

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

Кафедра технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми


(підпис)

Ю. О. Невешкін
(ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ З ЧИСЛОВИМ
ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані техно-
логії»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

Комп'ютерні технології проектування та виробництва
(найменування спеціальності)

Форма навчання

денна

Рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)
нормативний та скорочений термін

Харків 2021 рік

Робоча програма

Основи програмування обладнання з числовим
програмним керуванням

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

освітньою програмою

Комп'ютерні технології проектування та виробни-
цтва

« 30 » червня 2021 р, 11 с.

Розробники: Невешкін Юрій Олександрович, доцент, канд. техн. наук
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



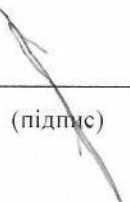
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

технології виробництва авіаційних двигунів
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 02 » липня 2020 р.

Завідувач кафедри

д.т.н., професор
(наукова ступінь
та вчене звання)



(підпис)

А. І. Долматов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: <i>15</i> <i>«Автоматизація та приладобудування»</i> (шифр і назва)	Цикл професійної підготовки (Дисципліна вільного вибору студента)
Кількість модулів – 2	Спеціальність: <i>151</i> <i>«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</i> (шифр і назва) Освітня програма: <i>Комп'ютерні технології проектування та виробництва</i> (назва)	Навчальний рік <i>2021 / 2022</i>
Кількість змістовних модулів – 2		Семестр
Індивідуальне завдання: Розрахунково-графічна робота на тему: <i>«Проектування керуючої програми оброблення заготовки»</i> (назва)		
Загальна кількість годин – 88*/180		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,5 самостійної роботи студента – 5,75	Рівень вищої освіти: <i>перший (бакалаврський)</i>	5-й (3-й для скор. терм.)
		Лекції *
		32 год.
		Практичні, семінарські *
		24 год.
		Лабораторні ¹⁾
		32 год.
		Самостійна робота
		92 год.
		Вид контролю
		<i>іспит</i>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 88 / 92.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – надбання та засвоєння знань з основних функцій та параметрів програмування, а також проектування операцій для обладнання з числовим програмним керуванням.

Завдання: написання керуючих програм для обробки різних поверхонь деталей на верстатах з числовим програмним керуванням.

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

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК5. Здатність обгрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обгрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обгрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

Міждисциплінарні зв'язки: У курсі «Проектування операцій на верстатах з числовим програмним керуванням» знаходять прикладне значення багато питань з курсів алгоритмізація та програмування, основи комп'ютерно-інтегрованих технологій, методи та параметри формоутворення поверхонь, основи автоматизації проектування, математичне моделювання технологічних об'єктів виробництва АД та ЕУ та в подальшому результати навчання застосовуються під час виробничої практики, у курсі технології двигунобудування та на дипломному проектуванні.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1

ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ОБЛАДНАННЯ З ЧПК НА ISO- 7 (G, M КОДИ)

ТЕМА 1. Основи програмування стійок з ЧПК. Декартова система координат і координати на верстатах з ЧПК. Полярна система координат. Структура програми ISO-7. Абсолютне G90 і відносне (інкрементне) програмування G91.

ТЕМА 2. Прискорене переміщення G00. Види інтерполяції G01, G02, G03. Площини (плани) оброблення G17 (XY), G18 (ZX), G19 (YZ). Рівні безпеки при програмуванні керуючих програм. S і R levels/Points. Затримка в часі G04. Параметри P і X. Вибір одиниці виміру G20, G21 або G70, G71.

ТЕМА 3. Автоматичне повернення у вихідну позицію G28 або G53. Перевірка повернення до вихідної позиції G27. Основні підготовчі та допоміжні коди для ручного програмування. Технологічна інформація та допоміжні коди F, S, T, M.

ТЕМА 4. Види компенсації 7 і 8 групи кодів - G40, G41, G42, G43, G49. Запис і читання таблиці офсетів. Постійні цикли 9 групи G81, G82, G73, G83. Скасування циклу кодом G80. Складання керуючої програми з операціями свердління і фрезерування.

ТЕМА 5. Вибір нуля деталі програми P. Робочі координати G54, G55, G56, G57, G58, G59. Робота з G10. Запис даних в стійку. Приклад налагодження на симуляторі з використанням одного інструмента, без урахування компенсації на висоту.

Модуль 2

Змістовний модуль 2

УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТАМИ З ЧПК ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ЇХ НА ОПЕРАЦІЮ

ТЕМА 6. Включення верстата з ЧПК. Обнулення і підготовка до експлуатації верстата. Структура вертикально-фрезерного верстата з ЧПК. Системи числового програмного керування (ЧПК). Принцип роботи СЧПК. Різновиди систем ЧПК і їхня відмінність: Fanuc, Syntec, Haas, Mori Seiki, Seicos, Heidenhain, Siemens, GSK, Doosan, Homag тощо.

ТЕМА 7. Опис головних режимів верстатів з ЧПК: AUTO (MEM), EDIT, MDI, JOG, HND, RPD, REF, DNC. Управління верстатом в головних режимах. Особливості роботи.

ТЕМА 8. Система ЧПУ WL4M - Режими верстата. Система ЧПУ WL4M - Режим відображення.

ТЕМА 9. Опис основних дій при налагодженні верстата з ЧПК на роботу. Установка заготовки на верстаті з ЧПК. OFFSET інструментів. Контрольно-вимірювальні інструменти від Renishaw. Принцип використання балеринки з використанням симулятора ЧПК

ТЕМА 10. Установка і запис координат нуля заготовки в таблицю WORK COORDINATES. Додаткові опції і налаштування верстата. Робота в режимі маховика HND. Шкентель. Допоміжні контрольні прилади для налагодження. Три типу налагодження на роботу. Контрольні блоки. EXT-координати (Shift Amount). Повне налагодження верстата. Виробництво деталі. Коректна робота програм (верифікація CAM-програми та налаштування процесу).

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1 (ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ОБЛАДНАННЯ З ЧПК НА ISO- 7 (G, M КОДИ))					
Тема 1. Основи програмування стійок з ЧПК	14	2	2	2	8
Тема 2. Види інтерполяції, площини оброблення та рівні безпеки	15	3	2	4	6
Тема 3. Основні підготовчі та допоміжні коди для ручного програмування.	16	4	4	4	4
Тема 4. Види компенсацій на інструмент. Постійні цикли оброблення.	11	3	2	2	4
Тема 5. Вибір нуля заготовки. Робочі координати.	11	2	2	2	5
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовним модулем 1	68	15	12	14	27
Модуль 2					
Змістовний модуль 2 (УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТАМИ З ЧПК ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ЇХ НА ОПЕРАЦІЮ)					
Тема 6. Принцип роботи системи ЧПК	12	2	–	2	8
Тема 7. Головні режими роботи верстатів з ЧПК	16	4	2	4	6
Тема 8. Система ЧПУ WL4M	15	4	2	2	7
Тема 9. Основні дії при налагодженні верстата з ЧПК на роботу.	22	4	4	6	8
Продовження таблиці					
1	2	3	4	5	6
Тема 10. Додаткові опції і налаштування верстата.	16	2	4	4	6
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовним модулем 3	82	17	12	18	35
Індивідуальне завдання					
Розрахунково-графічна робота: <i>«Проектування керуючої програми оброблення заготовки»</i>	30	–	–	–	30
Контрольний захід					
Усього годин	180	32	24	32	92

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Коди 3 групи: абсолютне G90 і відносне (інкрементне) програмування G91	1
2	Коди 1 групи: G00, G01, G02, G03 - інтерполяція	2
3	Коди 2 групи: G17, G18, G19 - плани оброблення	1
4	Коди 7 і 8 груп: G40, G41, G42 та G43, G49 - компенсація інструменту	2
5	Коди 9 групи: постійні цикли; коди 10 групи: G98, G99	2
6	Коди 14 групи: G54-G59 - робочі системи координат	2
7	Робота з G10. Запис даних в стійку	2
8	Структура керуючої програми	2
9	Рівні безпеки при написанні керуючої програми	2
14	Управління верстатом з ЧПК	2
15	Налагодження верстата з ЧПК на операцію	2
16	«Прив'язування» інструментів на верстаті з ЧПК	2
17	Оброблення заготовки на верстаті з ЧПК	2
	Разом	24

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення координат опорних точок переміщення траєкторії робочих органів верстата з системою ЧПК	4
2	Підбір інструменту для реалізації оброблення набору поверхонь та режимів різання	8
3	Складання керуючої програми для фрезерного верстата з системою числового програмного керування	8
4	Налагодження вертикально-фрезерного верстата з системою ЧПК на операцію	8
5	Оброблення заготовки за керуючою програмою на фрезерному верстаті з системою ЧПК	4
	Разом	32

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Види інтерполяції, площини оброблення та рівні безпеки	5
2	Основні підготовчі та допоміжні коди для ручного програмування.	10
3	Види компенсацій на інструмент. Постійні цикли оброблення.	5
4	Вибір нуля заготовки. Робочі координати.	6
8	Організація програмних циклів.	5
9	Принцип роботи системи ЧПК	7
10	Головні режими роботи верстатів з ЧПК	5

11	Система ЧПУ WL4M	8
12	Основні дії при налагодженні верстата з ЧПК на роботу.	5
13	Додаткові опції і налаштування верстата.	6
14	Індивідуальні науково-дослідні завдання: «Проектування керуючої програми оброблення заготовки ручним програмуванням»	30
	Разом	92

8. Розрахунково-графічна робота

1. «Проектування керуючої програми оброблення заготовки»

Розділи роботи:

1. Виконання робочого креслення деталі. Встановлення нуля програми. Визначення опорних точок та їх координат.
2. Вибір заготовки. Визначення послідовності оброблення поверхонь заготовки.
3. Вибір обладнання. Підбір інструментів та режимів різання.
4. Розробка керуючої програми для оброблення вибраних поверхонь

9. Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- практичні 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.). Проведення практичних робіт базується на виконанні студентами програмування операцій для верстатів з ЧПК.

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 три змістовних модулі:

1. Програмування операцій обладнання з ЧПК на ISO- 7 (G, M коди).
2. Управління верстатами з ЧПК та налагодження їх на операцію.

Складання модуля 1 – на 8-му тижні (один раз), складання модуля 2 – на 15-му тижні (один раз).

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

Строк захисту розрахунково-графічної роботи: «Проектування керуючої програми оброблення заготовки ручним програмуванням» – 15-й тиждень.
Семестр 7 – іспит.

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 практичних робіт	0...1	6	0...6
Виконання лабораторних робіт	0...1	7	0...7
Робота на лекціях	0...1	7,5	0...7,5
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання практичних робіт	0...1	6	0...6
Виконання лабораторних робіт	0...1	9	0...9
Робота на лекціях	0...1	8,5	0...8,5
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист РГР	0...16	1	0...16
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного оцінювання за семестр й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов виконання та успішного захисту РГР.

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

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

Перше запитання - змістовний модуль 1;

Друге запитання – змістовний модуль 2;

Практичне завдання стосується розрахунково-графічної роботи «Проектування керуючої програми оброблення заготовки ручним програмуванням».

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 35, практичне завдання – 30.

11.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

- структуру керуючої програми;
- основні коди, що використовуються при програмуванні;
- основні елементи керування верстатами з ЧПК;
- способи редагування керуючих програм з терміналу оператора верстата з системою ЧПК;

вміти:

- складати керуючу програму з урахуванням вимог до її структурних блоків;
- читати та аналізувати текст керуючої програми написаної кимось іншим;
- знаходити органи керування переміщенням робочих органів верстата з ЧПК на панелі управління оператора верстата з системою ЧПК.

11.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Виконати всі практичні роботи. Виконати та захистити індивідуальне завдання. Скласти модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати основні коди, що використовуються для переміщення робочих органів верстата з системою ЧПК. Пояснювати використання кодів в тексті керуючої програми. Писати керуючі програми оброблення двовірних контурів, допускаючи помилки, що можна відслідкувати при верифікації керуючої програми,

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Виконати всі та практичні роботи. Виконати та добре захистити індивідуальне завдання. Скласти модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати основні коди, що використовуються для переміщення робочих органів верстата з системою ЧПК. Пояснювати використання кодів в тексті керуючої програми. Писати керуючі програми оброблення двовірних контурів, допускаючи незначні помилки.

Відмінно (90-100). Виконати всі практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити індивідуальне завдання. Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати основні коди, що використовуються для переміщення робочих органів верстата з системою ЧПК. Пояснювати використання кодів в тексті керуючої програми. Писати керуючі програми оброблення двовірних контурів без помилок, знаходити помилки в керуючих програмах.

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. Верстат з числовим програмним керуванням в аудиторії 133 м.к.
 3. Аналоговий симулятор панелі керування оператора FANUC 0i.
 4. Методичні навчальні посібники за темами та розділами курсу.
- НМЗД – http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_001D6_Osnovi4.pdf

13. Рекомендована література

Базова

1. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: учебное пособие / В.П. Дол-жиков. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 143 с.
2. Программирование систем числового программного управления: учеб, пособие / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. - Москва: Логос, Университетская книга, 2008. -344 с.
3. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю., Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. - М.: Эльф ИПР, 2006 - 286 с.

Допоміжна

1. Инструкция оператора фрезерного станка модели MC6104-13Wc системой ЧПУ WL4M.
2. Руководство по программированию WL4M.
3. Руководство по эксплуатации для системы многоцелевого станка. Fanuc серия 0I - модель F.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://fanuc.eu>
2. <https://www.haascnc.com>
3. <https://www.heidenhain.ua>
4. http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_001D6_Osnovi4.pdf