

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
ЗВ'ЯЗКУ**

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І
КОНСТРУЮВАННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

**Методичні вказівки
до виконання курсового проєкту**

для підготовки бакалаврів

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
153 – Мікро та наносистемна техніка
171 – Електроніка

Одеса
2022

Укладач: старший викладач Суліко АСАБАШВІЛІ

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Протокол від “29” серпня 2022 року № 1

В.о. завідувача кафедри _____ Олена ВОРОБІЙОВА

ВСТУП

Сучасний рівень програмних і технічних засобів електронної обчислювальної техніки дозволяє перейти від традиційних ручних методів конструювання до нових інформаційних технологій з використанням ЕОМ, створювати сучасні системи автоматизації проектування (CAD/CAM-системи), які відповідають вимогам міжнародних стандартів як з точки зору якості виконання конструкторсько-технологічної документації так і дотримання певних вимог.

В діалозі з ЕОМ можливо створювати конструкторські документи (креслення, схеми) як з використанням графічних примітивів (типу точка, відрізок, окружність та ін.), так і фрагментів раніше створених конструктивних елементів (графічних зображень стандартних виробів, типових та уніфікованих конструкцій, їх частин). При цьому моделі вищевказаних фрагментів можуть бути параметрично заданими. За допомогою завдання значень параметрів конструктор може змінити їх розміри та геометричну форму, розташувати в необхідному місці креслення під заданим кутом, що забезпечує багатоваріантність графічних зображень і, відповідно, креслень і схем.

Інший, найсучасніший підхід до автоматизації конструкторської діяльності базується на використанні тривимірних геометричних моделей проєктованих виробів, що забезпечує перехід на більш високий, якісний рівень конструювання. Але, обмеженням у використанні систем високого рівня (інтегрованих CAD/CAM/CAE/PDM-систем), які підтримують сучасні інформаційні технології проектування, є їх висока вартість. Тому, системи середнього та низького рівня (AutoCAD та інші) є більш розповсюдженими на українських підприємствах.. AutoCAD – найпоширеніша CAD-система в світі, що дозволяє проєктувати як в двовимірному, так і тривимірному середовищі. За допомогою AutoCAD можна будувати 3D-моделі, створювати і оформляти креслення і багато іншого.

1 МЕТА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт (далі КП) має на меті узагальнити і закріпити отримані знання, навчити студентів самостійно застосовувати їх для комплексного вирішення конкретних практичних задач, прищепити навички проектування, аналізу, обґрунтування прийнятих рішень та висновків. Також її метою є виявлення різноманітних властивостей, якостей, чинників, установлення певних залежностей.

2 ЗМІСТ ТА ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ

Пояснювальна записка містить у наступній послідовності:

- титульний аркуш;
- завдання на курсовий проєкт;
- анотація українською мовою;
- анотація англійською мовою;
- зміст;
- вступ;
- основну частину;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки (креслення);

Обсяг пояснювальної записки: 25-30 сторінок.

Пояснювальна записка (ПЗ) повинна бути виконана комп'ютерним (машинописним) способом. **НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ** включення сторінок, виконаних методом репрографії.

АНОТАЦІЯ обсягом 0,5-1 с. державною та іноземною (яку вивчав студент) мовами повинна стисло відображати загальну характеристику та основний зміст роботи і містити:

- відомості про обсяг пояснювальної записки, кількість ілюстрацій, таблиць, креслень, додатків і бібліографічних найменувань за переліком посилань;
- мету роботи, використані методи та отримані результати;
- рекомендації щодо використання або (та) результати впровадження розробок або досліджень;
- перелік ключових слів (не більше 20).

ВСТУП повинен відображати стан предмету і галузі, та передумови необхідності виконання поставленого в роботі завдання

ОСНОВНА ЧАСТИНА пояснювальної записки повинна включати:

1 Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку CAD/CAM- систем.

1.1 Огляд сучасних САПР.

1.2 Структура, призначення та функціональні можливості САПР AutoCAD.

2 Розширення функціональних можливостей AutoCAD засобами AutoLISP та DCL.

2.1 AutoLISP як засіб адаптації AutoCAD до різноманітних застосувань.

2.2 Особливості мови керування діалогом DCL.

3. Структура лабораторного робота-маніпулятора та розміри.

4. Створення 2D та 3D креслень робота-маніпулятора.

