

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
МР.ПМК<sub>М</sub>-038.00.00.000 ПЗ

Група ПМК<sub>М</sub>-21-1

Мельник Олександр

Богданович

2022

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**  
Інститут інженерної механіки  
Кафедра: комп'ютеризованого машинобудування

Мельник Олександр Богданович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.867.23  
(індекс)

## **МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

Розробка конструкції транспортної платформи для обслуговування  
навчально-дослідницької ділянки механічної обробки  
(назва роботи)

Комп'ютеризовані і роботизовані технології машинобудування  
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

О.Б.Мельник  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Лукань Т.В., асистент кафедри КМВ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор \_\_\_\_\_ Панчук В. Г.  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м. Івано-Франківськ — 2022 рік

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри \_\_\_\_\_**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Мельнику Олександрю Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка конструкції транспортної платформи для обслуговування навчально-дослідницької дільниці механічної обробки

керівник роботи Лукань Т.В., асистент кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "14" жовтня 2022 року № 494/7

2. Строки подання студентом роботи 23 грудня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи: креслення складових елементів конвеєра та умови експлуатації маніпулятора; середовище програм SolidWorks

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Теоретична частина. 2. Конструкторська частина. 3. Технологічна частина. 4. Програмування конвеєра

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Гнучка автоматизована система – 1 лист А1. 2. Будова стрічкового конвеєра – 1 лист А1. 3. Траєкторія руху інструменту при обробці деталі – 1 лист А1. 4. Імітація обробки деталі – 1 лист А1. 5. Деталювання- 3 листи А3, 9 листів А4.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1      | Лукань Т.В., асистент кафедри КМВ         |                |                  |
| 2      | Лукань Т.В., асистент кафедри КМВ         |                |                  |
| 3      | Лукань Т.В., асистент кафедри КМВ         |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів магістерської роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітки |
|-------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Теоретична частина                |                                |          |
| 2     | Конструкторська частина           |                                |          |
| 3     | Технологічна частина              |                                |          |
| 4     | Програмування конвеєра            |                                |          |
| 5     | Оформлення графічної частини      |                                |          |
| 6     | Оформлення пояснювальної записки  |                                |          |
|       |                                   |                                |          |
|       |                                   |                                |          |
|       |                                   |                                |          |
|       |                                   |                                |          |

Студент \_\_\_\_\_ Мельник О.Б.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Лукань Т.В.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

“ 01 ” 09 2022 р.

## Реферат

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Розробка конструкції транспортної платформи для обслуговування навчально-дослідницької ділянки механічної обробки» складається зі 89 аркушів. До неї входять 55 рисунків, 9 таблиць, 1 додаток. В роботі використано 9 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – Транспортна платформа для обслуговування навчально-дослідницької ділянки.

Предмет дослідження – Конструювання транспортної платформи для обслуговування навчально дослідницької ділянки.

Мета роботи – Конструювання транспортної платформи для обслуговування навчально дослідницької ділянки.

Для проектування конструкції роботизованого візка було проаналізовано його призначення та умови роботи, підбрано кроковий двигун. Були вибрані комплектуючі та в середовищі SolidWorks розроблені конструкції роботизованого візка.

Для виготовлення деталі «Нижня основа» було розроблено технологічний процес, вибрано верстатне обладнання, різальний інструмент, вибрано режими різання та виконана симуляція обробки в середовищі CamWorks.

Ключові слова: транспортна платформа, SolidWorks, механічна обробка, технологічний процес, режим різання, тривимірна модель, CamWorks, Arduino.

Студент Мельник О. Б.

## Summary

Master's thesis on the topic: Development of the design of the transport platform for the maintenance of the training and research department of mechanical processing. This work consists of 89 sheets. It includes 55 figures, 9 tables, 1 appendices. 9 bibliographic titles were used in the work.

The object of study - Transport platform for servicing the educational and research station.

The subject of research - Construction of a transport platform for the service of an educational research station.

The purpose of the work - Construction of a transport platform for the service of an educational research station.

To design the robotic cart, its purpose and operating conditions were analyzed, and a stepper motor was selected. The components were selected and the designs of the robotic cart were developed in the SolidWorks environment. For the manufacture of the "Lower basic" part, a technological process was developed, machine tools, cutting tools were selected, cutting modes were selected, and machining simulation was performed in the CamWorks environment.

Keywords: Transport platform, SolidWorks, machining, technological process, cutting model, three-dimensional model, CamWorks, Arduino.

Student Melnyk O.B.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Вступ.....  | 8  |
| 1. Теоретичні відомості.....  | 8  |
| 1.1 Гнучке автоматизоване виробництво.....                              | 8  |
| 1.2 Транспортні роботи.....   | 13 |
| 1.3 Використання транспортних роботів в сучасній промисловості.....     | 22 |
| 2. Конструкторська частина.....   | 24 |
| 2.1 Опис призначення, конструкції та принципу роботи платформи.....     | 24 |
| 2.2 Підбір крокового двигуна для домкрату.....                          | 24 |
| 2.3 Комплектуючі.....   | 25 |
| 2.3.1 Arduino UNO R3.....   | 25 |
| 2.3.2 HC SR-04.....   | 32 |
| 2.3.3 TCRT5000.....   | 33 |
| 2.3.4 Motor shield.....   | 34 |
| 2.3.5 Кроковий двигун.....  | 37 |
| 2.3.6 Сервопривід.....  | 39 |
| 2.3.7 Інші комплектуючі.....  | 40 |
| 2.4 Середовище 3D моделювання «SOLIDWORKS».....                         | 42 |
| 2.5 Опис панелі інструментів 3-D моделювання системи SolidWorks.....    | 43 |
| 2.6 Опис панелі інструментів для створення 3-D складальних одиниць..... | 45 |
| 2.7 Створення 3D моделей комплектуючих та кінцевої збірки.....          | 47 |
| 3. Технологічна частина.....  | 57 |
| 3.1 Опис призначення та конструкції деталі.....                         | 57 |
| 3.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....                      | 58 |
| 3.3 Опис і аналіз технологічного процесу.....                           | 59 |
| 3.4 Вибір різального інструменту та режимів різання.....                | 62 |
| 3.5 Керуюча програма для верстата.....                                  | 66 |
| 4. Програмування платформи.....   | 69 |
| 4.1 Загальна інформація.....  | 69 |
| 4.2 Середовище програмування Arduino IDE.....                           | 69 |
| 4.3 Скетч для платформи.....  | 71 |
| 4.4 Калібрування платформи.....   | 75 |
| Висновки.....   | 79 |
| Список літератури.....  | 80 |

|          |      |              |        |      |                                 |      |        |
|----------|------|--------------|--------|------|---------------------------------|------|--------|
|          |      |              |        |      | <b>MP.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ</b> |      |        |
| Зм.      | Арк. | № Докум.     | Підпис | Дата |                                 |      |        |
| Розроб.  |      | Мельник О.   |        |      | Літ.                            | Арк. | Аркуші |
| Перевір. |      | Лукань Т. В. |        |      | 7                               | 80   |        |
| Затверд. |      |              |        |      | <b>Пояснювальна<br/>записка</b> |      |        |
|          |      |              |        |      | <b>ІФНТУНГ</b>                  |      |        |

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 2           |

## ВСТУП

Економічна незалежність України в значній мірі залежить від рівня розвитку машинобудування в країні. Донедавна машинобудування в Україні практично не розвивалося, значно поступаючись за темпами розвитку від промислово розвинених країн світу. Продукція характеризувалась великою металоємністю, енергоємністю, недосконалими системами керування. В той час, як в світовій практиці чітко спрацювала тенденція створення безлюдних технологій. В цей час особлива увага була приділена числовому програмному керуванню верстатами. Така методика відзначається гнучкістю і універсальністю з високим рівнем автоматизації.

Застосування нових технологій в машинобудуванні дозволить різко підвищити продуктивність праці в умовах середньо- та дрібносерійного виробництва. Набуло розвитку використання гнучких виробничих систем, які складаються з набору верстатів, маніпуляторів, засобів контролю, об'єднаних загальним керуванням. Використання нового металорізального інструменту. А також прогрес в галузі верстатобудування, що дозволяє збільшити номенклатуру виробів. Всі ці чинники стимулюють науково-технічний прогрес, перехід до випуску нових більш досконалих зразків продукції, таким чином докорінно змінивши весь характер машинобудування в країні.

Тема роботи – Розробка конструкції транспортної платформи для обслуговування навчально-дослідницької дільниці механічної обробки.

Об'єкт – обслуговуюча транспортна платформа для механічної дільниці.

Предмет роботи – конструювання транспортної платформи для забезпечення навчально-дослідницьких потреб дільниці механічної обробки.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 8           |

# 1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

## 1.1 Гнучке автоматизоване виробництво

Гнучке виробництво - це передова організація виробництва, що ґрунтується на широкому застосуванні інформаційних технологій в управлінні, плануванні та виробленні рішень і тим самим забезпечує широку номенклатуру продукції, швидко й економічно переходить від випуску одних до випуску інших найменувань виробів у межах встановленої їх номенклатури, а також допускає зміни номенклатури виготовлюваних виробів без зміни технологічного оснащення виробництва. Гнучкі виробничі системи (галузь знань) — галузь науки і техніки, котра охоплює розроблення і дослідження методів структуроутворення, проектування, моделювання та вивчення властивостей складних розподілених у просторі автоматизованих систем виробничого призначення, побудова яких ґрунтується на використанні устаткування, що програмно переналагоджується, та інтеграції процесів наскрізного технологічного циклу з проектуванням виробів, технологічною підготовкою виробництва й автоматизованим управлінням виробництвом.

Гнучкість виробництва - це його здатність виготовляти широку номенклатуру виробів та швидко й економічно здійснювати перехід від випуску одних до випуску інших найменувань виробів. У відповідності з цим гнучке виробництво повинно характеризуватись такими трьома властивостями:

- виробляти широку номенклатуру продукції;
- швидко й економічно переходити від випуску одних до випуску інших найменувань виробів у межах встановленої їх номенклатури;
- допускати зміни номенклатури виготовлюваних виробів без зміни технологічного оснащення виробництва

Як властивість виробничих систем гнучкість має чотири основні критерії:

1. Повторення – здатність системи багатократно повертатися до виконання раніше освоєних робіт після завершення даної роботи;

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 9           |

2. Універсальність – здатність системи обробляти різні вироби і в різних кількостях без будь-якої модифікації;
3. Пристосованість – здатність системи до переналагоджування на новий виріб шляхом дії ззовні або самоналагоджування;
4. Адаптивність - здатність системи підлаштовуватись до змін зовнішніх і внутрішніх факторів в певних межах без порушення власного функціонування чи втрати якості продукції.

Гнучка виробнича система є однією з форм гнучкої автоматизації, в якій кілька верстатів пов'язані між собою підйомно-транспортною системою і всі аспекти системи контролюються центральним комп'ютером. ГВС відрізняються від автоматизованої виробничої лінії своєю здатністю обробляти більше одного виду продукту одночасно. ГВС також може впоратись із змінами в асортименті продукції та виробничого графіка, тобто вимагати зразки для різних продуктів, виготовлених при зміні системи з плином часу. Нові стилі продуктів можуть бути введені і виробництво з ГВС, поки вони знаходяться в діапазоні продуктів, що система призначила для обробки. Тому така система ідеально підходить, коли попит є нижчим середнього і ймовірно з її допомогою попит збільшиться.

Компонентами в ГВС є:

- Машини для обробки, які зазвичай є верстатами з ЧПУ, які виконують операції обробки, хоча інші види автоматизованих робочих місць також можливі;
- Системи матеріальної обробки, такі як конвеєрна система, яка здатна передавати робочі частини до будь-якої машини в ГВС;
- Центральна комп'ютерна система, яка відповідає за зв'язки частини програми ЧПУ з кожною машиною і для координації діяльності машин із вантажно-розвантажувальною системою.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 10          |

Крім того, четвертим компонентом з ГВС є людська праця. Хоча гнучка виробнича система являє собою високий рівень автоматизації виробництва, люди як і раніше потрібні для управління системою, завантажувати і розвантажувати частини, змінювати інструменти, і для обслуговування та ремонту обладнання.

Гнучка автоматизація ( ГА ) є одним з видів автоматизації виробництва, яка проявляє деяку форму "гнучкості" . Найчастіше ця гнучкість є можливістю виготовлення різних продуктів протягом короткого проміжку часу. Цей "процес гнучкості" дозволяє виготовляти різні типи частин з схожими життєвими циклами. Інший тип гнучкості, поставляється з гнучкої автоматизації і має здатність виробляти дану частину через багато поколінь . Очевидно, що є кілька інших видів гнучкості. Хоча ГА складається з різних комбінованих технологій , вона найчастіше приймає форму систем обробки, тобто виробничих систем, де матеріал видаляється з заготовки. Гнучкість походить від програмування комп'ютерів, керуючих машин. Гнучка автоматизація спостерігається також в складальних системах. Найбільш помітно форма гнучкої збірки спостерігається в електронній промисловості, де гнучкі машини використовуються для заповнення друкованих плат з інтегральних схем та інших комплектуючих. У цьому випадку, виробники щоб виправдати значні інвестиції знайшли машини які набагато перевершують точність і надійність.

Шлях підвищення продуктивності. Процедуру оцінки виробів на технологічність важко автоматизувати, оскільки немає чітких критеріїв технологічності конструкції. В сучасних системах автоматизовано лише два процеси обробки виробів на технологічність: запозичення деталей та оцінка технологічності конструкції.

До пакету прикладних програм системи оцінки технологічності конструкції належать бази даних, СУБД, система кодування, загальне, та спеціальне програмне забезпечення. Вхідним документом є розширена конструкторсько-технологічна специфікація, яку заповнюють, конструктор і

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 11          |

технолог. На основі описаних даних розв'язуються задачі автоматизації технологічної класифікації і управління технологічністю конструкції виробу. При цьому виконуються такі операції: встановлення номенклатури окремих показників технологічності; встановлення масових коефіцієнтів окремих показників; вибір методу визначення комплексного показника технологічності (вибір формули); розрахунок досягнутих показників технологічності; встановлення базових показників технологічності; розробка структурної схеми управління технологічністю.

Комплексний показник технологічності:

$$k = \sum_{i=1}^n k_i a_i \quad (1.1)$$

$k_i$ -окремий показник технологічності,  $a_i$ -масовий показник окремого показника Обробка групи деталей на технологічність мас стати складовою частиною технологічної підготовки виробництва для впровадження ГВС. Досвід показує, що підвищенням технологічності виробів за рахунок усіх можливих засобів можна знизити трудомісткість виготовлення машин на 20-30%.

Переваги

1. Швидкі, більш дешеві зміни від однієї частини до іншої, поліпшення використання капіталу.
2. Низькі прямі витрати праці, у зв'язку зі скороченням чисельності працівників.
3. Невелика кількість інвентарю, завдяки точності планування та програмування.
4. Послідовна і краща якість, за рахунок автоматизованого контролю.
5. Низька вартість / на одиницю продукції, завдяки більш високій продуктивності, використовуючи ту ж кількість робочих.
6. Економія від непрямой праці, від зниження помилок, доробки, ремонту і браку.

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>МР.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 12   |

## Недоліки

1. Обмежена здатність адаптуватися до змін типу продуктів або продуктів (наприклад, машини мають обмежені можливості і інструменти).
2. Великий аналіз попереднього планування діяльності.
3. Дорога, вартість- мільйони доларів.
4. Технологічні проблеми точного позиціонування компонентів і точні терміни, необхідні для обробки компонентів.
5. Складні системи виробництва.

## Актуальність гнучкого виробництва

Стратегія виробництва сьогодні в тому, щоб забезпечити найбільшу вигоду від виробництва. Це можливо тільки тоді, коли виробнича система знаходиться під повним контролем автоматизованої технології. В плані виробництва, можна прийти до висновку, що для промисловості потрібно досягати високу гнучкість, роблячи інноваційні технічні та організаційні зусилля. Наприклад структура компанії Volvo, яка робить автомобілі на рухомих палетах, а не конвеєрах. Крім того, система виробництва Volvo має більшу гнучкість, оскільки вона використовує кілька операторів, які незалежні від темпу механічної лінії.

Гнучкі процеси забезпечать швидку і низьку вартість переходу з одного продукту на інший.

### 1.2 Транспортні роботи

Транспортний робот - це програмно-керований механізм із засобами завантаження і розвантаження транспортуючих виробів, автоматично переміщається по програмі управління в межах дільниці, цеху, заводу.

