

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для самостійної роботи студентів

з вивчення дисципліни
“Основи систем автоматизованого проєктування”

для студентів зі спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми «Технології машинобудування»
усіх форм навчання

2024

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни “Основи систем автоматизованого проектування” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська, доц. Двірник Я.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024.– 21 с.

Укладач : Пухальська Г.В., к.т.н., доцент кафедри ТМБ
Двірник Я.О., к.т.н., доцент кафедри ТАД

Рецензент: Козлова О.Б., к.т.н., доцент кафедри ТМБ

Відповідальний за
випуск Дядя С.І., к.т.н., доцент, зав. каф. ТМБ

Затверджено на засіданні кафедри
«Технологія машинобудування»
Протокол № 1
від 06 серпня 2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК МФ
Протокол № 1 від 27.08.2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 Мета і завдання дисципліни, її місце в навчальному процесі	5
1.1 Мета викладання дисципліни	5
1.2 Завдання вивчення дисципліни	5
1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення дисципліни	5
2 Робоча програма дисципліни	6
2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення	6
2.2 Перелік практичних занять та їх тривалість	16
3 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	17
4 ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	21

ВСТУП

Дисципліна “Основи систем автоматизованого проектування” є однією із пріоритетних дисциплін спеціальності 131 Прикладна механіка - освітня програма «Технології машинобудування», що забезпечує якісну підготовку фахівця.

Термін, що передбачений робочим планом на аудиторні заняття з дисципліни, не дає можливості у необхідному обсязі викласти передбачений навчальний матеріал. Тому частина робочої програми дисципліни може не викладатися на аудиторних заняттях, що передбачає її самостійне вивчення. До того ж, і той матеріал, що викладається в аудиторії, теж повинен бути закріпленим шляхом самостійної роботи студента.

Вивчення дисципліни здійснюється згідно діючих навчальних планів в об'ємі 3 кредити. Видом контролю з дисципліни є іспит.

Мета цих методичних рекомендацій полягає в наступному:

- ознайомити студента з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він повинен засвоїти, в тому числі і з тою частиною, яка повністю виноситься на самостійне вивчення;
- навести необхідну навчальну літературу по кожній тематиці дисципліни;
- надати методичні вказівки та контрольні питання для самоперевірки знань;
- ознайомити студентів з заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета викладання дисципліни

Мета викладання дисципліни “Основи систем автоматизованого проектування” полягає у підготовці технологів-програмістів, здатних з використанням комп'ютерних технологій розробляти керуючі програми для обробки різних за формою і розмірами деталей.

1.2 Завдання вивчення дисципліни

Після вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- як програмувати технологічний процес для верстатів з ЧПК,
- вміти написати керуючу програму на обробку заготовки на верстаті з ЧПК,
- розробляти керуючі програми для обробки різних по розмірам та формі деталей.

1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення дисципліни

Для успішного вивчення цієї дисципліни студенти повинні отримати знання з наступних фундаментальних та загально-інженерних дисциплін:

- технологічні основи машинобудування;
- вища математика;
- фізичне матеріалознавство;
- інформатика;
- різальний інструмент;
- металорізальні верстати

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

По кожній тематиці вказані години на лекційні заняття. Години на самостійну роботу студента при вивченні кожної теми надані у розділі 3

2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення

2.1.1 Вступ до дисципліни –1 година

Передумова створення автоматизованого проектування технологічної підготовки виробництва. Вплив типу виробництва, рівня і методів автоматизації виробничих процесів на обсяг задач технологічного проектування. Системний підхід до автоматизованого проектування технологічних процесів. Роль і місце технолога при автоматизованому проектуванні техпроцесів.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що відомі світові верстатобудівні компанії випускають сучасне обладнання з числовим програмним керуванням, яке дозволяє з високою продуктивністю і точністю обробляти на одному верстаті велику кількість переходів. У сучасних верстатах з ЧПК заготовка може оброблятися за одну установку. Для обслуговування цього обладнання потрібні технологи, які можуть, використовуючи комп'ютерні технології розробляти керуючі програми для обробки різних по формі і розмірам деталей.