Перший розділ повинен містити огляд сучасних систем автоматизації проектування. Шляхом аналізу літературних джерел, а також інформації з мережі Інтернет перелічити та дати загальну характеристику існуючих

CAD/CAM-систем, висвітлити їх недоліки та переваги. Описати призначення, галузь застосування, характеристики, структуру, функціональні можливості актуальної версії САПР AutoCAD.

Другий розділ присвячений аналізу можливостей адаптації середовища AutoCAD для різноманітного застосування та урахування специфіки виробництва. Висвітлити сутність технології багатоваріантного конструювання.

Третій розділ присвячується вирішенню практичних задач, пов'язаних з дослідженням структури лабораторного робота-маніпулятора та зняттям розмірів.

Четвертий розділ присвячується вирішенню практичної задачі створення 2D та 3D креслень робота-маніпулятора в AutoCAD, проставити позначення розмірів.

Окремі розділи також повинні закінчуватися конкретними висновками (5-10 рядків).

Пояснювальна записка виконується на аркушах формату A4 (210x297 мм) через 1,5 інтервалу **на одному боці аркуша білого паперу без рамки**. Поля: 15 мм від правого, 20 мм від нижнього і верхнього боку і 25 мм від лівого боку аркуша.

Нумерація сторінок. Перший – титульний аркуш, номер сторінки на ньому **не ставиться**. Другий лист – бланк завдання, вважається другою та третьою сторінками роботи, але номер сторінки на ньому не ставиться. Нумерація починається з наступного – четвертого аркуша. При цьому **нумерація сторінок (аркушів) проставляється в правому верхньому куті основного напису**. Таким (четвертим) аркушем може бути **ЗМІСТ** або **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ**, якщо він потрібний. На всіх інших аркушах ПЗ в правому верхньому куті вказується номер сторінки за наступною наскрізною нумерацією. Останньою пронумерованою сторінкою є остання сторінка **ПЕРЕЛІКУ ПОСИЛАНЬ**.

Сторінки **ДОДАТКІВ** нумеруються окремо, починаючи з 1.

Окремі слова і формули, що вписуються в друкований текст, повинні бути чорного кольору і мати близьку до основного тексту густоту. Власні імена наводяться мовою оригіналу (при першому нагадуванні - обов'язково).

Помилки, описки і графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого зображення машинописним способом або від руки. Виправлене зображення повинно бути чорного кольору.

Титульний (перший) аркуш роботи оформляється відповідно до зразка. Найменування структурних елементів **ЗМІСТ, ВИСНОВКИ і ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ не нумеруються**. Розділи, підрозділи, пункти і підпункти повинні мати заголовки.

Заголовки структурних елементів і розділів варто розміщати на середині сторінки без абзацу і виконувати прописними буквами, напівжирним, без крапки наприкінці. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів повинні починатися з абзацу (1,25 см). Абзацний відступ повинен бути однаковим по

всьому тексту роботи – 1,25 см. Якщо заголовок складається з двох або більш речень, їх варто розділяти крапкою.

Переноси слів у заголовку розділу (підрозділу) НЕ ДОПУСКАЮТЬСЯ. Надалі по тексті виставляються автоматичні переноси.

Відстань між заголовком, попереднім і наступним текстом повинна бути не менше двох рядків. НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ розміщати заголовок у нижній частині сторінки, якщо після нього залишається тільки один рядок. НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ заповнення останнього аркуша розділу менше ніж на пів сторінки.

Розділи, підрозділи, пункти і підпункти нумеруються арабськими цифрами:

- розділи – 1, 2 і т.д.,
- підрозділи – 1.1, 1.2, і т.д. , 2.1, 2.2, і т.д.,
- пункти – 1.1.1, 1.1.2 і т.д., 2.1.1, 2.1.2 і т.д.,
- підпункти – 1.1.1.1, 1.1.1.2 і т.д., 2.1.1.1, 2.1.1.2 і т.д.

Не рекомендується використовувати градації більше четвертої.

Ілюстрації варто розміщати безпосередньо після тексту, у якому вони вперше згадуються, або на наступній сторінці (якщо безпосередньо після тексту ілюстрацію розмістити неможливо). На всі ілюстрації (у тому числі на запозичені) **обов'язково** повинні бути посилання у роботі. **Всі ілюстрації, що виносяться на захист, повинні бути наведені в основній частині курсового проекту або в додатках.**

Всі рисунки в тексті виділяються одним рядком до рисунка та одним після назви. Режим вставки «в тексті», по центру, без абзацу.