В якості рухової системи робота зазвичай виступає колісним або гусеничним шасі разом з вбудованими тяговими і кермовим приводами. Система управління, використовуючи сигнали зворотного зв'язку про фактичне

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 13          |

становище і орієнтації робота, виробляє такі управляючі на тягові і кермові приводи, при обробці яких робот рухається по заданій трасі з необхідною швидкістю.

#### Структура промислових роботів

1. Механічна система (маніпулятор) - це механізм, який автоматично відтворює функції руки (ноги) людини при виконанні виробничих операцій шляхом переміщення об'єкта в просторі;
2. Система програмного керування (ЕОМ);
3. Інформаційна система.

По степені досконалості і типах систем керування промислові роботи поділяються на покоління:

1. Перше покоління - програмні роботи (промислові), які працюють за жорсткими програмами. Тобто програма їх дії містить повний набір інформації, що не змінюється в процесі роботи і не коригується при зміні зовнішнього середовища. Вони широко застосовуються в машинобудуванні.
2. Друге покоління - адаптивні роботи, які працюють за гнучкими програмами і мають сенсорне забезпечення, що дозволяє коригувати керуючу програму відповідно з інформацією, отриманою в процесі роботи.

#### Класифікація гнучких автоматизованих транспортних засобів

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 14          |



Рисунок 1.1 - Спеціалізований транспортний робот



Рисунок 1.2 - Гусеничний транспортний робот

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | <i>15</i>   |



Рисунок 1.3 - Рейковий транспортний робот



Рисунок 1.4 - Стрічковий конвейєр

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 16   |



Рисунок 1.5 - Маніпулятор для підйомно-транспортних робіт



Рисунок 1.6 - Пневмоколісна машина для підйомно-транспортних робіт

В якості транспортно-завантажувальних пристроїв в автоматизованому виробництві широкого поширення набули промислові роботи і маніпулятори. Промисловий робот – це автоматичний маніпулятор промислового застосування.



Рисунок 1.7 – Підвісний транспортний робот



Рисунок 1.8 - Монорейковий транспортний робот

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 18          |

Транспортні роботи класифікують:

1. За місцем переміщення вантажів:
  - 1) підлогові;
  - 2) підвісні.
2. За способом переміщення вантажів:
  - 1) транспортують вантаж захватом маніпулятора;
  - 2) буксируючі транспортні засоби з вантажем і переміщують вантаж без захоплення.
3. За функціональними можливостями:
  - 1) виконують тільки одну операцію , зв'язану з переміщенням вантажу;
  - 2) виконують декілька операцій (переміщення, завантаження, вивантаження).
4. За типом ходового пристрою:
  - 1) пневмоколісні;
  - 2) на рейковому ході;
  - 3) гусеничні та крокуючі.
5. За способом управління:
  - 1) з ручною системою;
  - 2) автономні;
  - 3) працюючі по зовнішніх сигналах;
  - 4) з комбінованою системою.

Управління транспортним роботом

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 19          |

Найпростіші транспортні роботи переміщуються по напрямних (рейках), а підведення живлення може здійснюватися за допомогою гнучких кабелів, від ковзаючих проводів, від автономних джерел живлення (акумуляторів). Очевидно, що рейкові візки володіють недостатньою гнучкістю переміщень по різних траєкторіях в межах ГВС у зв'язку зі складністю технічних систем зміни напрямку переміщення.

Автоматичне управління переміщенням транспортним роботом вимагає наведення його на необхідну траєкторію переміщення. Використовуються такі основні способи наведення безрейкових транспортних роботів на траєкторію:

- оптичний;
- індукційний;
- радіонаведення .

При оптичному способі наведення управління здійснюється по білій лінії (смузі), нанесеній на підлогу цеху. Для цього на візку є пристрій, що висвітлює білу лінію, а приймальний пристрій (фотоелемент), встановлений на візку, здійснює прийом відбитого сигналу, за характером якого здійснюється автоматичне керування переміщення візка. При індукційному способі наведення на візку встановлюють індукційні датчики, які сприймають низькочастотне магнітне поле, що розповсюджується струмом, який проходить по кабелю, укладеному в підлозі цеху. Сигнали цих датчиків використовуються для управління. При використанні способу радіонаведення уздовж траєкторії переміщення візка розташовують передавальну антену, а приймальна антена розташовується на візку. Як показав досвід використання транспортних роботів, найбільш ефективним є оптичний спосіб наведення. Для запобігання зміни орієнтації роботів при заході в цех на їх трасах доводиться передбачати додаткові розвороти. Поступальний рух робота можна отримати одночасним поворотом всіх коліс в одну сторону і на однакові кути. Іноді транспортні роботи встановлюються на два приводних неповоротних колеса і два

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 20          |



та параметрів закону регулювання кутової швидкості, реалізованої системою автоматичного управління. Для покращення якості управління в недетермінованих умовах закон регулювання повинен бути доповнений алгоритмом адаптації коефіцієнтів посилення в каналах зворотного зв'язку.

Безпека роботи транспортного робота забезпечується за допомогою переднього і заднього бамперів. При зіткненні бампера з перешкодою робот відразу ж зупиняється. Термінова зупинка передбачена також при значному відхиленні робота від траси, при перевищенні заданої швидкості руху, при зниженні напруги акумуляторних батарей і при перевантаженні приводів. Для попередження людини про наближення робота на ньому встановлюється автомобільна стереофонічна система, яка програє певну мелодію при русі робота.

### **1.3 Використання транспортних роботів в сучасній промисловості**

BMW знизить собівартість виробництва за рахунок візків-роботів. Німецька автомобілебудівна компанія BMW почала використовувати на своїх заводах у рамках процесу автоматизації роботизовані саморушні візки, що дозволить знизити річні витрати на виробництво однієї машини на 5%.

Пілотний проект запущено у логістичному центрі BMW у Вакерсдорфі. Самоврядні візки автоматично знаходять необхідний контейнер з деталями, заїжджають під нього та транспортують у зону упаковки. За словами керівника виробничого департаменту компанії Олівера Ціпзе, використання роботів обходиться дешевше, ніж ручна праця, оскільки на обробку замовлень витрачається менше часу за одночасної оптимізації матеріальних потоків. Він пояснив, що людина не завжди може зрозуміти, які деталі і куди слід везти, тому вздовж конвеєра постійно стоять запаси різних деталей. Ціпзе додав, що метою змін є скорочення часу виготовлення одного автомобіля до 30 годин. Він відмовився розкривати поточний рівень продуктивності. У 2005 році компанії Mercedes-Benz на виробництво одного автомобіля в середньому була потрібна 61 година.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 22          |

BMW виробляє автоматичні візки самостійно та планує почати використовувати їх на інших складах після завершення шестимісячних випробувань. Метою програми автоматизації виробництва є зниження найближчими роками витрат на сотні мільйонів доларів. Вивільнені кошти будуть спрямовані на фінансування перспективних розробок, у тому числі пов'язаних з безпілотними автомобілями. Виробнича логістика залишається одним із останніх резервів для підвищення продуктивності з урахуванням того, що складальні лінії вже майже досягли межі ефективності.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | <i>23</i>   |

## 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис призначення, конструкції та принципу роботи платформи

Дана платформа призначена для обслуговування механізованої ділянки, а саме для взаємодії з іншими роботами-захватами. Платформа розвозить деталі між іншими роботами. Вона складається з двох пластин, які з'єднані між собою опорами. Безпосередньо на пластинах кріпляться всі компоненти платформи.

На нижній пластині з однієї сторони розміщена роликів опора. На іншій стороні кріпиться плата Arduino Uno, до якої через піни під'єднано Motor Shield L298P. Також на нижній пластині кріпляться 3 датчики лінії TCRT5000 та батарейний відсік. На верхній пластині кріпиться ехолотатор HC-SR04, драйвер крокового двигуна ULN2003 та домкрат. В свою чергу, домкрат оснащений кроковим двигуном 28BYJ-48. На верху домкрата прикріплено сервопривід SG90, який керує поворотним столом.

Принцип роботи платформи полягає в розпізнаванні лінії, по якій рухатиметься платформа. Задля безпеки руху і можливості взаємодії з іншими платформами задіяно ехолотатор. Покази датчиків лінії після обробки виражаються в обертанні мотор-редукторів, що приводять в рух платформу. Під час зупинки платформи біля робота-захвата, домкрат піднімається на потрібну висоту, щоб передати деталь. А поворотний стіл розміщує потрібну деталь в робочому об'ємі робота-захвата.

### 2.2 Підбір крокового двигуна для домкрата

Оскільки домкрат повинен мати привід, нам потрібно підібрати кроковий двигун.

Розрахунок проводиться в парі гвинт-гайка.

Необхідна потужність для однієї пари гвинт-гайка:

$$N = \frac{Q \cdot v}{1000 \cdot \eta} \quad (2.1)$$

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \varphi)} = \frac{\operatorname{tg} 1^{\circ} 09' 30''}{\operatorname{tg}(1^{\circ} 09' 30'' + 7^{\circ} 40'')} = 0,32 \quad (2.2)$$

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 24   |

$$N = \frac{300 \cdot 0,001}{1000 \cdot 0,32} = 0,9 \text{ Вт} \quad (2.3)$$

Виходячи з розрахунків, підбираємо кроковий двигун за потужністю.

Двигун 28BYJ-48, його потужність:

$$N = U \cdot I = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ Вт} \quad (2.4)$$

$$2,5 > 0,9$$

Двигун за потужністю підходить.

## 2.3 Комплектуючі

### 2.3.1 Arduino Uno

Це широко використовувана плата мікроконтролерів з відкритим кодом на базі мікроконтролера ATmega328P. У його склад входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), баналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для програмування всередині схеми (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Arduino Uno

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 25   |

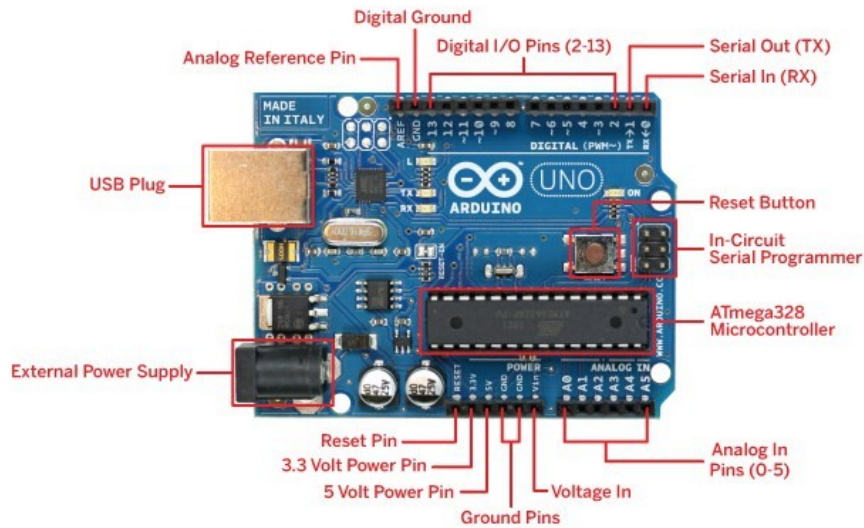


Рисунок 2.2 – Опис плати ArduinoUno

Arduino Uno може житися від USB або від зовнішнього джерела живлення — тип джерела вибирається автоматично. В якості зовнішнього джерела живлення (НЕ USB) може використовуватися мережевий AC/DC-адаптер або акумулятор/батарея. Штекер адаптера (діаметр — 2.1 мм, центральний контакт — позитивний) необхідно вставити у відповідний роз'єм живлення на платі. (рис. 2.2).

Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в межах від 6 до 20 В. Однак, зменшення напруги живлення нижче 7 В призводить до зменшення напруги на виході 5V, що може стати причиною нестабільної роботи пристрою. Використання напруги більше 12 В може призводити до перегріву стабілізатора напруги і виходу плати з ладу. З огляду на це, рекомендується використовувати джерело живлення з напругою в діапазоні від 7 до 12 В.

Виводи ArduinoUno. Нижче перераховані виходи живлення, розташовані на платі:

- VIN. Напруга, що надходить в Arduino безпосередньо від зовнішнього джерела живлення (не пов'язане з 5 В від USB або іншим стабілізованою

напругою). Через цей вивід можна як подавати зовнішнє живлення, так і споживати струм, коли пристрій живиться від зовнішнього адаптера.

- 5V. На вивід надходить напруга 5 В від стабілізатора напруги на платі, поза незалежності від того, як живиться пристрій: від адаптера (7 — 12 В), від USB (5 В) або через вивід VIN (7 — 12 В). Живити пристрій через вивід 5 В або 3V3 не рекомендується, оскільки в цьому випадку не використовується стабілізатор напруги, що може привести до виходу плати з ладу.

- 3V3. 3,3В, що надходять від стабілізатора напруги на платі. Максимальний струм, споживаний від цього виводу, становить 50 мА.

- GND. Вивід землі.

- IOREF. Цей вивід надає платам розширення інформацію про робочій напрузі мікроконтролера Arduino. Залежно від напруги, ліченого з виведення IOREF, плата розширення може перемкнутися на відповідне джерело живлення або задіяти перетворювачі рівнів, що дозволить їй працювати як з 5 В, так і з 3,3 В-пристроями.

Входи і виходи. З використанням функцій `pinMode ()`, `digitalWrite ()` і `digitalRead ()` кожен з 14 цифрових виводів може працювати в якості входу або виходу. Рівень напруги на виводах обмежений 5 В. Максимальний струм, який може віддавати або споживати один вивід, становить 40 мА. Всі виводи пов'язані з внутрішніми підтягуючими резисторами (за умовчанням відключеними) номіналом 20-50 кОм. Крім цього, деякі виводи Arduino можуть виконувати додаткові функції:

- Послідовний інтерфейс: виводи 0 (RX) і 1 (TX). Використовуються для отримання (RX) і передачі (TX) даних по послідовному інтерфейсу. Ці виводи з'єднані з відповідними виводами мікросхеми ATmega8U2, яка виконує роль перетворювача USB-UART.

- Зовнішні переривання: виводи 2 і 3. Чи можуть служити джерелами переривань, що виникають при фронті, спаді або при низькому рівні сигналу на

цих виводах. Для отримання додаткової інформації див. Функцію `attachInterrupt()`.

- ШІМ: виводи 3, 5, 6, 9, 10 і 11. За допомогою функції `analogWrite()` можуть виводити 8-бітові аналогові значення в вигляді ШІМ-сигналу.
- Інтерфейс SPI: виводи 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Із застосуванням бібліотеки SPI дані виводи можуть здійснювати зв'язок по інтерфейсу SPI.
- Світлодіод: 13. Вбудований світлодіод, приєднаний до виводу 13. При відправці значення HIGH світлодіод включається, при відправці LOW— вимикається.

В Arduino Uno є 6 аналогових входів (A0 — A5), кожен з яких може уявити аналогову напругу у вигляді 10-бітного числа (1024 різних значення). За умовчанням, вимір напруги здійснюється щодо діапазону від 0 до 5 В. Проте, верхню межу цього діапазону можна змінити, використовуючи вивід AREF і функцію `analogReference()`. Крім цього, деякі з аналогових входів мають додаткові функції:

- TWI: вивід A4 або SDA і вивід A5 або SCL. З використанням бібліотеки Wire дані виводи можуть здійснювати зв'язок по інтерфейсу TWI.

Крім перерахованих на платі існує ще кілька виводів:

- AREF. Опорна напруга для аналогових входів. Може бути задіяний функцією `analogReference()`.
- Reset. Формування низького рівня (LOW) на цьому виводі призведе до перезавантаження мікроконтролера. Зазвичай цей вивід служить для функціонування кнопки скидання на платах розширення.



програмного забезпечення Arduino входить спеціальна програма, що дозволяє зчитувати і відправляти на Arduino прості текстові дані. При передачі даних через мікросхему-перетворювач USB-UART під час USB-з'єднання з комп'ютером, на платі будуть мигати світлодіоди RX і TX. (При послідовній передачі даних за допомогою виходів 0 і 1, без використання USB-перетворювача, дані світлодіоди задіюються).

Бібліотека SoftwareSerial дозволяє реалізувати послідовний зв'язок на будь-яких цифрових виходах Arduino Uno.

У мікроконтролері ATmega328 також реалізована підтримка послідовних інтерфейсів I2C (TWI) і SPI. У програмне забезпечення Arduino входить бібліотека Wire, що дозволяє спростити роботу з шиною I2C; для отримання більш докладної інформації див. документацію. Для роботи з інтерфейсом SPI використовуйте бібліотеку SPI.