Література - [1, с. 3-15]

Питання для самоперевірки

1 З яких підсистем складається система числового програмного керування?

2 Наведіть характеристику позиційних ЧПК?

3 Характеристика контурних ЧПК?

4 Назвіть мови, які використовують для механічної обробки деталей?

2.1.2 Геометричні засади – 3 години

Декартові координати, полярні координати. Абсолютний і складовий розміри. Приклади. Системи координат деталі.

Визначення площин. Становище нульових точок. Положення систем координат

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми необхідно звернути увагу що при абсолютній вказівці розмірів завжди вводяться абсолютні значення координат кінцевої точки в активній системі координат (актуальна позиція не розглядається). При інкрементальній вказівці розмірів завжди вводиться різниця між актуальною позицією і кінцевою точкою з урахуванням напрямку.

На універсальних фрезерних верстатах інструмент, як правило, встановлюється паралельно головним осям. Через позицію установки інструменту виходить відповідна робоча площина. При фрезеруванні віссю інструменту, як правило, є вісь Z. На універсальних токарних верстатах інструмент, як правило, встановлюється паралельно головним осям. При токарній обробці Z це вісь деталі.

Література - [1, с. 13-29], [2].

Питання для самоперевірки

1. Визначення полярних та декартових координат?
2. Які робочі площини при токарній та фрезерній обробці?
3. Що таке нульові та референтні точки?
4. Система координат деталі, визначення?
5. Що таке нульова точка, визначення?

2.1.3 Мовні елементи програмування – 2 години

Структура і зміст програми ЧПК. Елементи мови програмування. Програмування деталі (приклад). Абсолютна та відносна вказівка розміру. Приклади. Спеціальні токарні функції (DIAMON, DIAMOF, DIAM90).

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що програма обробки деталі складається з послідовності кадрів. У кадрі записуються оператори у формі слів. Слово складається з символу адреси і цифри або послідовності цифр, що представляє арифметичне

значення. Також треба звернути увагу на те, що деякі адреси можуть використовуватися багаторазово в одному кадрі (наприклад, G ..., M ..., H ...

Література - [1, с. 43-60, 74-81, 87-90], [2].

Питання для самоперевірки

1. Як записуються оператори у кадрі?
2. Якими словами закінчується програма?
3. Як визначаються елементи мови програмування?
4. Які символи використовуються для створення програми?
5. Яка структура та довжина кадру?
6. Головний та допоміжний кадри?
7. Назвіть адреси, які ви знаєте?
8. Що таке абсолютний та відносний розміри?
9. Що таке спеціальні функції DIAMON, DIAMOF, DIAM90? Як вони діють? Навести приклади використання.

2.1.4 Програмування команд переміщення – 4 години

Команди руху з полярними координатами, полярним кутом, полярним радіусом. Визначення полюса. Приклади. Типи кругової інтерполяції (G2/G3). Приклади. Лінії контуру. Фаска, закруглення (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM). Лінійна інтерполяція G1.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що полюс може бути вказаний в декартових або полярних координатах. Тому введення абсолютного або складеного розміру не впливає на певну в команді програмування систематику. Полярні координати мають сенс в тих випадках, коли деталь або частину деталі виміряні з радіусом і кутом. Такі розміри можуть програмуватися безпосередньо за кресленням через полярні координати. Також треба звернути увагу на те, що позитивний напрямок обертання здійснюється проти годинникової стрілки. Полярний кут може бути визначений як абсолютно, так і ікрементально і зберігається до тих пір, поки не буде визначено новий полюс або здійснена зміна робочої площини. Якщо полюс не визначається, то в якості полюса автоматично розглядається нульова точка актуальною системи координат деталі. Лінійна інтерполяція

дозволяє створювати поверхні 3D, пази та інше. СЧК пропонує ряд різних можливостей для програмування кругових рухів. Завдяки цьому можна безпосередньо отримати перенесення практично будь-якого виду вимірювання креслення.

