

# ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

## Кафедра комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту і технологій

Затверджую:

Декан факультету машинобудування

 Красовський С. С.

«    »                      2018 р.

Гарант освітньої програми:

доктор техн. наук, професор

 Ковальов В. Д.

«    »                      2018 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри

комп'ютеризованих мехатронних

систем інструменту і технологій

Протокол № 1 від 28 серпня 2018 р.

Завідувач кафедри

 Васильченко Я. В.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «CAD/CAM системи»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОПП (ОНП) «Галузеве машинобудування»

Професійне (наукове) спрямування «Комп'ютеризовані мехатронні верстати та системи», «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Факультет машинобудування

Розробник: Міранцов С.Л., доцент кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту і технологій, канд. техн. наук, доцент

Краматорськ – 2018 р.

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна форма навчання	заочна форма навчання
Денна	Заочна	Галузь знань: 13 «Механічна інженерія». Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування». ОПП (ОНП): «Галузеве машинобудування»	Дисципліна вільного вибору	
Кількість кредитів				
6,0	5,0			
Загальна кількість годин				
180	150			
Модулів – 1		Професійні спрямування: <u>«Комп'ютеризовані мехатронні верстати та системи»; «Комп'ютерно-інтегровані технології інструментального виробництва», наукове спрямування «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»</u>	Рік підготовки:	
Змістовних модулів – 2			1 - й	1 - й
Індивідуальне науково-дослідне завдання  _____ (назва)			Семестр	
			2А, 2Б	2А
			Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2		Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр		
		36	6	
		Практичні, семінарські		
		–	–	
		Лабораторні		
		44	6	
		Самостійна робота		
		100 год.	138 год.	
Індивідуальні завдання: 16 год.				
		Вид контролю: Залік		

### Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 80/100

для заочної форми навчання – 12/138

## 2 Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – забезпечити підготовку інженерів-механіків спеціальності «Технології машинобудування» для вирішення інженерних задач у галузі технологічної підготовки машинобудівного виробництва, а також навчити інженерів спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» практичній роботі із сучасними системами автоматизованого програмування верстатів з ЧПУ та системами автоматизації технологічної підготовки виробництва для верстатів з ЧПУ. Забезпечити підготовку фахівців, які покликані поширити автоматизацію проектно-конструкторських, технологічних і науково-дослідницьких робіт із застосуванням електронно-обчислювальної техніки та програмних засобів нового покоління. Забезпечити рішення актуальної проблеми вітчизняного машинобудування - скорочення строків технологічної підготовки виробництва стосовно автоматизованих високотехнологічних комплексів, підвищення їх продуктивності та гнучкості.

У даній дисципліні вивчаються теоретичні основи програмування верстатів з числовим програмним управлінням і практичні методи реалізації теоретичних положень. Вивчення дисципліни передбачає вирішення наступних задач:

- вивчення теоретичних основ систем автоматизованого програмування верстатів з числовим програмним управлінням;
- набуття практичних навичок роботи з системами автоматизованого програмування верстатів з числовим програмним управлінням.

Після вивчення дисципліни «CAD/CAM системи» студенти повинні:

### **Знати:**

- теоретичні положення систем автоматизованого програмування (САП) для верстатів з ЧПУ, основні поняття і визначення, які передбачені стандартами для машинобудування;
- технологічні можливості сучасних засобів САП;
- методику розробки програм для верстатів з ЧПУ з застосуванням САП.

### **Вміти:**

- назначати послідовність обробки на верстатах з ЧПУ, визначати постійні цикли обробки;
- назначати основні етапи проектування технологічних процесів і розробки технологічної документації, розробляти послідовність розробки управляючої програми; використовувати теоретичні знання по даній дисципліні для формалізації технологічної операції, що виконується на верстаті з ЧПУ.

*оволодіти навичками:*

- аналізу технологічності виробів для їх обробки на верстатах з ЧПУ
- вибору оптимальних стандартних технологічних циклів обробки деталі і розробки керуючої програми на сучасних САП.
- описування мовою САП або у діалогі з комп'ютером контурів, що оброблюються, і траєкторії руху інструменту;
- навичками автоматизованого проектування управляючих програм для верстатів з ЧПУ з використанням САП.