Незважаючи на те, що більшість комп'ютерів мають власний захист, такі запобіжники забезпечують додатковий рівень захисту. Якщо від USB-порту споживається струм більше 500 мА, запобіжник автоматично розірве з'єднання до усунення причин короткого замикання або перевантаження.

Максимальна довжина і ширина друкованої плати Uno становить 6,9см і 5,4см відповідно, з урахуванням роз'єму USB і роз'єму живлення, які виступають за межі плати. Чотири кріпильних отвори дозволяють прикріплювати плату до поверхні або корпусу. Зверніть увагу, що відстань між цифровими виводами 7 і 8 не кратне традиційним 2,54мм і становить 4мм.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 30          |

Таблиця 2.1 – Характеристики плати ArduinoUno

| Основні критерії                        | Значення  |
|---|---|
| SRAM                                    | 2 КБ (ATmega328)  |
| Flash-пам'ять                           | 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем |
| EEPROM                                  | 1 КБ (ATmega328)  |
| Цифрові входи / виходи                  | 14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)      |
| Тактова частота                         | 16МГц   |
| Робоча напруга                          | 5В  |
| Напруга живлення (рекомендований)       | 7-12В   |
| Напруга живлення (граничне)             | 6-20В   |
| Мікроконтролер                          | ATmega328   |
| Максимальний струм одного виведення     | 40мА  |
| Максимальний вихідний струм виводу 3.3V | 50мА  |
| Аналогові входи                         | 6   |

| Основні критерії                        | Значення  |
|---|---|
| Мікроконтролер                          | ATmega328   |
| Робоча напруга                          | 5В  |
| Напруга живлення (рекомендований)       | 7-12В   |
| Напруга живлення (граничне)             | 6-20В   |
| Цифрові входи / виходи                  | 14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)      |
| Аналогові входи                         | 6   |
| Максимальний струм одного виведення     | 40мА  |
| Максимальний вихідний струм виводу 3.3V | 50мА  |
| Flash-пам'ять                           | 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем |
| SRAM                                    | 2 КБ (ATmega328)  |
| EEPROM                                  | 1 КБ (ATmega328)  |
| Тактова частота                         | 16МГц   |

### 2.3.2 HC SR-04

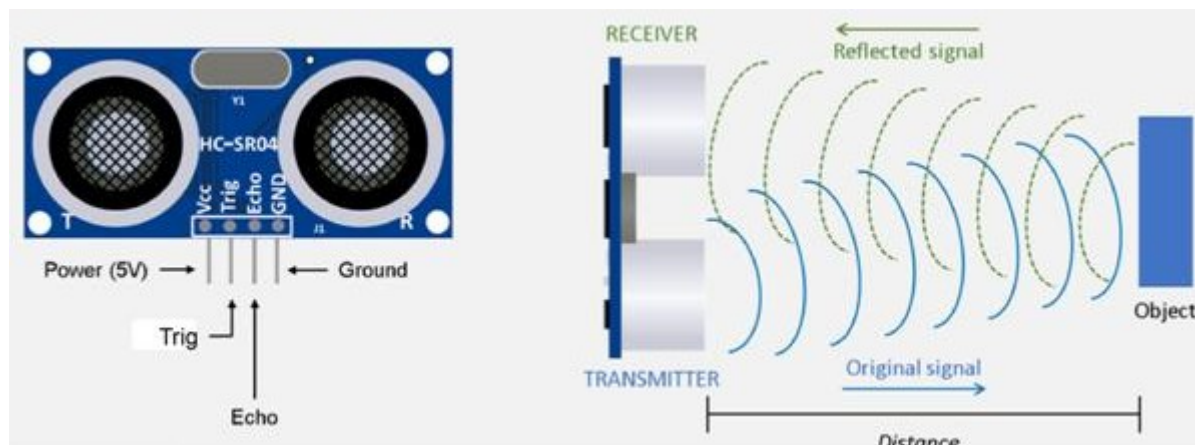


Рисунок 2.4 – Ультразвуковий дальномір HC-SR04

Ультразвуковий датчик HC-SR04 - це стабільний та точний ultrasonic sonar (сонар) датчик відстані який не має "сліпих зон".(рис. 2.4). Може вимірювати відстань від 0 см до 1500мм, точність досягає 3 мм.

Характеристики:

- Робоча напруга: 3.8 - 5.5В
- Тип: HC-SR04
- Струм: 8 мА
- Частота: 40 кГц
- Максимальна дистанція: 1500 мм
- Мінімальна дистанція: 0 см
- Роздільна здатність: 3 мм
- Ширина імпульсів: 10 мкс
- Кут: 15 градусів
- Зовнішні габарити: 37x20x15 мм

Принцип роботи

1. На вихід trig (тригер) посилаємо високий рівень протягом як мінімум 10мкс
2. Модуль починає посылати ультразвукові імпульси з частотою 40 кГц і приймає їх назад, якщо в зоні видимості є будь-які перешкоди
3. Якщо сигнал повертається, модуль встановлює низький рівень на виході echo

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

на 150мс. За часом, який минув з п.1 до низького рівня на виході echo можна розрахувати відстань до перешкоди за формулою:

### 2.3.3 TCRT5000



Рисунок 2.5 – Датчик лінії TCRT5000

TCRT5000 - це датчик відображення, який об'єднує в одному корпусі інфрачервоний передавач (IR світлодіод 950nm) і приймач (фототранзистор) розділені перегородкою. (рис 2.5).

Датчик реагує на наявність відбивають світло перешкод на відстані до 15мм і зміна кольору поверхні, що відбиває. Може використовуватися як датчик швидкості обертання, датчик відстеження лінії в роботах, датчик наближення, оптичний кінцевик і т.д. TCRT5000 має вбудований фільтр денного світла, завдяки чому не реагує на сторонню засвічення.

Так як TCRT5000 має транзисторний вихід, з датчика можна знімати аналоговий сигнал, що змінює свідчення в залежності від відстані до поверхні перед ним і її кольору. (рис 2.6).

Фізичні характеристики:

Робочий діапазон відстаней 0.5 ... 15 мм.

Довжина хвилі ІЧ випромінювання 950 нм.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 33          |

Максимальний постійний струм випромінювача (світлодіода) 60 мА.

Падіння напруги на випромінювачі (светодиоде) 1.5 В.

Максимальний постійний струм через транзистор 100 мА.

Діапазон робочих температур -25 .. + 85 ° С.

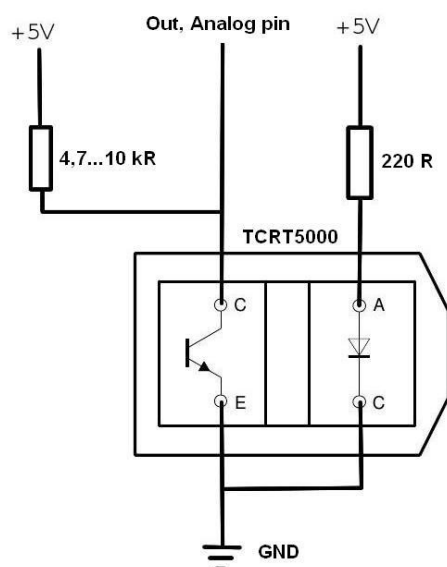


Рисунок 2.6 – Схема датчика

### 2.3.4 Motor Shield

L298P Motor Shield - це плата драйвера двигунів постійного струму, що використовує мікросхему потужного драйвера електродвигунів L298P, яка може безпосередньо управляти двома двигунами постійного струму; струм через навантаження - до 2 ампер. Вихідні інтерфейси управління двигунами використовують 8 високошвидкісних діодів Шотки в якості захисту. Дана плата може бути встановлена безпосередньо на плату Arduino.

Мікросхема L298 представляє собою подвійний повний мостовий драйвер, який застосовується для управління двигунами постійного струму і кроковими двигунами. Завдяки наявності двох мостів мікросхема може управляти двома двигунами постійного струму, причому незалежно, чи одним біполярним чи уніполярним кроковим двигуном. При управлінні двигуном постійного струму мікросхема може змінювати напрямок струму в двигуні, реверсуючи його чи повністю відключити живлення. При управленні кроковим

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 34   |

двигуном можливе також управління напрямком руху. Однак ці функції не можуть бути реалізовані без керуючого пристрою, підключеного на вхід мікросхеми. Тому вона називається драйвером.

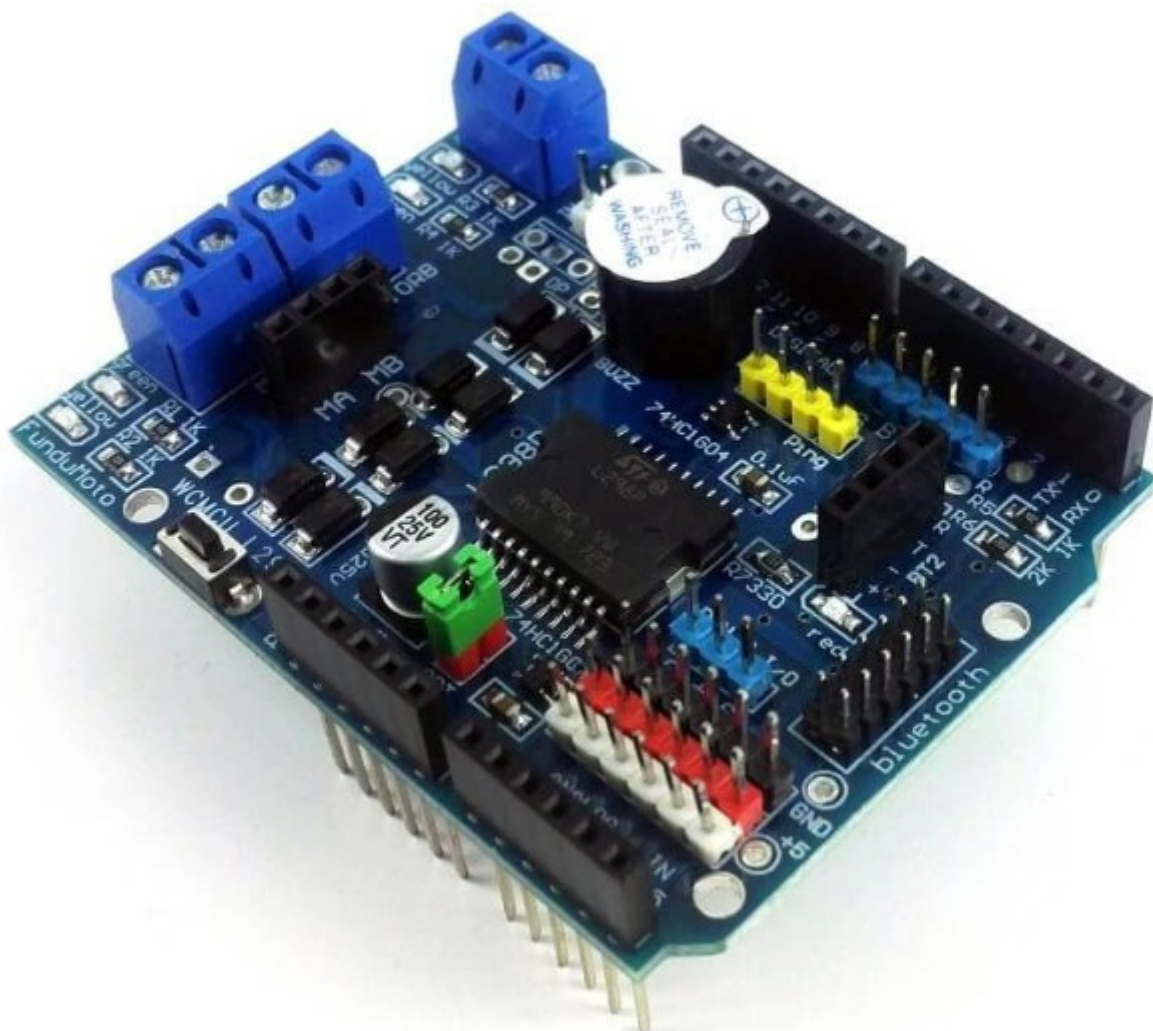


Рисунок 2.7 – Motor Shield L298P

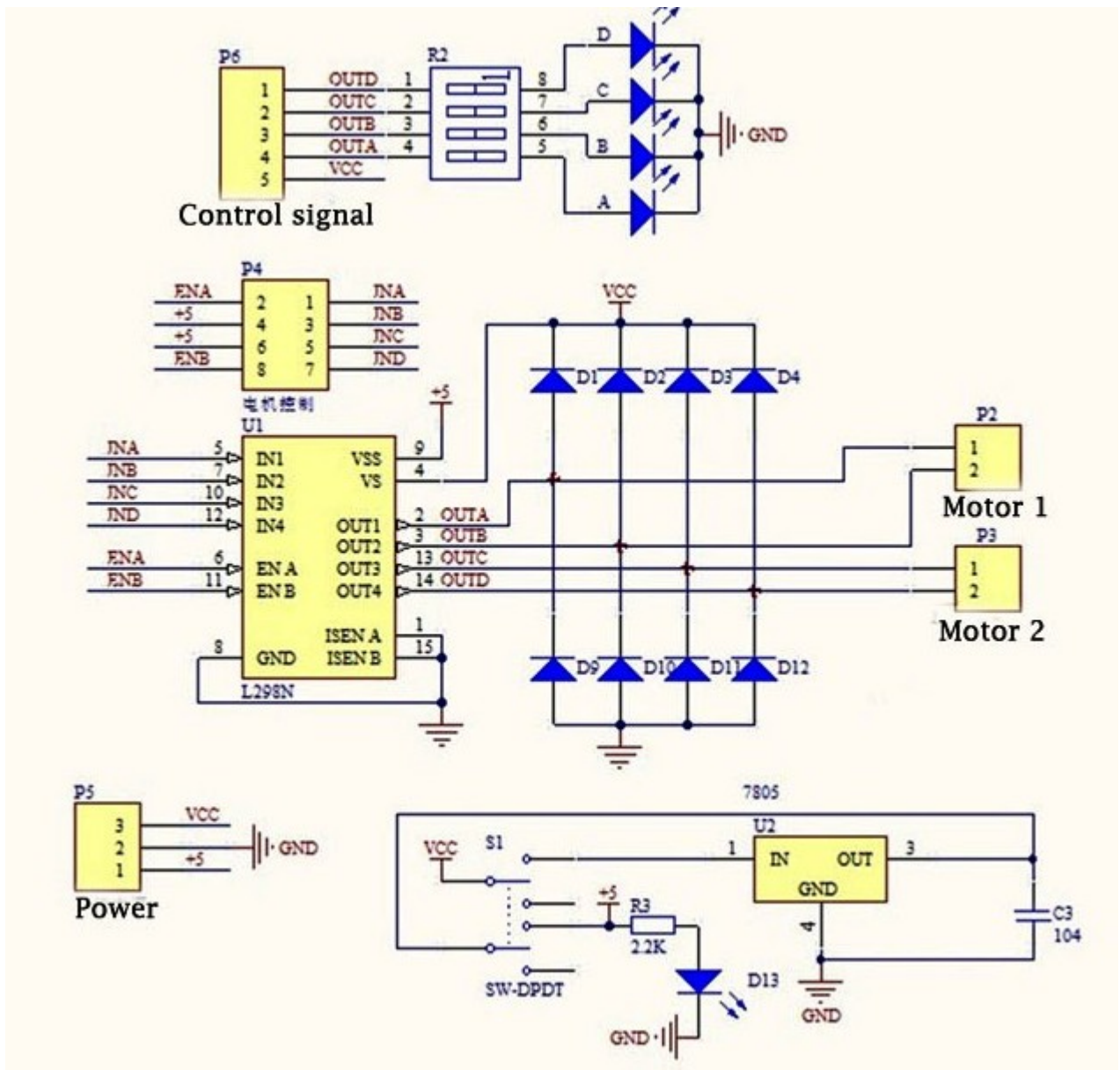


Рисунок 2.8 – Схема Motor Shield L298P

Модуль драйвер керування кроковими двигунами надає можливість підключити одночасно до 4 двигунів до платформи Arduino. До плати модуля можна підключити 2 крокові двигуни або 4 колекторні мотори. До того ж, є можливість підключити два сервоприводи, керованих апаратними таймерами Arduino. Даний модуль можна використовувати для конструювання радіокерованих іграшок, системи поливу або інших проектів. На платі знаходиться світлодіод, який загоряється при підключенні всіх 4 електродвигунів. На модулі є отвори для зручного кріплення на пристрої.