Література - [1, с. 108-113, 118-135, 147-150, 175-180], [2].

Питання для самоперевірки

1. Що таке полюс? Дати визначення.
2. Команди руху з полярними координатами, навести приклади?
3. Полярний кут та полярний радіус, визначення?
4. Лінійна інтерполяція, види програмування?
5. Кругова інтерполяція, типи та програмування?
6. Фаска та закруглення, види програмування? Приклади.

2.1.5 Панель оператора – 2 години

Клавіші панелі оператора. Верстатний пульт. Кнопка аварійного вимкнення. Режими роботи та функції верстата. Управління подачею. Управління шпинделями. Структура дисплею.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, як відбувається зміна вікна меню; вибір директорії файлу; редагування/ввід значень; підтвердження/відміна вводу. Режим роботи і функції верстату: вибір області верстату; функції верстату. Група режимів роботи каналу; панель оператора; клавіші панелі оператора.

Література - [2, с. 24-35, 37-38, 42-44, 50-61].

Питання для самоперевірки

1. Назвіть клавіші панелі оператора; стандартна клавіатура?
2. Верстатний пульт, кнопка аварійного вимкнення?
3. Режими роботи і функції верстату?
4. Управління подачею; управління шпинделями?
5. Програмне управління?
6. Структура дисплею; індикація управління програмою?
7. Огляд та вибір програм; зміна вікна меню?
8. Перемикання каналу; виклик функції допомоги?

2.1.6 Концепція фрейма – 2 години

Огляд різних систем координат. Система координат верстата. Базова кінематична система. Система координат деталей. Актуальна система координат деталі.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на огляд різних систем координат: система координат верстата; базова кінематична система; система координат деталі. Також важливо звернути увагу на узгодження системи координат деталі з осями верстата. Актуальна система координат деталі; головні осі; геометричні осі; додаткові осі.

Література - [1, с. 23-33], [2].

Питання для самоперевірки

- 1 Система координат верстату; дати визначення?
2. Система координат деталі; дати визначення?
3. Концепція фрейму?
4. Як здійснюється узгодження системи координат деталі з осями верстата?
5. Осі верстату; осі каналу; синхронні осі?

2.1.7. Параметри руху траєкторією – 2 години

Програмування параметрів руху траєкторією. Точний останов G60. Режим управління траєкторією. Режим прискорення. Час очікування G4.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що при зміні напрямку руху в режимі управління траєкторією переходи контурів згладжуються. Завдяки цьому можливий безперервний обхід кутів з по можливості постійною швидкістю або оптимізація переходів за допомогою додаткових команд. Функції точної зупинки використовуються тоді, коли необхідно створення гострих зовнішніх кутів або чистова обробка внутрішніх кутів за розміром. За допомогою критерієв точної зупинки визначається, як точно

здійснюється підведення до кутовій точці і коли здійснюється перемикання на наступний кадр. Також звернути увагу на те, що за допомогою G4 можна перервати обробку деталі між двома кадрами ЧПК на запрограмований час. Наприклад, для вільного різання.

Література - [1, с. 114-119, 184-186, 204-206], [2].

Питання для самоперевірки

1. Що таке точний останов? Коли він використовується?
2. Назвіть режими управління траєкторією?
3. Режим управління траєкторією при прискореному ході G0?
4. Назвіть режими прискорення?
5. Що таке час очікування; види програмування?

2.1.8. Фрейми – 2 години

Фрейм-оператори. Програмоване зміщення нульової точки. Програмоване обертання. Програмований коефіцієнт масштабування. Програмування відображення.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що фрейм це поширене поняття для геометричного вираження, що описує правило обчислення, наприклад, трансляцію, обертання і масштабування або відображення. Ці фрейми можуть використовуватися окремо або комбінуватися один з одним. Також звернути увагу на те, що можна запрограмувати зміщення нульової точки в напрямку зазначеної осі. Завдяки цьому можна працювати із змінними нульовими точками. Наприклад, при повторюваних ходах обробки на різних позиціях деталі.

