В. А. Шманева. – М. – Машиностроение, 1990. – 256 с.