Для подальшої роботи з модулем в середовищі розробки Arduino IDE необхідно завантажити бібліотеку AFMotor, а потім вручну встановити.

### 2.3.5 Кроковий двигун

Кроковий двигун моделі 28BYJ-48 поєднує в собі невеликі габаритні розміри та доволі високу потужність при малій масі. (рис 2.9)



Рисунок 2.9 – Кроковий двигун

Характеристики:

- номінальна напруга живлення: 5 В (постійний струм);
- кількість фаз: 4;
- кількість кроків: 64;
- кількість мікрокроків: 4096;
- крок: 5.625 градусів;
- номінальна частота: 100 Гц;

- номінальний опір обмоток (при 25 Градусах): 50 Ом;
- піковий струм однієї обмотки: близько 320 мА;
- частота холостого ходу (за годинниковою стрілкою): 600 Гц;
- частота холостого ходу (проти годинникової стрілки): 1000 Гц;
- крутний момент (за годинниковою стрілкою, при частоті 120 Гц): 34,3 мН/м (0,35 кгс\*см);
- крутний момент: 34,3 мН / м;
- момент тертя (опір обертанню): 600-1200 г / см;
- клас електробезпеки: А;
- рівень шуму <40dB;

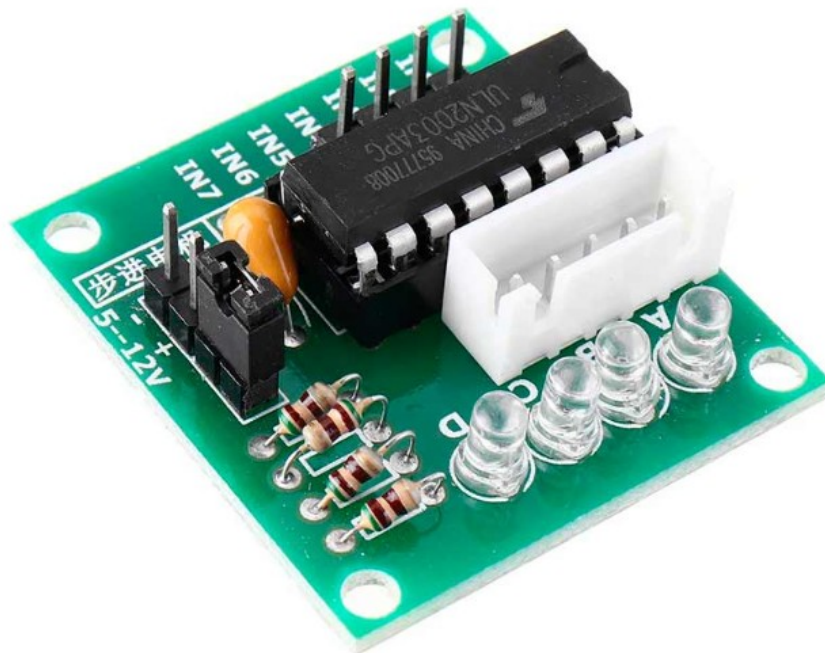


Рисунок 2.10 – Драйвер крокового двигуна ULN2003

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 38   |

### 2.3.6 Сервопривід



Рисунок 2.11 – Сервопривід SG90

### 2.3.7 Інші комплектуючі



Рисунок 2.12 – Мотор-редуктор з колесом

- Робоча напруга двигуна: 3 - 12 В
- Робочий струм двигуна: 70 мА - 250 мА
- Швидкість: до 170 об/хв
- Обертний момент: до 0,8 кг
- Діаметр колеса: 66 мм
- Ширина колеса: 27 мм

|     |      |          |        |      |                          |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|     |      |          |        |      | МР.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 40   |

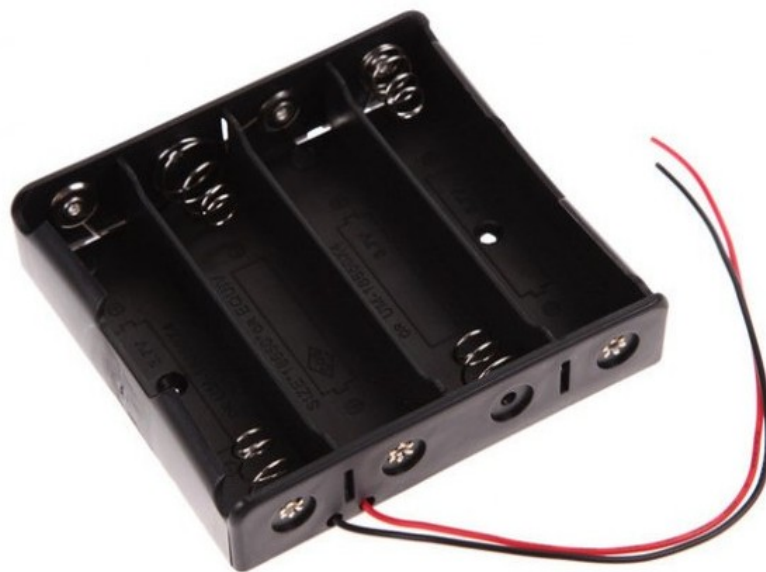


Рисунок 2.13 – Батарейний відсік



Рисунок 2.14 – Роликова опора

## 2.4 Середовище 3D моделювання «SOLIDWORKS»

SolidWorks – продукт компанії SolidWorks Corporation (зараз – дочірня компанія Dassault Systèmes), САПР, інженерного аналізу та підготовки виробництва будь-якої складності та призначення.

Завдання які дозволяє вирішити «SolidWorks», при конструкторській підготовці:

- 3D проектування виробів (деталей і зборок) будь-якого ступеня складності з урахуванням специфіки виготовлення;
- Створення конструкторської документації;
- Промисловий дизайн;
- Проектування комунікацій (електроджгутів, трубопроводи тощо.);
- Інженерний аналіз (міцність, стійкість, теплопередача, частотний аналіз, динаміка механізмів, газо / гідродинаміка, оптика і світлотехніка, електромагнітні розрахунки, аналіз розмірних ланцюгів і ін.);
- Експрес-аналіз технологічності на етапі проектування.

А також, при технологічній підготовці виробництва:

- Проектування оснащення і інших засобів технологічного оснащення;
- Аналіз технологічності конструкції виробу;
- Аналіз технологічності процесів виготовлення (лиття пластмас, аналіз процесів штампування, витяжки, гнуття та ін.);
- Розробка технологічних процесів;
- Матеріальне та трудове нормування;
- Механообробка: розробка керуючих програм для верстатів з ЧПУ, верифікація УП, імітація роботи верстата. Фрезерна, токарна, токарно-фрезерна і електроерозійна обробка, лазерна, плазмова і гідроабразивна різання, вирубні штампи, координатно-вимірювальні машини;
- Управління даними і процесами на етапі ТПП.

«SolidWorks» є конструкторською системою твердотілого параметричного моделювання машинобудівних конструкцій спеціально

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 42          |

розробленою для використання на персональних комп'ютерах під управлінням операційної системи Windows. Стандартний графічний користувальницький інтерфейс Windows і засоби твердотілого параметричного моделювання дозволяють швидше і легше ніж будь-коли створювати тривимірні моделі деталей, складальні одиниці, генерувати креслення, значно знижуючи терміни проектування і зменшуючи час виходу виробів на ринок. Має ряд модулів: SolidWorks Motion, SolidWorks Routing, SolidWorks Simulation (COSMOSWorks), SolidWorks Simulation, Toolbox SolidWorks та інші.

Інтерфейс програми «SolidWorks» для персональних комп'ютерів є відносно простим і інтуїтивним (рисунок 2.15). 3D моделювання здійснюється по принципу створення ескізів та маніпуляції з ними, такими опціями як: «Extruded», «Revolved», «Hole», «Swept», «Fillet», «Pattern», «Rib» та багатьох інших.

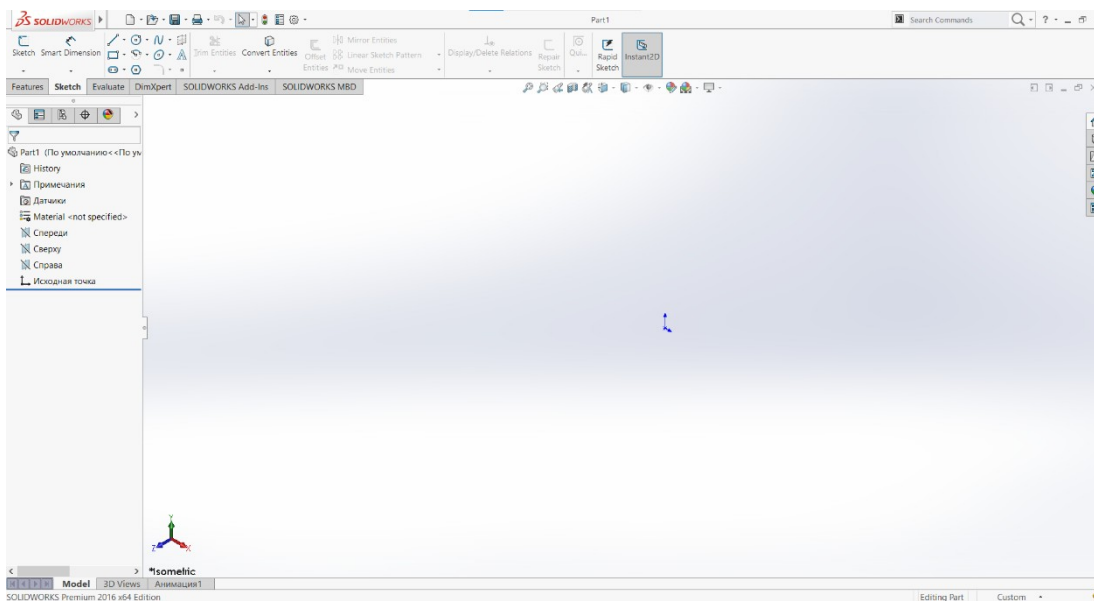


Рисунок 2.15 – Інтерфейс програми «SolidWorks».

## 2.5 Опис панелі інструментів 3-D моделювання системи SolidWorks

Створені ескізи використовуються для створення елементів 3-х вимірної твердотіЛЬНОЇ моделі.

Елементи панелі інструментів поділені на 2 види, а саме:

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 43          |



 - трубна конічна різьба.

## 2.6 Опис панелі інструментів для створення 3-D складальних одиниць.

Попередньо необхідно створити проект збірка в SolidWorks: меню Файл>>Новий>>Збірка.

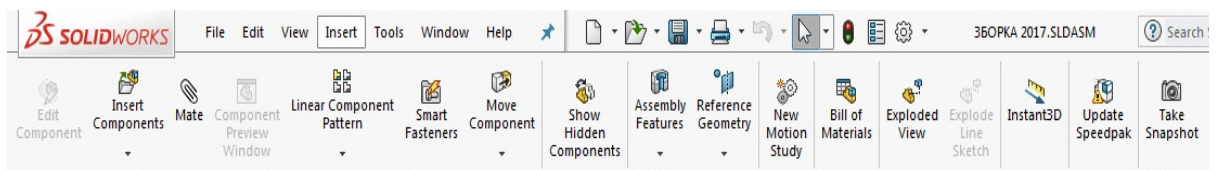


Рисунок 2.17 – Вигляд панелі інструментів при проектуванні збірки

Основним способом розміщення деталі або вузла в збірці є використання команди Вставити компоненти (Insert Components) , розташованої на панелі інструментів Збірка. Після додавання до нового проекту перша деталь (збірка) автоматично набуде властивості Зафіксований (відображається значком «ф» у Дереві конструювання).

Для правильної орієнтації компонентів у збірці принаймні один з її компонентів повинен бути зафіксований – щодо нього будуть розташовуватися інші компоненти збірки.

Щоб зафіксувати або звільнити компонент збірки, треба, вибравши компонент у графічній області або в Дереві конструювання (Feature Manager), у контекстному меню (при натисканні правої кнопки миші) активізувати команду Зафіксувати або Звільнити.

Також для компонентів у Дереві конструювання можуть використовуватися наступні префікси: (-) недовизначений; (+) перевизначений; (?) не вирішений. Відсутність префікса означає, що положення компонента повністю визначено.

Дерево конструювання (Feature Manager) крім традиційних елементів (найменування збірки, папки Примітка, початкових площин і Вихідної точки)

для збірок відображає наступні об'єкти:

- Компоненти збірки (вузли, окремі деталі, бібліотечні елементи);
- Папку Спряження;
- Елементи збірки (вирізи або отвори) і масиви компонентів.

Будь-який компонент можна розгорнути або згорнути, щоб переглянути його докладний опис, натиснувши на знак поруч із ім'ям компонента.

У збірці можна використовувати той самий компонент кілька разів. При кожному додаванні в збірку компонента число  $\langle n \rangle$  у закінченні його імені в Дереві конструювання збільшується на одиницю.

Для завдання положення об'єкта в тривимірному просторі реалізовані команди Перемістити компонент і Обертати компонент, які розташовуються на панелі задач Збірка. Зміна положення для обраного об'єкта провадиться при натисканні і втриманню лівої кнопки миші. Більше простим і зручним способом вільного переміщення і обертання є спосіб з використанням маніпулятора миші: при «перетаскуванні» миші, утримуючи ліву кнопку, виконується переміщення компонента, утримуючи праву кнопку миші - обертання компонента. Компоненти в збірці будуть переміщатися або обертатися тільки в межах ступенів вільності певних спряжень (зафіксовані і повністю визначені об'єкти змінювати свого положення не можуть).

#### Спряження

Після розміщення деталей і вузлів у збірці необхідно задати спряження між ними - геометричні взаємозв'язки між компонентами збірки. При додаванні спряжень потрібно визначити припустимі напрямки лінійного або обертового руху компонентів. Послідовність, у якій додаються спряження в групу, значення не має, всі спряження вирішуються одночасно.

Для створення спряжень необхідно активізувати команду Умови спряження на панелі інструментів Збірка, вибрати поверхні деталей, що спрягаються, вказати тип спряження (рис. 2).

Системою підтримуються наступні типи спряжень.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 46          |

Співпадіння – обраної грані, площини і кромки (у комбінації один з одним або з однією вершиною) знаходяться на тій самій нескінченній лінії.

Паралельність – обрані елементи однаково спрямовані і перебувають на постійній відстані.

Перпендикулярність – обрані елементи розташовуються під кутом  $90^\circ$  друг до друга.

Дотичність – обрані елементи дотикаються (як мінімум один елемент повинен бути циліндричним, конічним або сферичним).

Концентричність – обрані елементи мають спільну центральну точку.

Відстань – обрані елементи розташовані на вказаній відстані.

Кут - обрані елементи розташовані під заданим кутом. Якщо в списку Вибір спряжень присутні принаймні два найменування, то нижче у вкладці Стандартні спряження система автоматично запропонує найбільш підходящі спряження для даного набору виділених компонентів (рис. 2), а на екрані з'явиться панель інструментів, що дублює ці елементи керування.

Стандартні спряження застосовні тільки для стандартних поверхонь (площина, циліндр, конус і т.п.), а для більше складних потрібне вирівнювання щодо допоміжної геометрії.

Всі задані спряження збірки вказуються в Дереві спряження в розділі Спряження.