Література – [1, с. 207-216, 220-239].

Питання для самоперевірки

1. Фрейм-оператори, дати визначення?
2. Що таке зміщення нульової точки?
3. Зміщення нульової точки (TRANS, ATRANS)?
4. Осьове зміщення нульової точки (G58, G59)?
5. Програмоване обертання (ROT, AROT, RPL)?

6. Програмований коефіцієнт масштабування (SCALE, ASCALE)?
7. Програмоване відображення (MIRROR, AMIRROR)?

2.1.9 Управління подачею та рух шпинделя – 2 години

Подача G93, G94, G95. Відсоткова корекція подачі. Число обертів шпинделя. Направлення обертання шпинделя. Постійна швидкість різання G96. Програмоване обмеження числа обертів.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що за допомогою команд G93, G94, G95 встановлюються швидкості подачі в програмі ЧПК для всіх, що беруть участь в послідовності обробки осей. Зазвичай подача складатиметься з окремих компонентів швидкості, що беруть участь в русі геометричних осей і відноситься до центру фрези або до вістря токарного різця. За допомогою програмованої корекції подачі швидкість траєкторних, що позиціонують осей і шпинделів може змінюватися через команду в програмі ЧПК. Програмована зміна подачі відноситься або накладається на встановлену на станочном пульті процентовку подачі.

Число оборотів шпинделя зазначене з S ... або S0 = ... відноситься до майстер-шпинделя. Для додаткових шпинделів вказуються відповідні номери. На кадр ЧПК можуть бути запрограмовані 3 значення S. Через машинні дані може бути встановлено, чи будуть осьові рухи виконані лише після прискорення шпинделя до заданого числа обертів або зупинки шпинделя, або переміщення буде здійснюватися відразу ж після запрограмованих процесів перемикання.

Також звернути увагу на те, що при включеній G96 в залежності від відповідного діаметру деталі, число обертів шпинделя змінюється таким чином, що швидкість різання залишається постійною. Завдяки цьому досягаються рівномірні поверхні після обточування, і тим самим краща якість поверхонь і захист інструменту. За допомогою команди LIMS задається максимальне обмеження числа обертів для майстер-шпинделя.

Література – [1, с. 253-259, 283-290].

Питання для самоперевірки

1. За допомогою яких команд встановлюються швидкості подачі?
2. Що таке відсоткова корекція подачі?
3. Як встановлюється відсоткова корекція подачі?
4. Як програмується число обертів шпинделя?
5. Що таке майстер-шпиндель?
6. За допомогою яких команд встановлюється направлення обертів шпинделя?
7. Як програмується постійна швидкість різання?
8. За допомогою якої команди задається обмеження числа обертів?

2.1.10 Корекції інструменту – 2 години

Корекції інструменту в пам'яті корекцій ЧПК. Вибір інструменту T. Корекція інструменту D. Корекція радіусу інструменту (G40, G41, G42). Підвід до контуру та відведення. Додаткові функції : функція M та функція H.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що за допомогою функцій M3, M4, M5 включається шпиндель, визначається необхідний напрям обертання шпинделя і, наприклад, для токарних верстатів зустрічний шпиндель або ведений інструмент визначається як майстер-шпиндель. Через машинні дані може бути встановлено, чи будуть осьові рухи виконані лише після прискорення шпинделя до заданого числа обертів або зупинки шпинделя або переміщення буде здійснюватися відразу ж після запрограмованих процесів перемикавання.

При виготовленні деталі управління шляхами переміщення інструменту в залежності від відповідної геометрії інструменту здійснюється таким чином, що за допомогою будь-якого використовуваного інструменту може бути виготовлений запрограмований контур. Дані інструменту заносяться окремо в таблицю інструменту СЧПК. У програмі лише викликається потрібний інструмент з його даними корекції.

Також необхідно звернути увагу на те, що контур і шлях інструменту не ідентичні. Центр радіусу фрези або кромки різця повинен переміщатися по еквідистанти до контуру. Для цього запрограмована траєкторія центру інструменту - в залежності від радіуса і напрямки обробки - зміщується таким чином, що кромка різця інструменту рухається точно уздовж бажаного контура. СЧПК при обробці програми отримує необхідні радіуси і обчислює з них траєкторію інструмента.

При включеній корекції радіусу інструменту, СЧПК автоматично обчислює для різних інструментів відповідні еквідистантно шляху переміщення інструменту.

Література – [1, с. 312-319, 320-329, 379-385].

Питання для самоперевірки

1. Корекція інструменту, дати визначення?
2. Як відбуваються корекції інструменту в пам'яті ЧПК?
3. Як відбувається вибір інструменту?
4. Назвіть функції G40, G41, G42, дайте визначення, як відбувається застосування?
5. Що таке еквідистанта?
6. Як відбувається підвід до контуру та відведення?
7. Назвіть M – функції, дайте визначення?
8. Що таке додаткові функції H?

2.1.11 Огляд циклів – 8 годин

Програмування циклів. Підтримка циклів в редакторі програм. Меню та вибір циклів. Цикли свердління. Свердління, центрування – CYCLE81, свердління, зенкування – CYCLE82, глибоке свердління – CYCLE83. Цикли формування отворів. Ряд отворів HOLES1, HOLES2. Матриця отворів CYCLE801. Фрезерні цикли: POCKET1, POCKET2, POCKET3, POCKET4. Токарні цикли: CYCLE93, CYCLE94, CYCLE96, CYCLE97.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на те, що цикли - це технологічні підпрограми, за допомогою яких може бути здійснена стандартна реалізація певного процесу обробки, наприклад,

нарізування внутрішньої різи або фрезерування кишені. Узгодження циклів з конкретними ситуаціями здійснюється за допомогою параметрів. В системі ЧПК пропонуються різні стандартні цикли для технологій: свердління, фрезерування, токарна обробка. Для деяких циклів при виконанні на дисплей СЧПК виводяться повідомлення, що дають вказівки на стан обробки. Ці повідомлення не переривають обробки програми і залишаються до тих пір, або поки не з'явиться нове повідомлення або поки цикл не скінчиться. Протягом усього виконання циклу відображається той кадр, на якому запрограмований цикл. Стандартні цикли працюють з певними призначеними для користувача змінними. Параметри, необхідні для циклів можуть передаватися через список параметрів при виклику циклу. Послідовність параметрів завжди повинна дотримуватися. Кожен параметр забезпечення для циклу має певний тип даних. При виклику циклу треба враховувати ці типи для використовуваних в даний момент параметрів. У списку параметрів можуть передаватися: змінні значення або постійні. Якщо в списку параметрів передаються змінні, то вони спочатку повинні бути визначені в програмі і їм повинні бути присвоєні значення. При цьому цикли можуть викликатися з неповним списком параметрів або з пропуском параметрів.

Література – [3, с. 11-14, 16-17, 39-55, 86-87, 89-98, 99-100, 130-155, 291-333].

Питання для самоперевірки

1. Що таке допоміжні підпрограми циклів?
2. Програмування циклів?
3. Повідомлення про виконання циклу?
4. Виклик циклу і список параметрів?
5. Симуляція циклів?
6. Підтримка циклів в редакторі програм?
7. Меню та вибір циклів?
8. Цикли свердління?
9. Модальний виклик циклів свердління?
10. Цикли формування отворів?
11. Фрезерні цикли?
12. Токарні цикли?
13. Повідомлення про помилки та усунення помилок?

2.2 Перелік практичних занять та їх тривалість

2.2.1 Практична робота № 1 – 2 години.

Тема: Ручна підготовка керуючої програми з використанням G та M кодів.

2.2.2 Практична робота №2 – 2 години.

Тема: Основи програмування процесів механічної обробки. Ознайомлення з інтерфейсом програми Sinutrain Operate, створення машини.

2.2.3 Практична робота №3 – 4 години.

Тема: Програмування токарної обробки в Sinutrain Operate.

2.2.4 Практична робота №4 – 6 годин.

Тема: Програмування фрезерної та свердлильної обробки з використанням циклів в Sinutrain Operate.

Методичні вказівки

При підготовці до проведення практичних робіт слід користуватись інструкціями [1,2,3], а також звернутись до відповідних розділів робочої програми.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

На підставі робочої програми дисципліни та вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни.

Контрольні заходи з дисципліни „Основи систем автоматизованого проектування” передбачають наступні кваліфікаційні завдання:

- опитування за окремими темами лекційного курсу;
- виконання та захист звітів практичних робіт;
- складання іспиту в кінці семестру.

Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, надані у табл. 3.1.

Для закріплення поточних знань на протязі семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує загальну оцінку. Слід зазначити, що всі заплановані заходи повинні бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного-двох тижнів.

Студент, який одержав за результатами модульного контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни, отримує оцінку за іспит.

Таблиця 3.1- Склад, обсяг і термін виконання змістового модулю з дисципліни “Основи систем автоматизованого проектування”

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	Денна форма							Заочна форма						
	Усьо го	у тому числі					уь ого	у тому числі						
		л к	п р	лаб	інд	с. р.		лк	п р	ла б	ін д	с.р .		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
МОДУЛЬ 1														
Змістовий модуль 1. Основи програмування ЧПК.														
Тема 1. Ручна підготовка керуючої програми з використанням G та M кодів (стійка H22).	14	6	2			6	9	1					8	
Тема 2. Основні терміни та визначення. Принципи числового програмного керування верстатами. Геометричні основи.	8	2				6	8,5	0,5					8	
Тема 3. Робочі площини. Системи координат. Структура і зміст програми ЧПК.	7	2				5	8						8	
Тема 4. Управління подачею та рух шпинделя. Мовні	13	4	4			5	11,5	0,5	1				10	

елементи програмування. Спеціальні токарні функції. Програмування команд переміщення. Типи кругової інтерполяції (G2/G3,...).												
Тема 5. Фаска, закруглення (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM).	6	2				4	8					8
Разом за змістовим модулем 1	48	16	6			26	45	2	1			42
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2. Програмування в SINUMERIC 840D.												
Тема 6. Панель оператора. Структура дисплею.	9	2				7	10,5	0,5				10
Тема 7. Цикли. Огляд циклів. Програмування циклів. Цикли свердління і схеми свердління.	15	4	4			7	20,5	0,5				20
Тема 8. Глибоке свердління – CYCLE 83. Модальний виклик циклів свердління.	14	2				12	12	1	1			10
Тема 9. Цикли формування отворів.	18	2	4			12	11	1				10
Тема 10.	16	4				12	21	1				20

<i>Кільцева канавка SLOT2. Фрезерування прямокутної кишені ROCKET1. Цикл виготовлення канавки CYCLE94.</i>											
Разом за змістовим модулем 2	72	14	8			50	75	4	1		70
Усього годин	120	30	14			76	120	6	2		112

4 ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

Надається частковий перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни „Основи систем автоматизованого проектування”. Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

4.1 Основна література

1. SINUMERIK 840D sl/840Di sl/840D/840Di/810D Erweiterte Programmierung Programmierhandbuch. – Freigegeben 03/2006. – 692 с.
2. SINUMERIK 840D sl/840Di sl. SINUMERIK 840D/810D. HMI-Advanced. Benutzerhandbuch. – Freigegeben 01/2006. – 472 с.
3. SINUMERIK. SINUMERIK 840D sl/840Di sl. 840D/840Di/810D Fahrräder. Programmieranleitung. – 402 с.
4. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Основи систем автоматизованого проектування” для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. доц. Пухальська Г.В., доц. Двірник Я.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 58с.
5. Industrial Automation Solution. – [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <http://www.automation.Siemens.com/doconweb>
6. Motion Control from A to Z . – [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <http://www.siemens.com/motioncontrol>