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми) повинні відповідати вимогам стандартів ЄСКД. **Використання сканованих або запозичених з інтернету рисунків, схем, діаграм, графіків і таблиць низької якості НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ.** Ілюстрації (рисунки) нумеруються арабськими цифрами в межах розділу і називаються «Рисунок», наприклад: «Рисунок 2.5 – Схема загального виду» (назва рисунка вказується по необхідності). В наведеному прикладі цифри означають «п'ятий рисунок другого розділу». Допускається наскрізна нумерація рисунків у межах усієї ПЗ (крім додатків).

Таблицю варто розміщати безпосередньо після тексту, у якому вона вперше згадується, або на наступній сторінці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті. Нумерація таблиць провадиться за аналогією з ілюстраціями. Слово «Таблиця 2.1» (із номером) розміщається праворуч над таблицею. Назва над таблицею не обов'язкова. При наявності назви вона повинна бути стислою і відбивати зміст таблиці, розташовується по центру без абзацу та без крапки наприкінці.

Приклад нумерації першої таблиці другого розділу з прикладом виконання переносу (розриву таблиці) наведений на рис. 2.1.

Таблиця 2.1

Порівняльні характеристики...

Назва типу Назва складу	Тип А	Тип Б	Тип В
Склад 1 (шт.)	10	12	8
Склад 2 (шт.)	9	14	7

Продовження табл. 2.1

Назва типу Назва складу	Тип А	Тип Б	Тип В
Склад 3 (шт.)	10	12	8
Склад 4 (шт.)	9	14	7
Всього			

Рисунок 2.1

Формули і рівняння розміщуються безпосередньо після тексту, у якому вони вперше згадуються, у середині рядка з полями зверху і знизу не менше одного рядка. Всі формули набираються тільки в редакторі, що міститься в програмному забезпеченні Microsoft Word. Набирати формули текстом та з використанням символів НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ.

Нумерація формул здійснюється тільки на ті формули, на які є згадування в подальшому тексті. Нумерація формул здійснюється аналогічно нумерації ілюстрацій і таблиць. Номер формули проставляється в круглих дужках на рівні формули в крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення символів і числових коефіцієнтів варто розміщати безпосередньо під формулою в тієї же послідовності, як вони наведені у формулі. Перший ряд пояснення починається з абзацу словом «де» без двокрапки. Пояснення кожного символу варто починати з нового рядка.

Приклад:

Відомо, що

$$Z = (M1 - M2)/(\sigma_1 + \sigma_2)^{0.5}, \quad (2.1)$$

де $M1$ і $M2$ – математичне сподівання;

σ_1 і σ_2 – середнє квадратичне відхилення навантаження.

Формули, що слідуєть одна за другою і не розділені текстом, відокремлюються комою.

При виконанні обчислень по приведеній формулі після знаку рівності замість літерних позначень наводяться їхні чисельні значення і (через знак рівності) отриманий результат із вказівкою одиниць виміру.

Переносити формули на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, причому знак операції на початку наступного рядка повторюється. При переносі на операції множення застосовується знак « $\times$ ».

Посилання на джерела в тексті позначаються порядковим номером по переліку посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, «... у роботах [2-5]...». При посиланні на розділи, підрозділи, пункти і підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, додатки вказують їх номери. Для прикладу нижче наведені декілька варіантів:

«... у розділі 2 ...», «... дивися 2.1...», «... по 3.3.2 ...», «... відповідно до 2.3.4.1...», «...на рис. 1.3...» або «... на рисунку 1.3...», «... у таблиці 3.2...» або «... див. табл. 3.2...», «... по формулі (3.1...), «... у рівняннях (1.23) – (1.25)... », «... у додатку Б...» і т.п.

Перелік буває двох рівнів. Перед кожною позицією переліку варто ставити малу літеру абетки з дужкою, або, не нумеруючи, дефіс (перший рівень деталізації). Для подальшої деталізації переліку варто використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації). Перелік першого рівня деталізації друкуються малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – із відступом щодо місця розміщення першого.

Приклад.