## **2.7 Створення 3D моделей комплектуючих та кінцевої збірки**

У вищеописаному середовищі створюємо 3D моделі всіх компонентів платформи, проміжні збірки та кінцеву збірку проекту.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 47          |

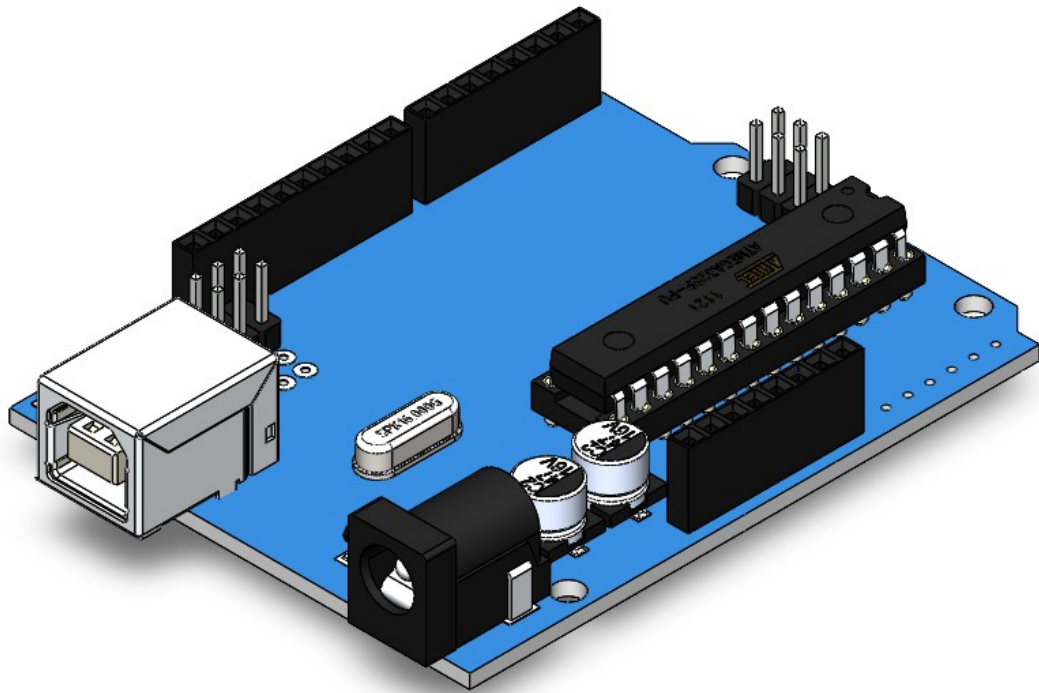


Рисунок 2.18 – Arduino UNO

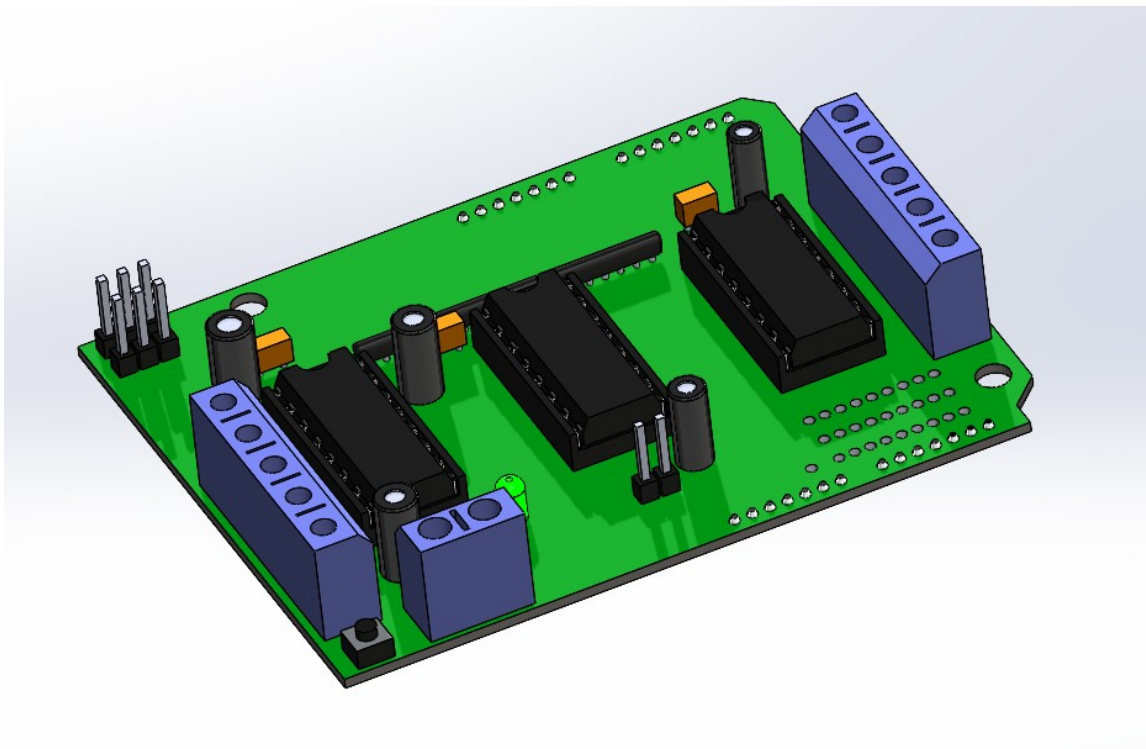


Рисунок 2.19 – Motor Shield L298P



Рисунок 2.20 – Ехолокатор HC-SR04

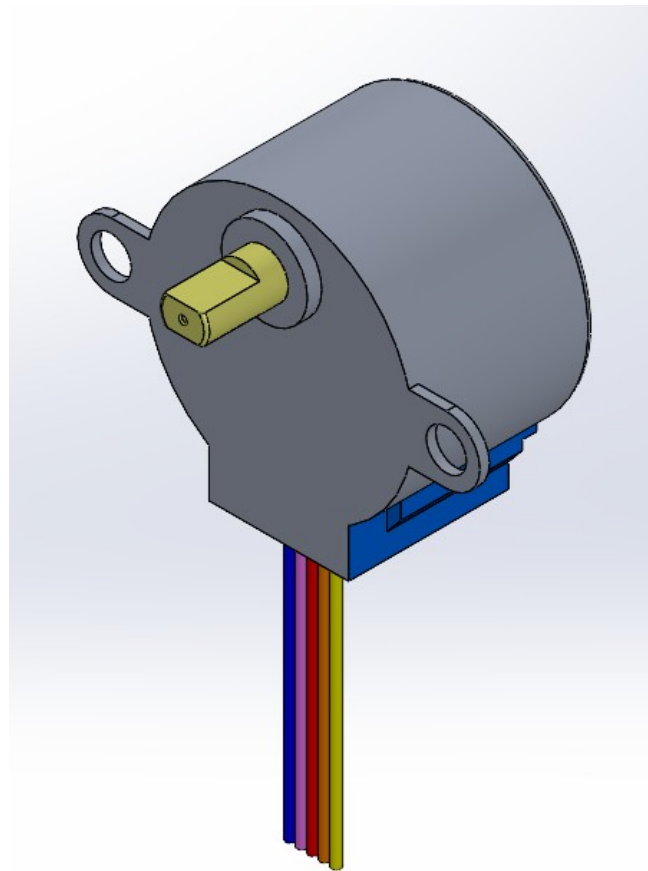


Рисунок 2.21 – Кроковий двигун 28BYJ-48

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 49   |

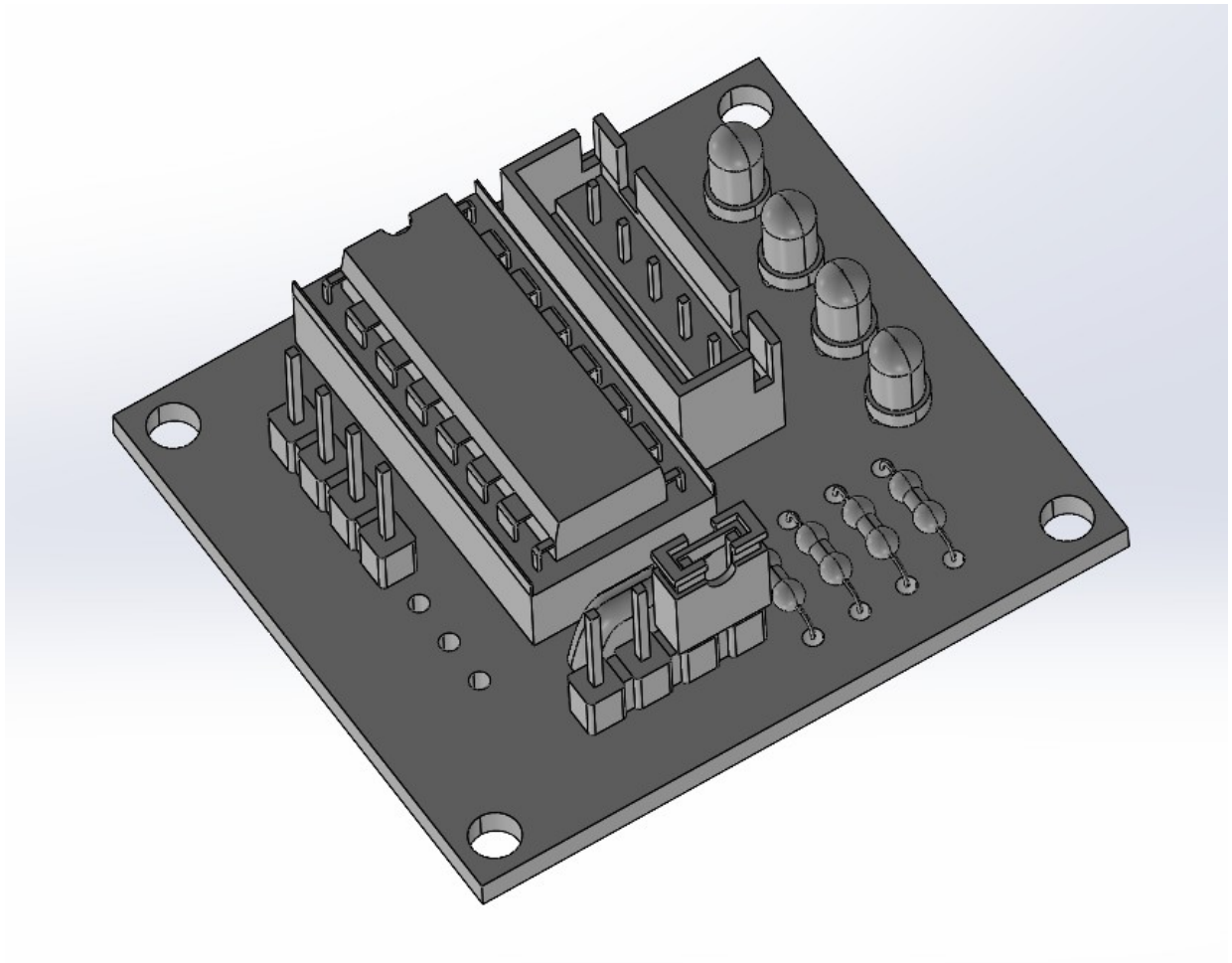


Рисунок 2.22 – Драйвер крокового двигуна ULN2003

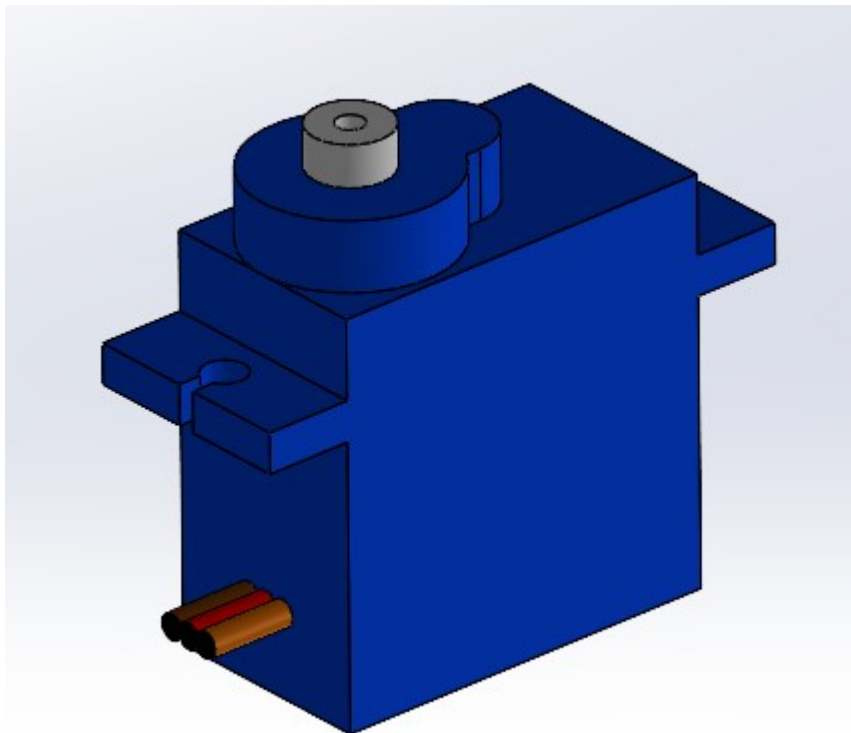


Рисунок 2.23 – Сервопривід SG90

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | <i>50</i>   |

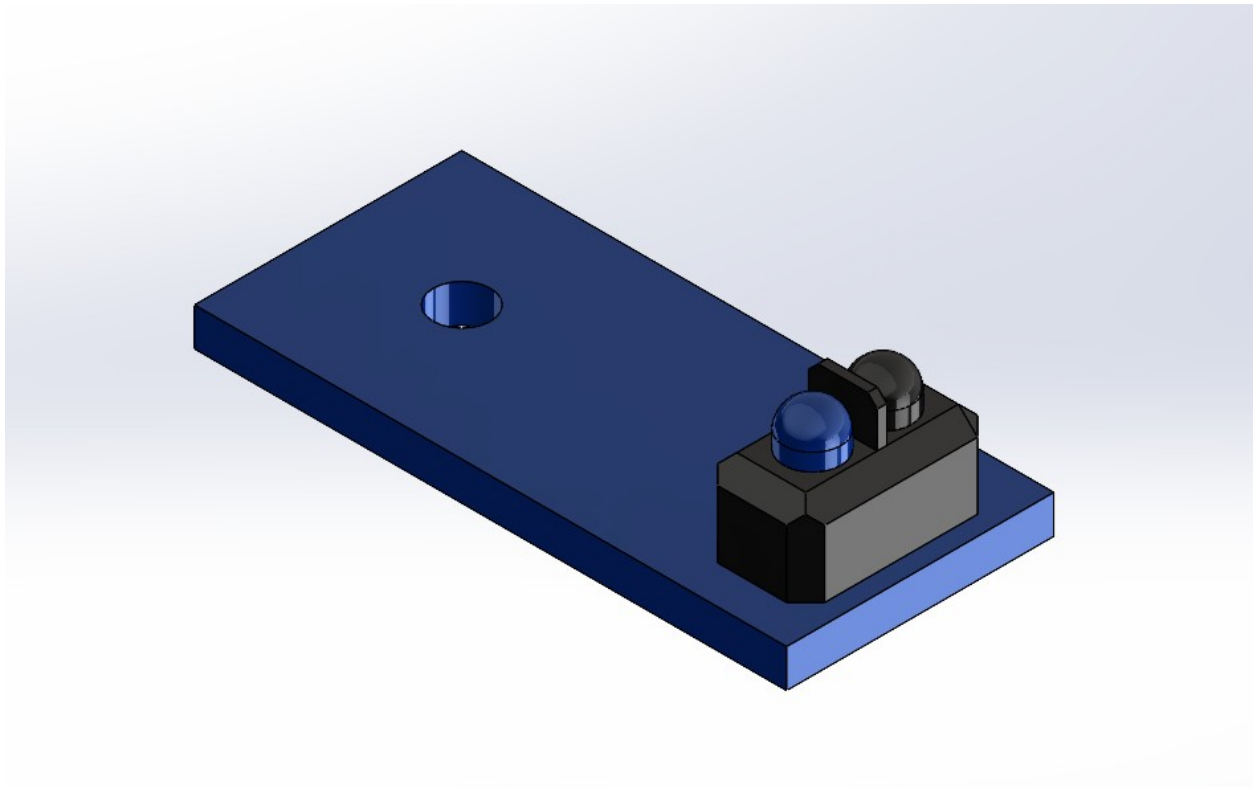


Рисунок 2.24 – Датчик лінії TCRT5000

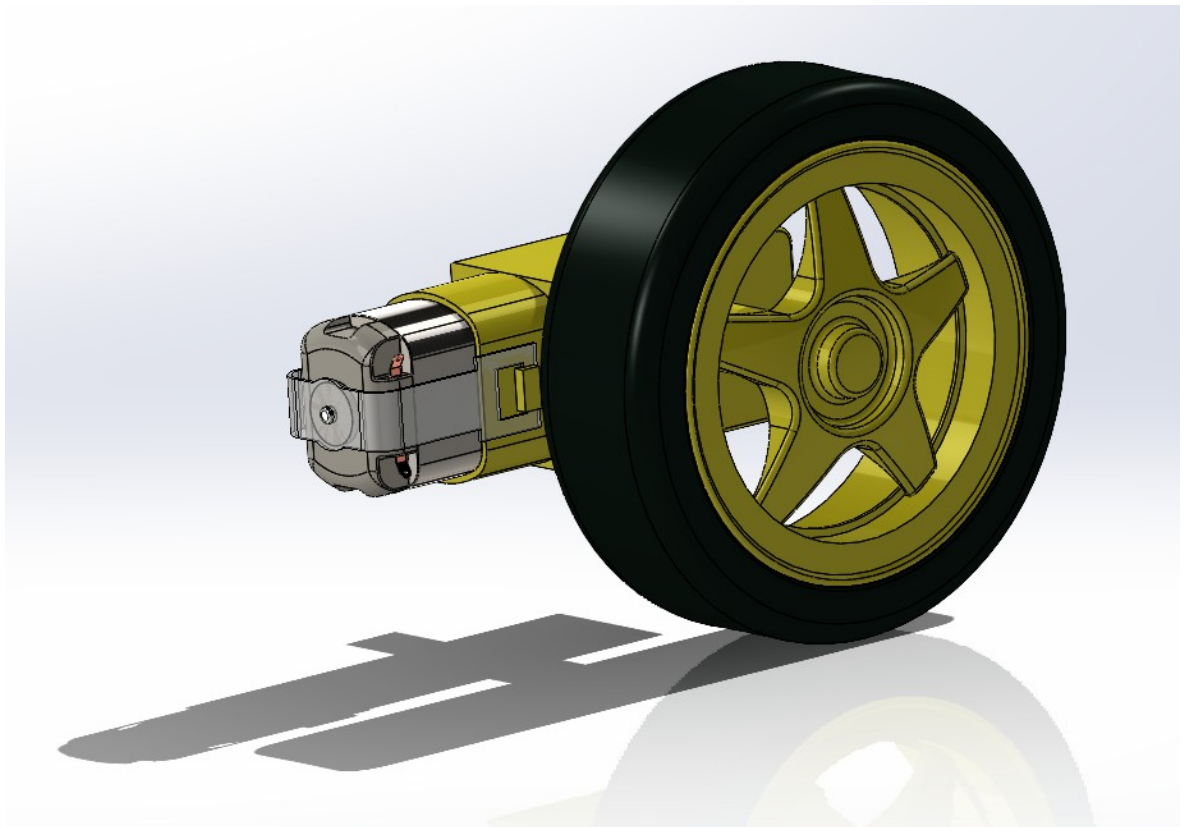


Рисунок 2.25 – Мотор-редуктор

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | <i>51</i>   |

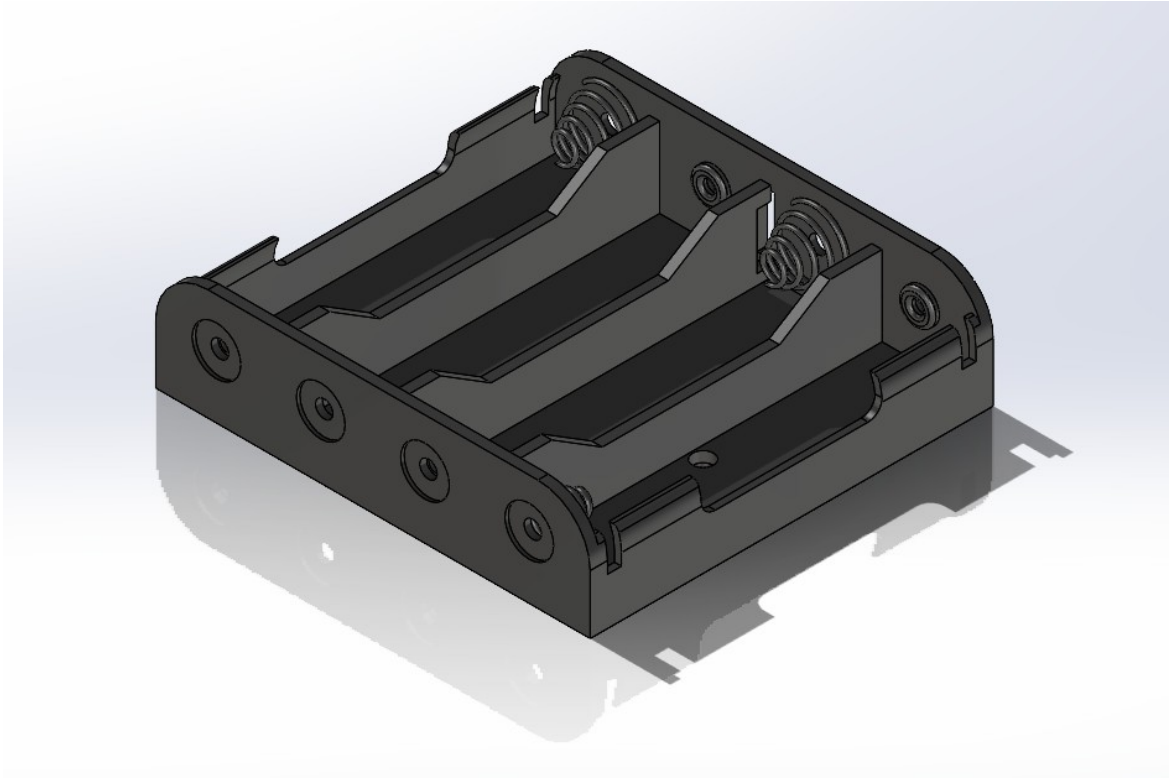


Рисунок 2.26 – Батарейний відсік

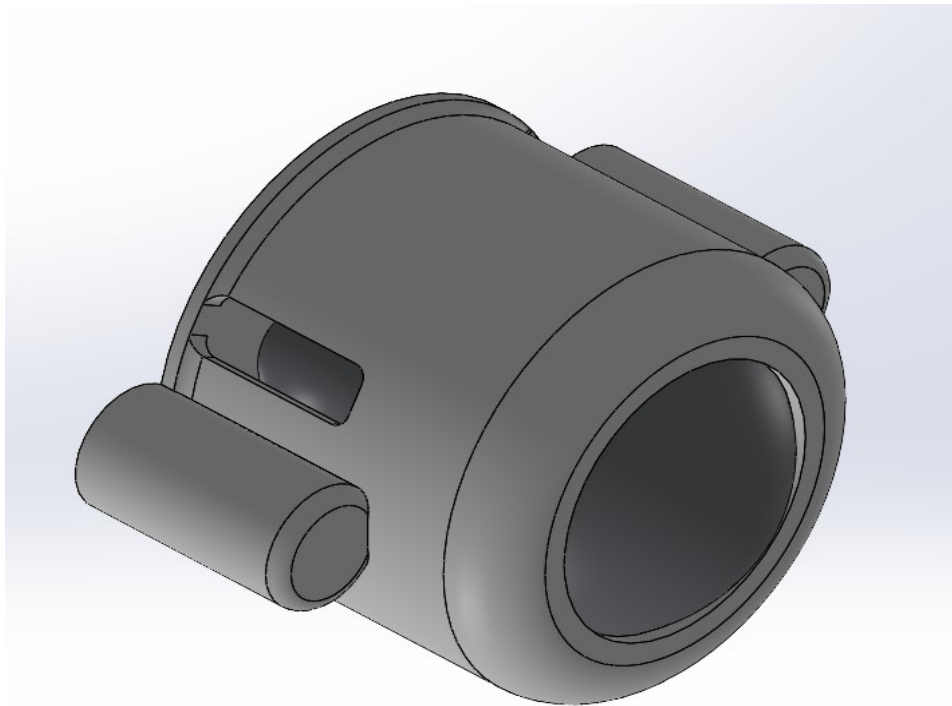


Рисунок 2.27 – Роликова опора

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 52   |

Для забезпечення кріплення всіх компонентів платформи, було спроектовано наступні нестандартні деталі:

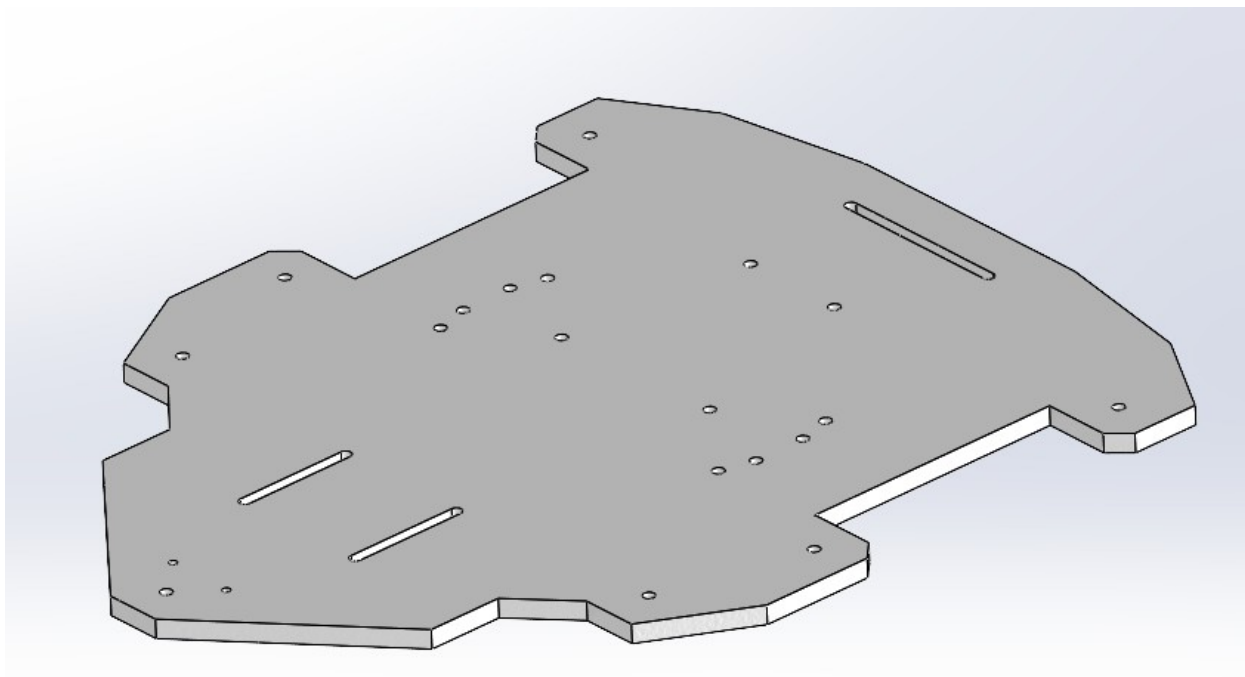


Рисунок 2.28 – Основа нижня

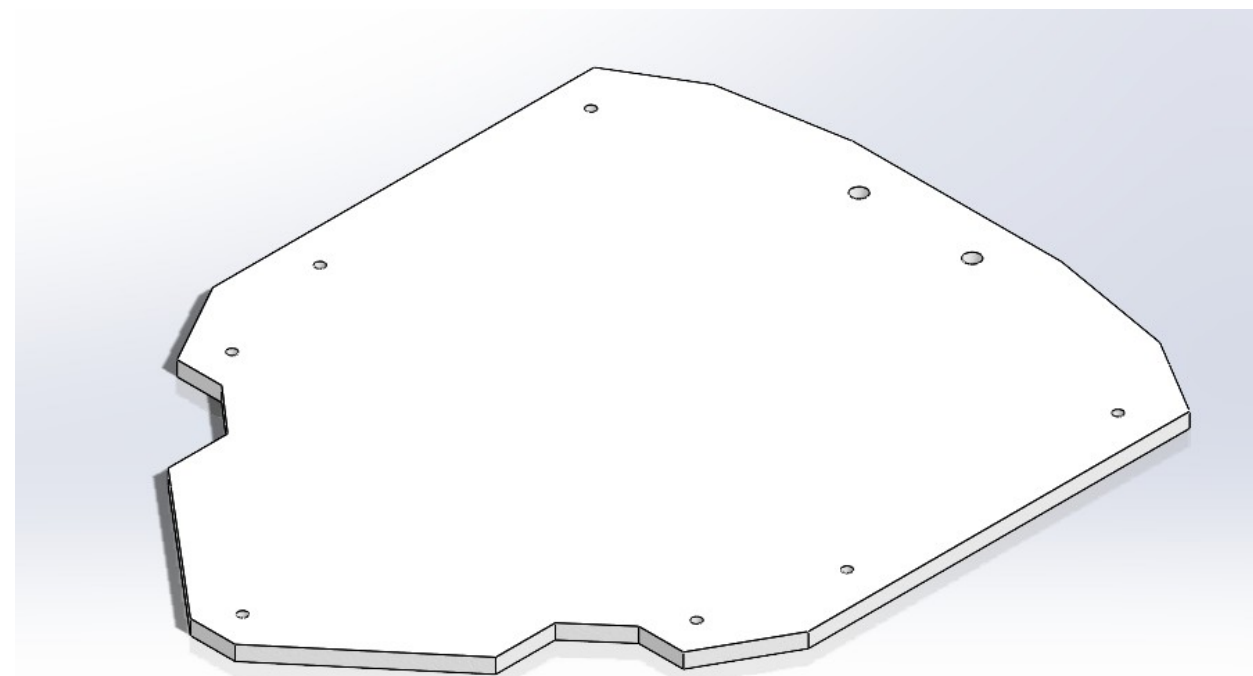


Рисунок 2.29 – Основа верхня

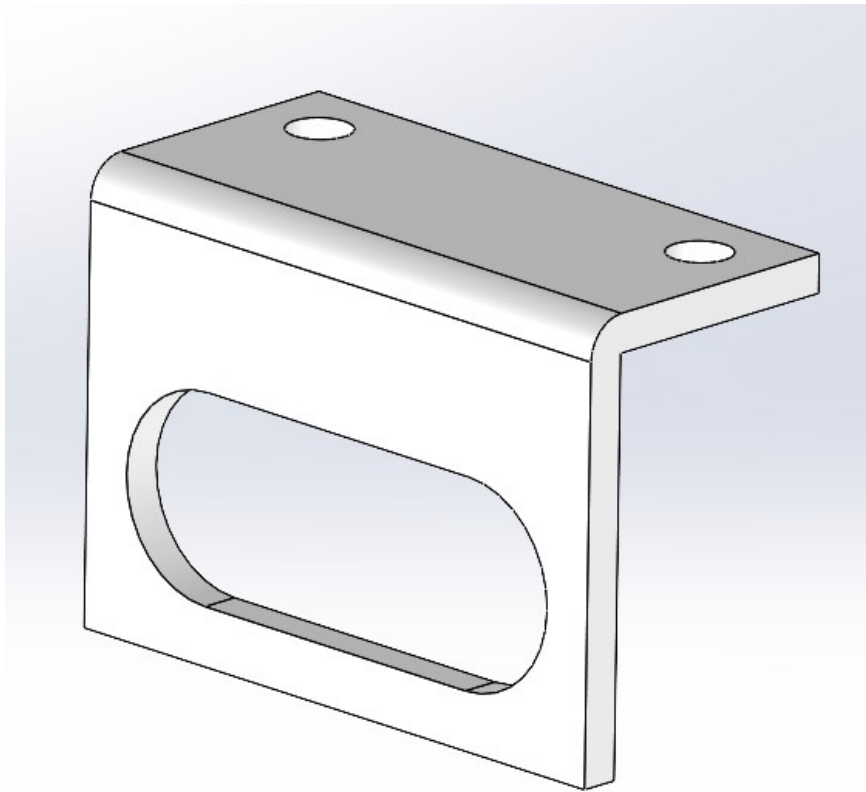


Рисунок 2.30 – Кріплення ехолокатора

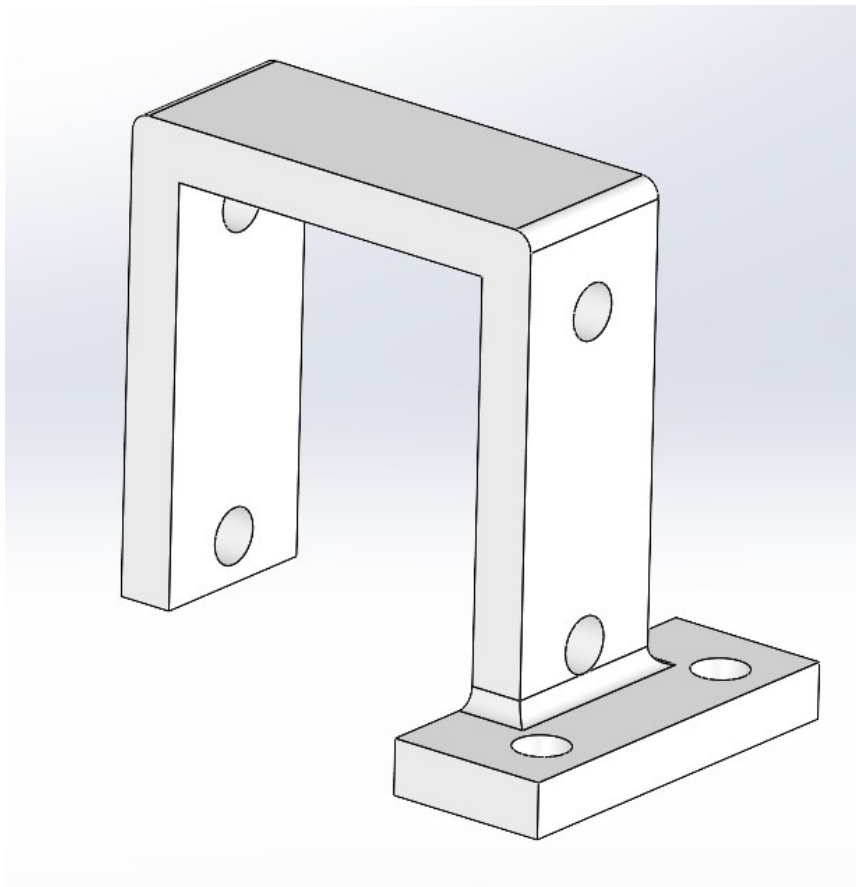


Рисунок 2.31 – Кріплення мотор-редуктора

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ

Арк.

54

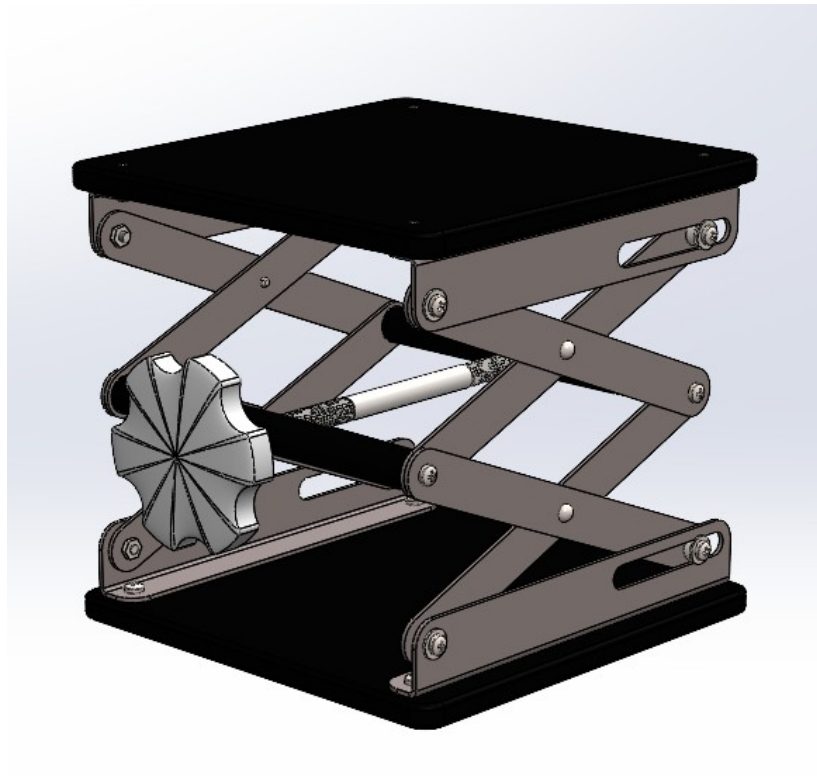


Рисунок 2.32 – Домкрат

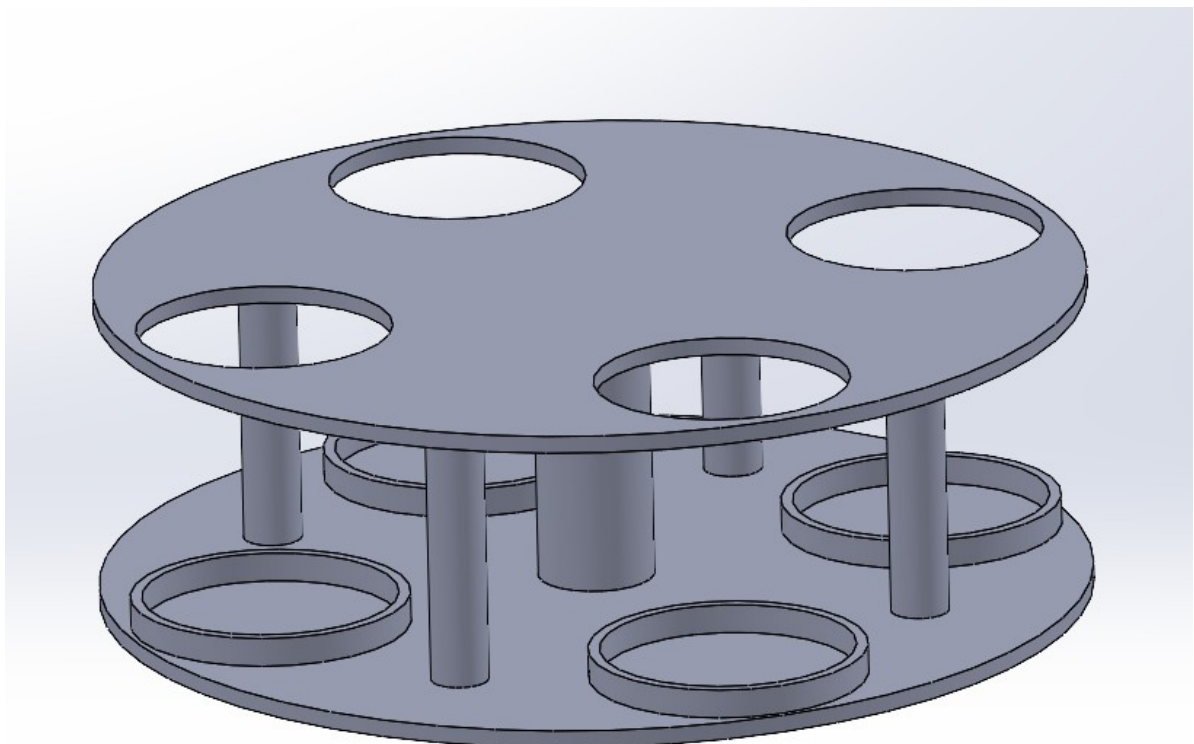


Рисунок 2.33 – Поворотний стіл

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ

Арк.

55

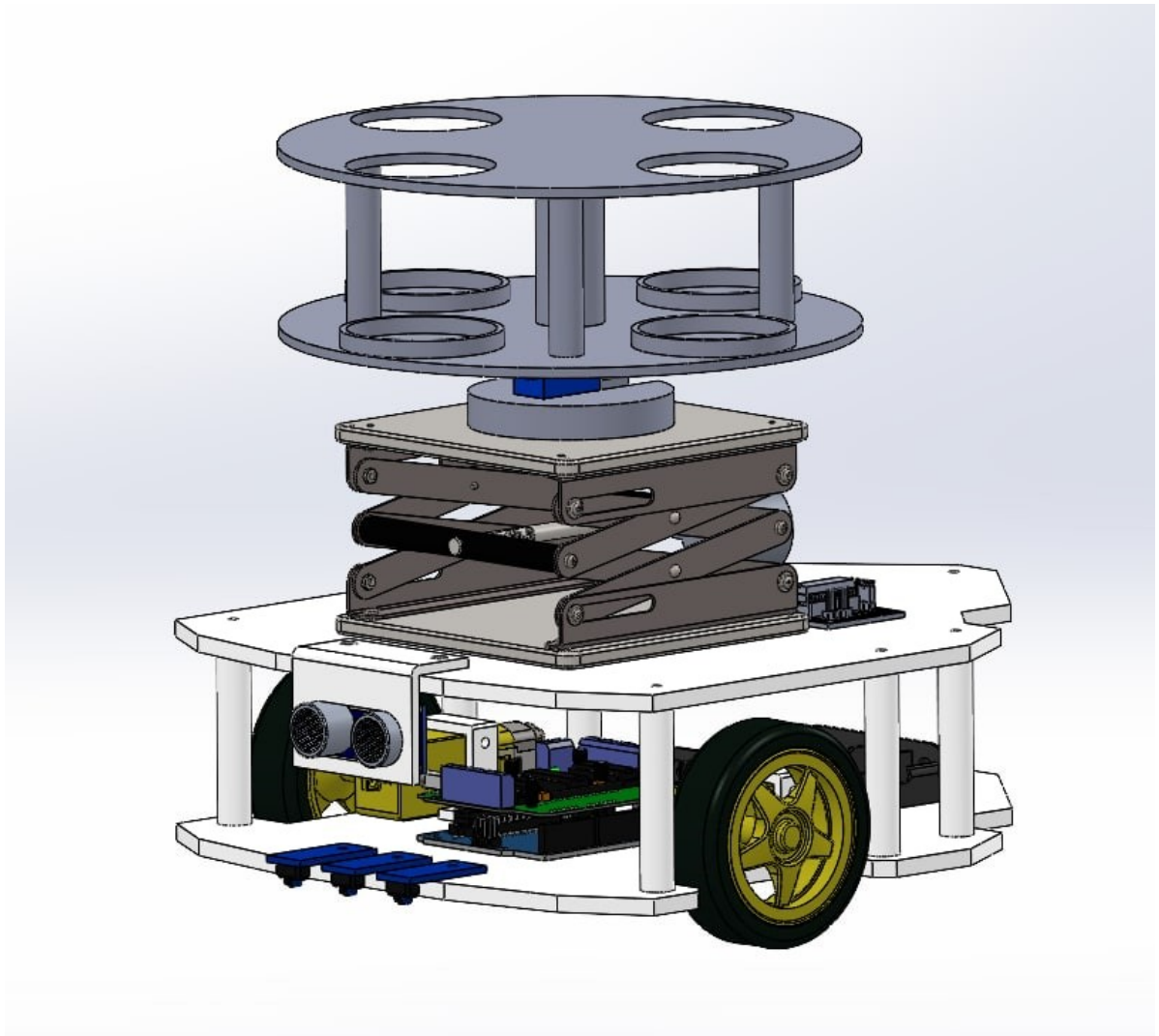


Рисунок 2.34 – 3D модель платформи

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |

МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ

Арк.

56

### 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Опис призначення та конструкції деталі

Корпус платформи являє собою дві деталі «Основа нижня» та «Основа верхня», на яких кріпляться всі компоненти платформи.

Більш детально розглянемо деталь «Основа нижня»:

- Габаритні розміри: 250x200 мм
- Маса деталі: 0.4 кг
- Матеріал деталі: Д1 ГОСТ 17232-99

Деталь являє собою пластину з фігурним контуром, та отворами для кріплення інших компонентів платформи.

Матеріал Д1 має хороші показники оброблюваності, поєднює в собі міцність та пластичність і широко використовується в промисловості для виготовлення деталей різного типу.

Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі приведені в таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 - Хімічний склад в % матеріалу Д1

| Fe        | Si          | Mn         | Cr        | Ti         | Al             | Cu           | Mg           | Zn         | Домішки                          |
|-----------|-------------|------------|-----------|------------|----------------|--------------|--------------|------------|----------------------------------|
| до<br>0.7 | 0.2-<br>0.8 | 0.4 -<br>1 | До<br>0.1 | до<br>0.15 | 91.7 -<br>95.5 | 3.5 -<br>4.5 | 0.4 -<br>0.8 | до<br>0.25 | решту<br>кожна 0.05; всього 0.15 |

Таблиця 3.2 - Механічні властивості матеріалу Д1 ГОСТ 17232-99

| Алюміній | σв,<br>МПа   | Н<br>В | Густина<br>ρ, кг/м <sup>3</sup> | Модуль<br>пружності,<br>Е·10 <sup>-5</sup> ,<br>МПа | Питома<br>теплоємність,<br>Дж/(кг·град) | Коефіцієнт<br>лінійного<br>розширення,<br>(1/Град) | Теплопро-<br>відність,<br>Вт/(м·град) | Питомий<br>електроопір,<br>Ом·м |
|----------|--------------|--------|---------------------------------|---|---|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| Д1       | 315 -<br>370 | 95     | 2800                            | 0.72  | 922                                     | 22.9·10 <sup>6</sup>                               | 130                                   | 54·10 <sup>9</sup>              |

Зарубіжні аналоги матеріалу Д1 наведено в таблиці 3.

Таблиця 3.3 - Зарубіжні аналоги матеріалу Д1

| США                      | Німеччина         | Японія | Франція                | Англія           | Євросоюз                                    | Італія                                 | Польща      | Чехія      | Австрія     |
|--------------------------|-------------------|--------|------------------------|------------------|---|--|-------------|------------|-------------|
|                          | DIN               | JIS    | AFNOR                  | BS               | EN  | UNI                                    | PN          | CSN        | SNV         |
| A920<br>17<br>AA20<br>17 | 3.1325<br>AlCuMg1 | 2017   | 2017A<br>AU4G20<br>17A | H14-<br>150<br>A | ENAW-<br>2017A<br>ENAW-<br>AlCu4Mg<br>Si(A) | AlCu4Mg<br>MnSi<br>P-<br>AlCu4Mg<br>Mn | AlCu<br>Mg1 | 4242<br>01 | AlCu<br>Mg1 |

### 3.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Заготовка для деталі – лист алюмінію товщиною 3мм. Алюмінієвий лист доставляється вже порізаним в розмір і готовий до подальшої механічної обробки.

За можливістю отримання заготовки – деталь технологічна.

Таблиця 3.4 Поверхні деталі

| № Поверхні | Конфігурація та службове призначення поверхні | Розміри, мм   | Квалітет точності, допуск, мм | Шорсткість R <sub>a</sub> , мкм |
|------------|---|---------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1          | Внутрішня циліндрична поверхня                | Ø2<br>2 отв.  | H9                            | 2,5                             |
| 2          | Внутрішня циліндрична поверхня                | Ø3<br>17 отв. | H9                            | 2,5                             |
| 3          | Паз   | 3x49          | H9                            | 2,5                             |
| 4          | Контур  | 250x200       | H9                            | 2,5                             |

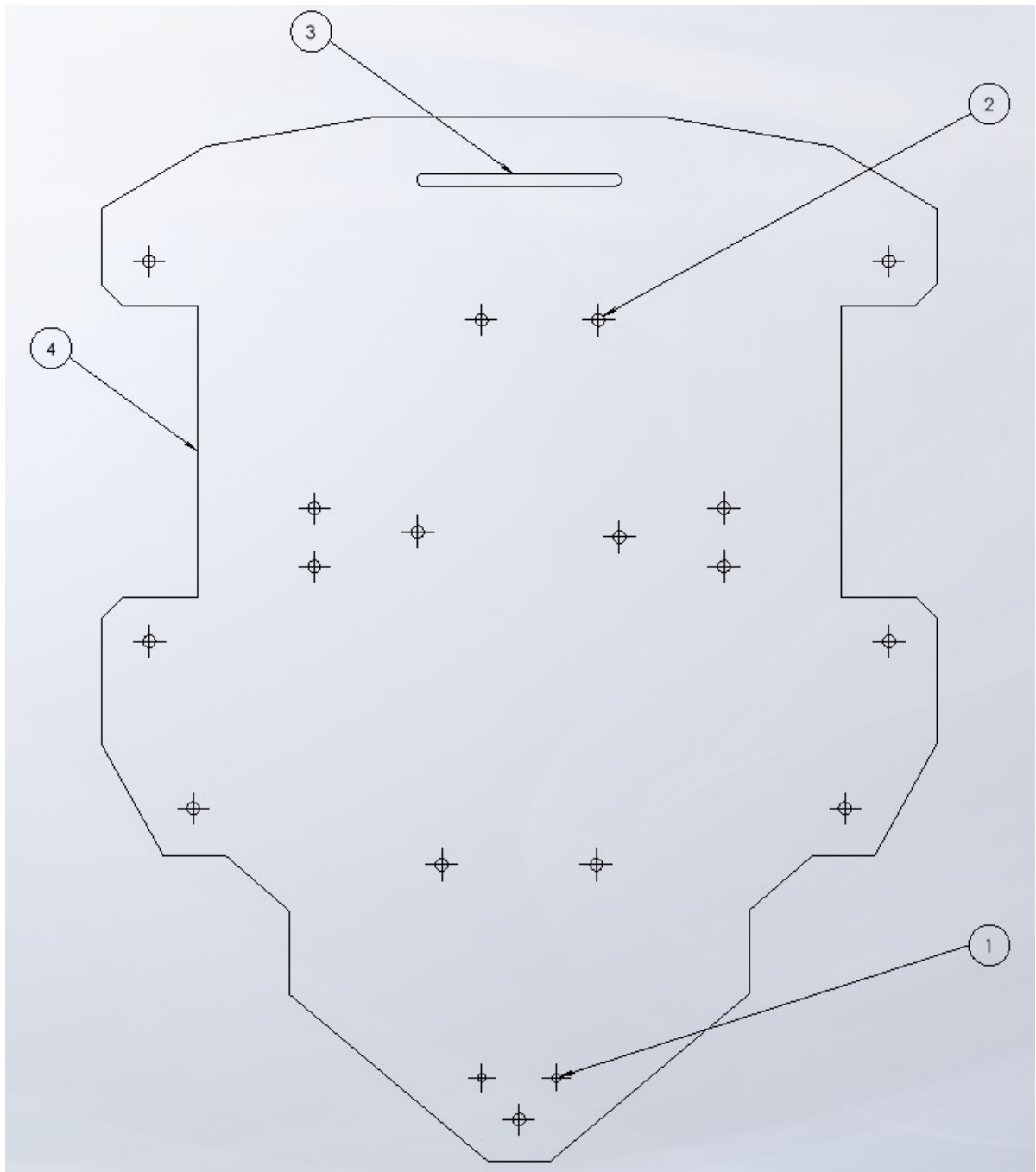


Рисунок 3.1 – Креслення деталі з поверхнями

### 3.3 Опис і аналіз технологічного процесу

Виготовлення та обробка деталі «Основа нижня» буде здійснюватись за допомогою фрезерного верстата з ЧПК ADF1208, який знаходиться на базі Інноваційного центру розвитку ІФНТУНГ