### 3. ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Види навчальних занять та розподіл годин між учбовими тижнями для денного та заочного відділення наведений у таблицях 3.1 і 3.2

Таблиця 3.1 – Види навчальних занять та розподіл годин між учбовими тижнями для денного відділення

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																		Разом
	Семестр 2А									Семестр 2Б									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	36
Практичні роботи																			
Лабораторні роботи		2		2		2		2		4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
Самостійна робота	2	2	2	2	2	2	2	3	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100
Консультації									К									К	
Контр. роботи																		КР1	
Модулі	ВК								СР1									СР2 М1	
Модульний контроль									А									А МК	

Таблиця 3.2 – Види навчальних занять та розподіл годин між учбовими тижнями для заочного відділення

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																		Разом
	Семестр 2А									Семестр 2Б									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Лекції	2	2					2												6
Практичні роботи																			
Лабораторні роботи	2	2					2												6
Самостійна робота	15	15	16	15	15	16	15	15	16										
Консультації									К										
Контр. роботи									КР1										
Модулі	ВК								М1										
Модульний контроль								А	МК										

ВК – вхідний контроль; ПР - захист практичної роботи; КР1– письмова контрольна робота; СР – захист самостійної роботи; К – консультація; А – атестація.

## 4 ЛЕКЦІЇ

### Модуль 1 – Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК

#### *Змістовний модуль 1. – Загальні відомості про системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК*

Тема 1 Особливості технологічної підготовки виробництва, у якому використовуються верстати з ЧПУ

*Лекція 1,2. – Особливості технологічної підготовки виробництва, у якому використовуються верстати з ЧПУ*

Основні терміни і визначення. Загальні проектні процедури технологічної підготовки виробництва з використанням верстатів з ЧПУ. Особливості побудови технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПУ. Основні завдання, які вирішуються програмістом – технологом під час технологічної підготовки, проектуванні та програмуванні верстатів з ЧПК.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [3 с.190-217], [4 с.16, 37-41], [2 с.426-468].

Завдання на СРС: Особливості проектування операційних ТП для верстатів з ЧПУ та багатоопераційних верстатів різних груп.

Тема 2 Основи програмування верстатів з числовим програмним управлінням

*Лекція 3,4. – Основи програмування верстатів з числовим програмним управлінням*

Основні поняття та визначення. Системи координат верстата, деталі, інструменту. Зв'язок систем координат. Нульова точка. Траєкторія руху інструменту. Еквідистанта. Інтерполяція. Апроксимація елементів траєкторії інструменту. Структура управляючих програм. Склад кадру програми. Підготовчі та допоміжні функції. Розмірні переміщення. Функції подачі та швидкості головного руху. Корекція інструменту.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [3 с.12-45,66-106], [4 с.50-121], [5 с.88-128,255-286], [6].

Завдання на СРС: Програмування стандартних циклів обробки, програмування підпрограм.

Тема 3 Програмування операцій механічної обробки на верстатах з ЧПУ та багатоопераційних верстатах.

*Лекція 5,6. – Програмування операцій механічної обробки на верстатах з ЧПУ та багатоопераційних верстатах*

Класифікація та різновиди систем ЧПУ. Програмування механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ токарної групи. Програмування механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ свердлильно-розточувальної групи.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [3 с.155-187, 270-319], [4 с.125-156, 163-249, 262-349], [5 с.165-179], [6], [7 с. 6-131].

Завдання на СРС: Особливості програмування обробки деталей на фрезерних та багатоопераційних верстатах.

Тема 4 Автоматизація підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ.

*Лекція 7,8. – Автоматизація підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ*

Використання систем САПР для підготовки управляючих програм ЧПУ. Сучасні CAD/CAM системи. Економічна ефективність використання CAD/CAM систем. Концепція наскрізного проектування. Використання сучасних CAD/CAM – систем у якості цехового CAD/CAM. Основні шляхи енергозбереження за рахунок автоматизації підготовки управляючих програм.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [9 с. 9-16, 123-174], [13 с.54-58], [14 с.92-94] періодична література.

Завдання на СРС: Основні можливості сучасних вітчизняних та зарубіжних CAD/CAM систем.

*Змістовний модуль 2. – Особливості автоматизованої підготовки програм для верстатів різних груп*

Тема 5 Програмування верстатів з ЧПУ з використанням CAD/CAM систем

*Лекція 9,10. – Програмування верстатів з ЧПУ з використанням CAD/CAM систем*

Основні поняття та визначення. Структура CAD/CAM системи. Поняття маршруту, технологічних об'єктів, технологічних переходів, конструктивних елементів, технологічних команд. Постпроцесори. Принцип формування управляючих програм за допомогою CAD/CAM систем.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Завдання на СРС: Інтерфейс CAD/CAM системи. Попереднє настроювання системи перед роботою.

Література: [9 с. 9-16, 123-174], [13 с.54-58], [14 с.92-94], [9 с. 9-16, 123-174].

*Тема 6 Автоматизована підготовка програм для фрезерних та багатоопераційних верстатів.*

*Лекція 11,12,13. – Автоматизована підготовка програм для фрезерних та багатоопераційних верстатів*

2х, 2,5х, 3х та 5х фрезерування, фрезерування з постійним рівнем Z (Z – level). Методика побудови маршруту обробки, формування технологічних об'єктів та технологічних команд. Основні стратегії фрезерування, їх траєкторії та використання при обробці конструктивних елементів різних типів. Автоматизоване отримання управляючої програми, візуалізація процесу обробки.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [9 с.123-174], [7 с. 6-131], [8 с. 72-149], [9 с.4-90, 152-254].

Завдання на СРС: Основні технологічні можливості сучасних фрезерних та багатоопераційних верстатів. Рекомендації щодо вибору режимів та інструменту у залежності від конструктивних деталі, що обробляється.

Тема 7 Автоматизована підготовка програм для верстатів Свердильно-розточувальної групи

*Лекція 14,15,16. – Автоматизована підготовка програм для верстатів Свердильно-розточувальної групи*

Методика побудови маршруту обробки, формування технологічних об'єктів та технологічних команд. Основні стандартні свердильно-розточувальні цикли, їх використання. Автоматизоване отримання управляючої програми, візуалізація процесу обробки.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [9 с.123-174], [7 с. 6-131], [8 с. 72-149], [9 с.4-90, 152-254].

Завдання на СРС: Основні технологічні можливості верстатів з ЧПУ свердильно-розточувальної групи. Інструментальне та технологічне оснащення. Рекомендації щодо вибору режимів та інструменту у залежності від конструктивних деталі, що обробляється.

Тема 8 Автоматизована підготовка програм для верстатів токарної групи

*Лекція 17,18. – Автоматизована підготовка програм для верстатів токарної групи*

Методика побудови маршруту обробки, формування технологічних об'єктів та технологічних команд для токарних переходів. Основні схеми токарних переходів та різьбо нарізання, їх траєкторії та використання при обробці конструктивних елементів. Автоматизоване отримання управляючої програми, візуалізація процесу обробки.

Дидактичні засоби: комплект слайдів до графо проектора.

Література: [9 с.123-174], [7 с. 6-131], [8 с. 72-149], [9 с.4-90, 152-254].

СРС: Основні технологічні можливості сучасних токарних верстатів з ЧПУ та багатоопераційних токарних верстатів. Інструментальне та технологічне оснащення. Рекомендації щодо вибору режимів та інструменту у залежності від конструктивних деталі, що обробляється. Основні токарні переходи.

## 5 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проектування операційної технології та програмування операцій механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ різних груп.	4 (2)
2	Програмування і налагодження вертикально-свердлильного верстата з ЧПК.	6
3	Програмування і налагодження вертикально-свердлильного верстата з ЧПК.	6
4	Програмування і налагодження токарно-гвинторізного верстата з ЧПК.	6
5	Проектування операційної технології та програмування операцій механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ свердлильно-розточувальної групи за допомогою CAD/CAM системи.	6 (2)
6	Проектування операційної технології та програмування операцій механічної обробки деталей на фрезерних верстатах з ЧПУ та багатоопераційних верстатах за допомогою CAD/CAM системи.	6 (2)
7	Проектування операційної технології та програмування операцій механічної обробки деталей на токарних верстатах з ЧПУ та багатоопераційних верстатах токарного типу за допомогою CAD/CAM системи.	6
8	Проектування маршрутної й операційної технології та програмування операцій механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ за допомогою CAD/CAM системи.	4
Разом:		44 (6)

## 6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Для поглиблення знань у питаннях систем автоматизованого програмування верстатів з ЧПК і закріплення навичок автоматизованої підготовки управляючих програм студентами виконується індивідуальне завдання у рамках самостійної роботи. На виконання індивідуального завдання заплановано 16 годин для студентів денного відділення та 32 для студентів заочного відділення.

Індивідуальне завдання передбачає проектування програм ЧПК для виготовлення деталей і самостійне вивчення теоретичного матеріалу.

Завдання має практичну спрямованість і присвячуються автоматизованій підготовці управляючих програм за допомогою сучасних засобів, а саме студенти виконують розробку управляючих програм механічної обробки деталей різних технологічних груп (токарна обробка, фрезерно-свердлильна-розточувальна 2,5-



координатна обробка, фрезерна 3D–обробка тощо).

Індивідуальне завдання включає:

- обґрунтування вибору заготовки;
- проектування маршруту технологічного процесу виготовлення деталі з вибором технологічного оснащення і розрахунку режимів різання;
- проектування операційної технології для операції, яка виконуються на обладнанні з ЧПУ. До цієї частини повинні входити: розрахункова схема; розрахунково-технологічна карта, текст вихідної програми; результати контролю траєкторії руху інструменту; результати нормування операцій; текст управляючої програми.

Приклад завдання на наведений в додатку А. Порядок виконання наведений в методичних вказівках до самостійної роботи студентів.

Для студентів заочного відділення передбачено виконання контрольної роботи. Приклад завдання на наведений в додатку А.

## **7 МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

У навчальному процесі використовуються: лекції, лабораторні роботи, самостійна робота під керівництвом викладача, консультації, індивідуальні завдання.

## **8 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

Знання студентів оцінюються за бально-рейтинговою системою. Підсумковий рейтинг успішності студента при вивченні дисципліни визначається підсумовуванням балів, що набрані по кожному змістовному модулю (за 100-бальною шкалою) з помноженням їх на ваговий коефіцієнт та з наступним підсумовуванням результатів розрахунків за всіма модулями.

В процесі вивчення дисципліни використовуються наступні методи контролю навчальної роботи студентів: захист лабораторних робіт, поточне тестування за змістовими модулями, оцінювання індивідуального завдання, підсумковий екзамен (залік).

Приклади завдань та критерії оцінювання за видами робіт наведені у додатках Б, В, Г.

## 9 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

№ п/п	Змістовий модуль	Семестр	Загальна кількість годин	Кредити ECTS	Кількість ауд. годин	Перелік КТ (№№)	min кількість балів	max кількість балів	Тиждень проведення
1	Загальні відомості про програмування верстатів з ЧПУ. Підготовка управляючих програм для верстатів різних груп. (вагомість 0,5)	2А	45	1,5	26	ЛР №1	6	10	1-2
						ЛР №2	6	10	2-3
						ЛР №3	6	10	5-6
						ЛР №4	6	10	
						КР №1	15	30	7
	СР (ч. 1)	16	30	8					
Всього за 1 змістовий модуль:							<b>55</b>	<b>100</b>	
2	Особливості автоматизованої підготовки програм для верстатів різних груп (вагомість 0,5)	2Б	135	4,5	54	ЛР №5	6	10	1-2
						ЛР №6	6	10	3-4
						ЛР №7	6	10	5-6
						ЛР №8	6	10	
						КР №2	15	30	7
	СР (ч. 2)	16	30	8					
Всього за 2 змістовий модуль:							<b>55</b>	<b>100</b>	
ВСЬОГО:			180	6,0	81		<b>55</b>	<b>100</b>	

Для заочної форми навчання: кількість балів, що може отримати студент, становить: за виконання контрольної роботи – від 55 балів (min) до 100 балів (max) (ваговий коефіцієнт 0,5); за виконання письмової частини екзамену (заліку) - від 55 балів (min) до 100 балів (max) (ваговий коефіцієнт 0,5).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
81-89	<b>B</b>	добре	
75-80	<b>C</b>		
65-74	<b>D</b>	задовільно	
55-64	<b>E</b>		
30-54	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-29	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 10 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК : навчальний посібник / С. Л. Міранцов, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, Є. В. Мішура, О. С. Ковалевська – Краматорськ: ДДМА, 2012. – 152 с. ISBN 978-966-379-549-2.

## 11 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1 **Дерябин, А. Л.** Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ / А. Л. Дерябин. – М. : Машиностроение, 1984. – 224 с.

2 **Сафраган, Р. Э.** Технологическая подготовка производства для применения станков с ЧПУ / Р. Э. Сафраган, Ю. И. Кузнецов, Б. А. Гончаренко. – К. : Техника, 1981. – 240 с.

3 **Гжиров, Р. И.** Программирование обработки на станках с ЧПУ – Programming of processing for NC-machines : справочник / Р. И. Гжиров, П. П. Серебrenицкий. – Л. : Машиностроение, 1990. – 591 с. ISBN 5-217-00909-8:08.00

4 Руководство по программированию Sinumeric 840D/810D/FM-NC. Документация пользователя.– Siemens, 1996 – 336 с.

5 12 **Ловыгин, А. А.** Современный станок с ЧПК и CAD/CAM система // А. А. Ловыгин, А. В. Васильев, С. Ю. Кривцов – М. : Эльф ИПР, 2006. – 286 с. – ISBN 5-900891-60-7.

6 **Гайворонський, В. А.** Програмування автоматизованого обладнання. Технологічні основи обробки корпусних деталей : навчальний посібник // В. А. Гайворонський. – К. : Кондор, 2007. – 290с. – ISBN 978-966-8251-85-6.

7 **Быков, А. В.** ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка // А. В. Быков, В. В. Силин, В. В. Семенников, В. Ю. Феоктистов – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 320с. – ISBN 5-94157-379-0.

### Допоміжна

1. Технология машиностроения. Т.2. Производство машин / под ред. Г. Н. Мельникова. – М. : МГТУ им. Баумана, 2001. – 640 с. – ISBN 5-7038-1285-2.

2. **Руденко, П. О.** Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : навч. посібник / П. О. Руденко. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с. – ISBN 5-11-004091-5.

3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 495 с.

4. Программное управление станками / под ред. В. Л. Сосонкина. – М. : Машиностроение, 1981. – 398 с.

5. **Сосонкин, В. Л.** Системы числового программного управления : учеб. пособие / В. Л. Сосонкин, Г. М. Мартинов – М. : Логос, 2005. – 296 с. ISBN 5-98704-012-4.

6. Высокопроизводительная обработка металлов резанием. – М. :

Полиграфія, 2003. – 301 с.

7. **Карпусь, В. Є.** Ефективне використання верстатів з ЧПК у авіаційному агрегатобудуванні / В. Є. Карпусь, В. О. Границя. – Х. : ДП ХМЗ «ФЕД», 2009. – 226 с. – ISBN 978-966-372-268-9.

8. **Фельдштейн, Е. З.** Обработка деталей на станках с ЧПК : учебное пособие / Е. З. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск : Новое знание, 2005. – 287 с.

## 12 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <http://www.sapr2000.ru/>
2. <http://www.sapr.ru/>
3. <http://www.cad-cam-cae.ru/>
4. [www.tiajmash.ru/](http://www.tiajmash.ru/)
5. <http://www.jet.com.ua/>
6. [www.mtt.com.ua/](http://www.mtt.com.ua/)

## Додаток В

Питання до екзамену з дисципліни  
«системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК»*Змістовний модуль 1. Загальні відомості про програмування  
верстатів з ЧПК*

1. Особливості технологічної підготовки виробництва з використанням верстатів з ЧПУ. Основні терміни і визначення.
2. Загальні проектні процедури технологічної підготовки виробництва з використанням верстатів з ЧПУ.
3. Особливості побудови технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПУ.
4. Основні завдання, які вирішуються програмістом – технологом під час технологічної підготовки, проектуванні та програмуванні верстатів з ЧПК.
5. Основи програмування верстатів з числовим програмним управлінням. Основні поняття та визначення.
6. Системи координат верстата, деталі, інструменту.
7. Зв'язок систем координат. Нульова точка.
8. Траєкторія руху інструменту. Еквідистанта.
9. Інтерполяція. Апроксимація елементів траєкторії інструменту.
10. Структура управляючих програм. Склад кадру програми.
11. Підготовчі та допоміжні функції. Розмірні переміщення. Функції подачі та швидкості головного руху.
12. Корекція інструменту. Підпрограми. Стандартні цикли.
13. Класифікація та різновиди систем ЧПУ.
14. Програмування механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ токарної групи.
15. Програмування механічної обробки деталей на верстатах з ЧПУ свердлильно-розточувальної групи.
16. Програмування механічної обробки деталей на фрезерних верстатах з ЧПУ.
17. Особливості програмування обробки деталей на багатоопераційних верстатах.
18. Приклади РТК та програм.
19. Автоматизація підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ.
20. Використання систем САПР для підготовки управляючих програм ЧПУ.
21. Сучасні CAD/CAM системи.
22. Економічна ефективність використання CAD/CAM систем.
23. Концепція наскрізного проектування.
24. Використання сучасних CAD/CAM – систем у якості цехового CAD/CAM.
25. Основні шляхи енергозбереження за рахунок автоматизації підготовки управляючих програм.

*Змістовний модуль 2. Особливості автоматизованої підготовки програм для верстатів різних груп*

26. Основні поняття та визначення. Структура CAD/CAM системи.
27. Поняття маршруту, технологічних об'єктів, технологічних переходів,
28. Поняття маршруту, конструктивних елементів, технологічних команд.
29. Постпроцесори. Принцип формування управляючих програм за допомогою CAD/CAM систем.
30. Основні технологічні можливості сучасних фрезерних та багатоопераційних верстатів.
31. Рекомендації щодо вибору режимів та інструменту у залежності від конструктивних деталі, що обробляється на фрезерних верстатах з ЧПУ.
32. 2х, 2,5х, 3х та 5х фрезерування, фрезерування з постійним рівнем Z (Z – level). Автоматизоване отримання управляючої програми, візуалізація процесу обробки.
33. Методика побудови маршруту обробки, формування технологічних об'єктів та технологічних команд.
34. Основні стратегії фрезерування, їх траєкторії та використання при обробці конструктивних елементів різних типів.
35. Основні технологічні можливості сучасних верстатів свердлильно-розточувальної групи.
36. Рекомендації щодо вибору режимів та інструменту у залежності від конструктивних деталі, що обробляється на верстатах з ЧПУ свердлильно-розточувальної групи
37. Методика побудови маршруту обробки, формування технологічних об'єктів та технологічних команд.
38. Основні стандартні свердлильно-розточувальні цикли, їх використання. Автоматизоване отримання управляючої програми, візуалізація процесу обробки.
39. Основні технологічні можливості сучасних токарних верстатів з ЧПУ та багатоопераційних токарних верстатів.
40. Рекомендації щодо вибору режимів та інструменту у залежності від конструктивних деталі, що обробляється при точінні на токарних верстатах з ЧПУ.
41. Основні токарні переходи. Методика побудови маршруту обробки, формування технологічних об'єктів та технологічних команд для токарних переходів.
42. Основні схеми токарних переходів та різьбо нарізання, їх траєкторії та використання при обробці конструктивних елементів.

## Додаток Г

### Форми і засоби поточного та підсумкового контролю

#### *Методика оцінювання.*

Знання студентів оцінюються за бально-рейтинговою системою. Підсумковий рейтинг успішності студента при вивченні дисципліни визначається підсумовуванням балів, що набрані по кожному модулю (за 100-бальною шкалою) з помноженням їх на ваговий коефіцієнт та з наступним підсумовуванням результатів розрахунків за всіма модулями згідно семестровому графіку вивчення.

#### *Критерії оцінювання знань студентів денного відділення*

Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему в ДДМА», дві контрольні роботи з дисципліни «Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПУ» оцінюються в 40 балів максимум, 15 бали мінімум.

##### *Письмова контрольна робота № 1*

Включає до себе 10 запитань, кожне із яких оцінюється в кількість балів, зазначену в дужках після номера питання.

Повна відповідь (4 бали) - це повна відповідність еталонній відповіді на тест, або повне розкриття суті поставленого запитання.

Не повна відповідь (2 бали) - окремі елементи відповіді відсутні.

Незадовільна відповідь (0 балів) – немає відповіді на поставлене запитання.

Таким чином, в результаті студент може отримати 40 балів максимум або 15 бали мінімум.

##### *Письмова контрольна робота № 2*

Включає до себе 10 запитань, кожне із яких оцінюється в кількість балів, зазначену в дужках після номера питання.

Повна відповідь (4 бали) - це повна відповідність еталонній відповіді на тест, або повне розкриття суті поставленого запитання.

Не повна відповідь (2 бали) - окремі елементи відповіді відсутні.

Незадовільна відповідь (0 балів) – немає відповіді на поставлене запитання.

Таким чином, в результаті студент може отримати 40 балів максимум або 15 бали мінімум.

##### *Лабораторні роботи*

Повна відповідь на запитання при захисті роботи (10 балів) (Л.р.№1-7).

Відповідь на запитання з незначними помилками (8 балів) (Л.р.№1-7)

Не повна відповідь на запитання при захисті роботи (6 балів) (Л.р.№1-7).

Незадовільна відповідь (0 балів).

Таким чином, в результаті захисту лабораторних робіт студент може отримати 30 балів максимум або 18 балів мінімум (Л.р.№1-3); 30 балів максимум або 18 балів мінімум (Л.р.№4-7).

##### *Самостійна робота*

Самостійна робота складається з двох частин (СР1, СР2), які оцінюються однаково.

Виконано в повному обсязі без помилок (30 балів)

Виконано в повному обсязі, допущені деякі неточності при виконанні

завдання (25 балів)

Допущені помилки при виконанні завдання (16 балів)

Завдання не зараховано (0 балів)

Таким чином, в результаті захисту виконання пунктів самостійної роботи студент може отримати 60 балів максимум або 32 бали мінімум.

### *Критерії оцінювання знань студентів заочного відділення*

#### *Контрольна робота.*

Завдання на контрольну роботу складається з трьох питань: перше питання теоретичне, друге і третє практичні, що представляють собою завдання з розробки управляючої програми для ЧПУ.

#### 1. Теоретичне питання:

- повна відповідь на поставлене питання з прикладом: 20 балів;
- повна відповідь на поставлене питання з прикладом та незначними неточностями: 16 балів;
- відповідь на поставлене питання з прикладом та незначними помилками: 12 балів;
- неповна відповідь на поставлене питання, без прикладу: 8 балів;
- неповна відповідь на поставлене питання з грубими помилками, без прикладу: 0 балів;

#### 2. Завдання 2 і 3.

- завдання вирішено в повному обсязі: розроблено зміст технологічної операції, визначені режими різання, побудовані рухи всіх інструментів з урахуванням прийнятих глибин різання, складена таблиця координат опорних точок по осях, складена управляюча програма - 40 балів;
- завдання вирішено в повному обсязі, при вирішенні припущені незначні неточності в технологічній частині або управляючій програмі - 32 бала.
- завдання вирішено не в повному обсязі або при вирішенні допущені помилки в технологічній частині або керуючої програми - 24 балів.
- завдання вирішено не в повному обсязі, при вирішенні допущені грубі помилки в технологічній частині або керуючій програмі - 0 балів.

Кількість балів за контрольну роботу визначається шляхом підсумовування набраних балів за кожне завдання.

Мінімальна кількість балів, необхідне для отримання позитивної оцінки за контрольну роботу - 55. Максимальне - 100.

#### *Лабораторні роботи.*

Виконання лабораторних робіт (усіх) є обов'язковим. Захист не передбачений.

#### *Іспит.*

Включає до себе 20 тестових запитань, кожне із яких оцінюється в 5 балів.

Правильна відповідь – 5 балів.

Незадовільна відповідь (0 балів) – немає відповіді на поставлене запитання.

Таким чином, в результаті студент може отримати 100 балів максимум або 55 балів мінімум.