«рівні еталонної моделі взаємодії відкритих систем:

- перший – фізичний;

- другий – каналний:

а) підрівень керування логічним каналом;

б) підрівень доступу до середовища передачі;

- третій – мережної;

і т.д. »

До додатків виносяться:

– специфікації;

– методики і протоколи випробувань;

– виведення розрахункових формул;

– інші матеріали, які допомагають більш повно і докладно розкрити задум та шляхи реалізації роботи.

Додатки варто наводити в порядку посилань на них у тексті. Кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додатки позначаються в середині рядка прописними буквами, наприклад «ДОДАТОК Д». Після цього

симетрично до тексту друкується заголовок додатку. Нумерація сторінок додатків є загальною з іншими сторінками роботи.

У разі потреби текст додатку можна розділити на розділи, підрозділи і пункти, як в основній частині роботи, наприклад, А.2.1 (що означає підрозділ 2.1 додатка А). Аналогічно нумеруються у межах кожного додатку ілюстрації, таблиці, формули і рівняння, наприклад, «Рисунок Б.4» або «рис. Б.4», «Таблиця Е.2» або «табл. Е.2», «(Д.2)» – друга формула додатка Д.

Якщо додаток є документом, що має самостійне значення, і оформлюється відповідно вимогам до документів даного виду, то перед його копією вставляється аркуш, на якому посередині друкується «ДОДАТОК ____» і його найменування. Сторінки копії цього документу нумеруються як продовження наскрізної нумерації сторінок роботи, незважаючи на наявність власної нумерації сторінок документу.

Графічна частина курсового проєкту включає креслення А1 у кількості одного аркуша.

Орієнтовний склад графічної частини: габаритне креслення (креслення загального виду) об'єкту проектування.

Оформлення графічної частини повинно бути в суворій відповідності з вимогами ЄСКД і ЄСПД.

Графічна частина повинна виконуватися з дотриманням масштабу, форми, розмірів, порядку заповнення основних написів і додаткових граф, що регламентує ДЕСТ 2.104-68.

3. ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Захист КП відбувається перед спеціальною комісією кафедри у складі керівника і одного або двох провідних викладачів.

Студент, що вчасно не подав керівнику КП для перевірки (за тиждень до дати захисту) і не захистив її у призначений термін без поважної причини, рахується таким, що має академічну заборгованість.

КР зберігаються на кафедрі протягом встановленого номенклатурним переліком строку зберігання. Після закінчення терміну зберігання КП підлягають списанню у встановленому порядку.

4. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Основним завданням курсового проєкту є розробка **2D** креслень та **3D моделі** лабораторного робота-маніпулятора. Приклад отриманого результату приведений в ДОДАТКУ А.

Маніпулятор представляє собою сукупність просторового важільного механізму і системи приводів, що здійснює під керуванням програмованого

автоматичного пристрою чи людини-оператора дії (маніпуляції), аналогічні діям руки людини.

Досліджуваний маніпулятор (рис. 4.1) має 3 ступені свободи (вільності). Для приведення в рух ланок маніпулятора в кожному із суглобів встановлено сервопривід MG90S. Перший ступінь свободи забезпечує основа маніпулятора, другий – плече, третій – лікоть. Захват (клешня) виконує функцію захоплення об'єкта.

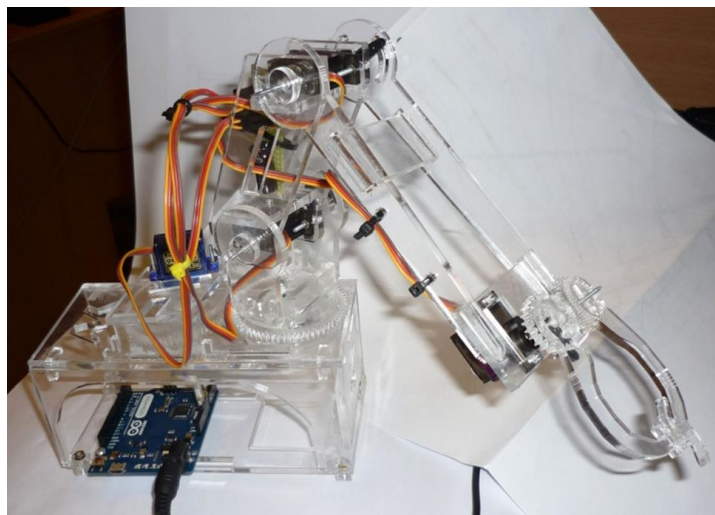


Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд досліджуваного лабораторного маніпулятора

У кожній ланці робота-маніпулятора встановлені певні обмеження кута повороту:

- база (основа) – $0...90^\circ$;
- плече – $0...100^\circ$;
- лікоть – $0...120^\circ$;
- захват – $0...60^\circ$.

У даному маніпуляторі використано сервоприводи фірми Tower Pro марки MG90S (рис. 4.2).

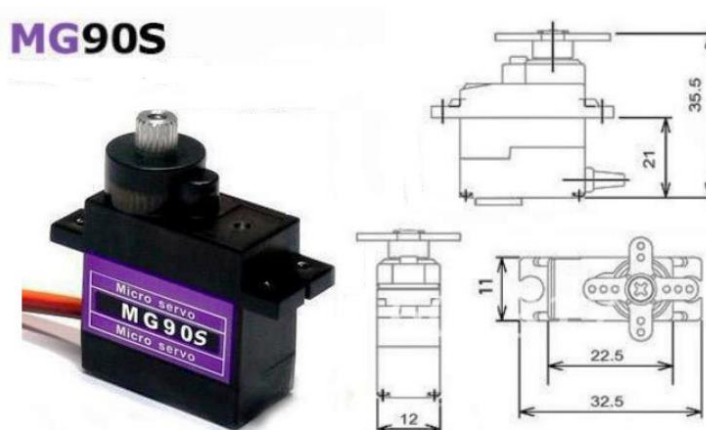


Рисунок 4.2 – Зовнішній вигляд та розміри сервопривода MG90S

Також маніпулятор укомплектований ультразвуковим сенсором HC-SR04 (рис. 4.3).

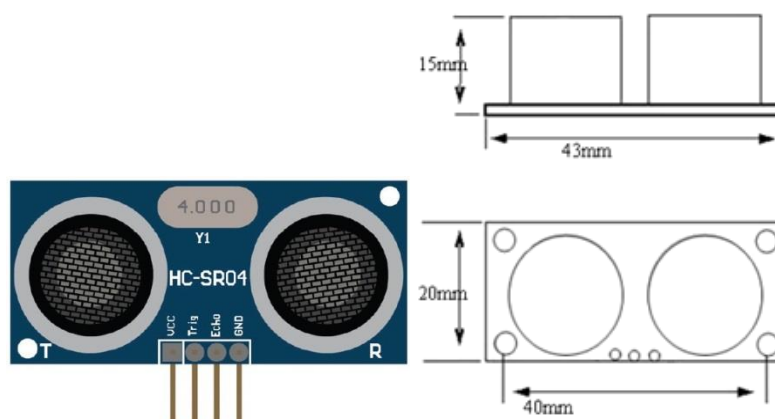


Рисунок 4.3 – Вид та розміри ультразвукового сенсора HC-SR04

У ході виконання поставленого завдання потрібно указати, які інструменти були використані на кожному кроці розробки креслення.

Від точності переданої деталізації моделі залежить оцінка, отримана за курсовий проєкт.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЄКТУ

1. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки.
2. Дудюк Д. Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси: Навч. посібник / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, М. М. Мисик. – Львів: "Магнолія плюс" СПД ФО В. М. Піча, 2005. – 278 с.
3. ДСТУ 2879-94 Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення. – Чинний з 1996-01-01. – 34 с.
4. Кутя В. М. Програмно-технічна реалізація системи керування роботом-маніпулятором / В.М. Кутя, А.О. Шабловський // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2015). Восьма міжнародна науково-практична конференція 18-19 травня 2015 року, Київ, Україна. – К.: НАУ, 2015. – С. 206–207.
5. Математичне забезпечення інформаційно-керуючих систем: Підручник для вузів / Гуржій А. М., Дудар З. В., Левикін В. М., Шамша Б. В. – Харків: Компанія СМІТ, 2006. – 448 с.
6. Рокочинський А. М., Наумчук О. М., Величко С. В., Коптюк Р. М. Основи САПР: Навч. посібник / За ред. проф. А. М. Рокочинського. Рівне: НУВГП, 2010.
7. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х. : ХДУХТ, 2017.
8. Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібн. — 4-те вид. – К.: Каравела, 2012. – 200 с.

ДОДАТОК А

ПРИКЛАД КРЕСЛЕННЯ РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА