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 59   |



Рисунок 3.2 - Фрезерний верстат з ЧПК ADF1208

Таблиця 3.5 Характеристики фрезерного верстату ЧПК

| Назва параметра                          | Значення   |
|--|--|
| Робочий діапазон                         | 800x1200x300   |
| Відстань від торця шпинделя до столу, мм | 300  |
| Матеріал та конфігурація стола           | сталевий з Т-подібними пазами                              |
| Шпиндель                                 | 3,2 кВт з постійним моментом                               |
| Тип цанги                                | ER20   |
| Максимальні оберти шпинделя, об / хв     | 22000-28000  |
| Двигун приводу верстата                  | Кроковий двигун Nema 34 з енкодером для зворотного зв'язку |

|   |   |
|---|---|
|   | (базова комплектація) комплект на 3 осі |
| Привід переміщення                          | ШВП Hiwin (X– 2005, Y– 2005, Z– 1605)   |
| Напрявні                                    | Hiwin HGR (X – 20, Y – 20, Z – 15)      |
| Швидкість холостого ходу                    | 3000мм/хв±20%                           |
| Датчик висоти (калібратор)                  | у комплекті                             |
| Датчики «0» верстата (Home)                 | у комплекті                             |
| Програмне забезпечення / Операційна система | NCStudio, Mach3                         |
| Комп'ютерний інтерфейс                      | Ethernet i/або USB                      |
| Сумісність програмного забезпечення         | Type3 / PowerMill / Artcam              |
| Напруга, В                                  | 220                                     |
| Максимальна споживана потужність, кВт       | 4                                       |
| Охолодження інструменту                     | Система подачі MOP у комплекті          |

Таблиця 3.6 Проектний варіант технологічного процесу

| № оп. | Назва та зміст операції, інструмент | Тип і модель верстата | Характеристика пристрою, інструмент   |
|-------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 010   | Фрезерна з ЧПК                      | Фрезерний             | Свердло CoroDrill                     |
|       | 1. Встановити заготовку             | верстат з ЧПК         | 862.1-2000-100A0-GM X1DU              |
|       | 2. Свердлити групу отворів Ø2 Н9    |                       | Свердло CoroDrill 860.1-0300-009A1-NM |
|       | 3. Свердлити групу отворів Ø3 Н9    |                       | H10F                                  |
|       | 4. Фрезерувати паз (пов. 3)         |                       | Фреза CoroMill 1P251-0200-ХА 1630     |
|       | 4. Фрезерувати контур (пов. 4)      |                       | Фреза CoroMill 1K335-0400-050-ХС 1730 |

### 3.4 Вибір різального інструменту та режимів різання

Операція 010

Свердління отворів діаметр 2мм

Інструмент: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=862.1-2000-100A0-GM%20X1DU>

[c=862.1-2000-100A0-GM%20X1DU](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=862.1-2000-100A0-GM%20X1DU)

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 62   |

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С  
МОНОЛИТНОЙ РЕЖУЩЕЙ  
ЧАСТЬЮ / ЦЕЛЬН.



ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

CoroDrill 862

862.1-2000-100A0-GM  
X1DU  
Инструмент

Соединение  
Cylindrical shank without clamping features (without flange) - metric: 3.00

СОЖ

- Наружный
- Эмульсия 5%

Цилиндрическое отверстие в цельном материале

N1.3.C.AG 90 НВ

Универсальный высокопроизводительный станок  
● 200 kW, 10000 1/min  
▽ 200 kW, 500000 1/min

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ПРЕДЕЛЫ



CO<sub>2</sub> EMISSIONS **NEW**

|   |                              |  |
|---|------------------------------|--|
| VC [m/min]<br>СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ                      | FN [mm]<br>ПОДАЧА НА ОБОРОТ  | N [1/min]<br>ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ |
| 1 119   | 0.1                          | 19000                                  |
| VF [mm/min]<br>МИНУТНАЯ ПОДАЧА У ЦЕНТРА ИНСТРУМЕНТА | PPC [kW]<br>МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ | MMC [Nm]<br>КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ            |
| 1 1900  | 0.104                        | 0.0525                                 |
| FFF [N]<br>УСИЛИЕ ПОДАЧИ                            | DEPTH [mm]<br>ГЛУБИНА        |  |
| 1 37.5  | 5                            |  |

ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

Рисунок 3.3 — Вибір режимів різання

- Швидкість різання: 119 м/хв
- Подача на оберт: 0,1 мм
- Частота обертання шпинделя: 19000
- Хвилинна подача: 1900 мм/хв
- Потужність різання: 0,104 кВт
- Крутний момент: 0,0525 Нм
- Зусилля подачі: 37,5 Н

Операція 010

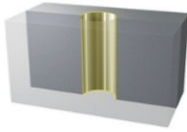
Свердління отворів діаметр 3мм

Інструмент: [https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=860.1-0300-009A1-NM%20H10F)

[c=860.1-0300-009A1-NM%20H10F](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=860.1-0300-009A1-NM%20H10F)

|     |      |          |        |      |                                 |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                 | 63   |

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С  
МОНОЛИТНОЙ РЕЖУЩЕЙ  
ЧАСТЬЮ / ЦЕЛЬН.



ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

CoroDrill 860

860 1-0300-009A1-NM  
N10F  
Инструмент

Соединение  
Cylindrical shank (DIN1835-A / DIN6535-  
HA) -metric: 6

СОЖ

Внутренний  
Эмульсия 10%

Цилиндрическое отверстие в  
цельном материале

N N1.3.C.AG 90 NB

Универсальный  
высокопроизводительный станок  
200 kW, 10000 1/min  
200 kW, 500000 1/min

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВН...

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ПРЕДЕЛЫ



CO<sub>2</sub> EMISSIONS **NEW**

VC [m/min]

СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

1 309

FN [mm]

ПОДАЧА НА ОБОРОТ

0.25

N [1/min]

ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

32800

VF [mm/min]

МИНУТНАЯ ПОДАЧА У ЦЕНТРА ИНСТРУМЕНТА

1 8200

PPC [kW]

МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ

0.922

MMC [Nm]

КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ

0.269

FFF [N]

УСИЛИЕ ПОДАЧИ

1 135

DEPTH [mm]

ГЛУБИНА

5

ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

Рисунок 3.4 — Вибір режимів різання

- Швидкість різання: 309 м/хв
- Подача на оберт: 0,25 мм
- Частота обертання шпинделя: 32800
- Хвилинна подача: 8200 мм/хв
- Потужність різання: 0,922 кВт
- Крутний момент: 0,269 Нм
- Зусилля подачі: 135 Н

Операція 010

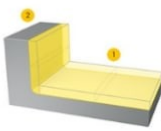
Фрезерування контура

Інструмент: [https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=1K335-0400-050-XC%20%20%201730)

[c=1K335-0400-050-XC%20%20%201730](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=1K335-0400-050-XC%20%20%201730)

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 64   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ



ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Чистовая обработка основания
- 2 Чистовая обработка стенки

CoroMill Dura

TK335-0400-050-XC 1730  
Инструмент

Соединение  
Cylindrical shank (DIN1835-A / DIN6535-NA) -metric: 6

- СОЖ
- Наружный
- Эмульсия 10%



Уступ

N1 3.C.AG 90 НВ

Универсальный обрабатывающий центр  
φ 28 kW, 18000 1/min

| Параметры                         |                           | 1       | 2      |
|-----------------------------------|---------------------------|---------|--------|
| Скорость резания                  | VC [m/min]                | 204     | 226    |
| Подача на зуб                     | FZ [mm]                   | 0.0613  | 0.127  |
| Частота вращения шпинделя         | N [1/min]                 | 18000   | 18000  |
| Подача на обрабатываемом диаметре | VFM [mm/min]              | 5520    | 11500  |
| Ширина фрезерования               | AE [mm]                   | 2.94    | 0.1    |
| Глубина резания                   | AP [mm]                   | 0.1     | 5      |
| Число проходов в направлении АЕ   | NOPAE                     | 17      | 1      |
| Число проходов в направлении АР   | NOPAP                     | 1       | 1      |
| Мощность резания                  | PPC [kW]                  | 0.0155  | 0.061  |
| Крутящий момент                   | MMC [Nm]                  | 0.00824 | 0.0324 |
| Скорость съема материала          | QQ [cm <sup>3</sup> /min] | 1.62    | 5.73   |

ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Чистовая обработка основания
- 2 Чистовая обработка стенки

Рисунок 3.5 — Выбор режимов резания

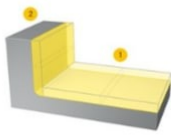
- Швидкість різання: 204 226 м/хв
- Подача на зуб: 0,0613 0,127 мм
- Частота обертання шпинделя: 18000 18000
- Подача на оброблюваному діаметрі: 5520 11500 мм/хв
- Потужність різання: 0,0155 0,061 кВт
- Крутний момент: 0,008 00324 Нм
- Швидкість зрізання матеріалу: 1,62 5,73 см<sup>3</sup>/хв

Операція 010

Фрезерування паза

Інструмент: [https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=1P251-0200-XA%20%20%20%20%20%20%20%201630)

[c=1P251-0200-XA%20%20%20%20%20%20%20%201630](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/product-details?c=1P251-0200-XA%20%20%20%20%20%20%20%201630)



ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Чистовая обработка основания
- 2 Чистовая обработка стенки

CoroMill Plura

1P251-0200-ХА 1630  
Инструмент

Соединение  
Cylindrical shank (DIN1835-A / DIN6535-NA) -metric: 6

СОЖ

Наружный

Эмульсия 10%

Уступ

N1.3.C.AG 90 НВ

Универсальный обрабатывающий центр  
φ 28 kW, 18000 1/min

| Параметры                         |                           | 1       | 2       |
|-----------------------------------|---------------------------|---------|---------|
| Скорость резания                  | VC [m/min]                | 113     | 113     |
| Подача на зуб                     | FZ [mm]                   | 0.0198  | 0.0585  |
| Частота вращения шпинделя         | N [1/min]                 | 18000   | 18000   |
| Подача на обрабатываемом диаметре | VFM [mm/min]              | 1070    | 3160    |
| Ширина фрезерования               | AE [mm]                   | 2       | 0.1     |
| Глубина резания                   | AP [mm]                   | 0.1     | 5       |
| Число проходов в направлении АЕ   | NOPAE                     | 25      | 1       |
| Число проходов в направлении АР   | NOPAP                     | 1       | 1       |
| Мощность резания                  | PPC [kW]                  | 0.00246 | 0.0181  |
| Крутящий момент                   | MMC [Nm]                  | 0.0013  | 0.00963 |
| Скорость съема материала          | QQ [cm <sup>3</sup> /min] | 0.214   | 1.58    |

ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Чистовая обработка основания
- 2 Чистовая обработка стенки

Рисунок 3.6 — Вибір режимів різання

- Швидкість різання: 113 113 м/хв
- Подача на зуб: 0,0198 0,0585 мм
- Частота обертання шпинделя: 18000 18000
- Подача на оброблюваному діаметрі: 1070 3160 мм/хв
- Потужність різання: 0,0024 0,018 кВт
- Крутний момент: 0,0013 0,00963 Нм
- Швидкість зрізання матеріалу: 0,214 1,58 см<sup>3</sup>/хв

### 3.5 Керуюча програма для верстата

Керуюча програма для верстату з ЧПК див. Додаток Б.

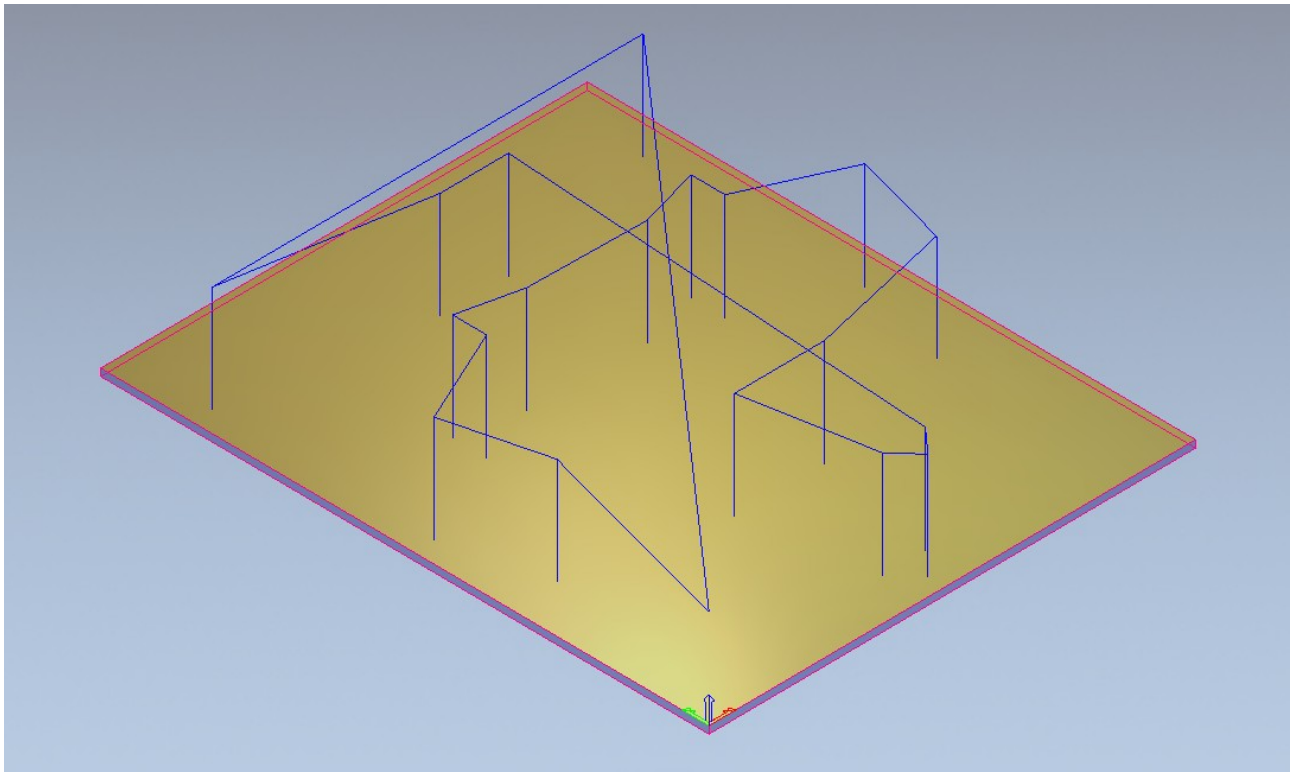


Рисунок 3.6 – Траекторія руху інструмента на свердління

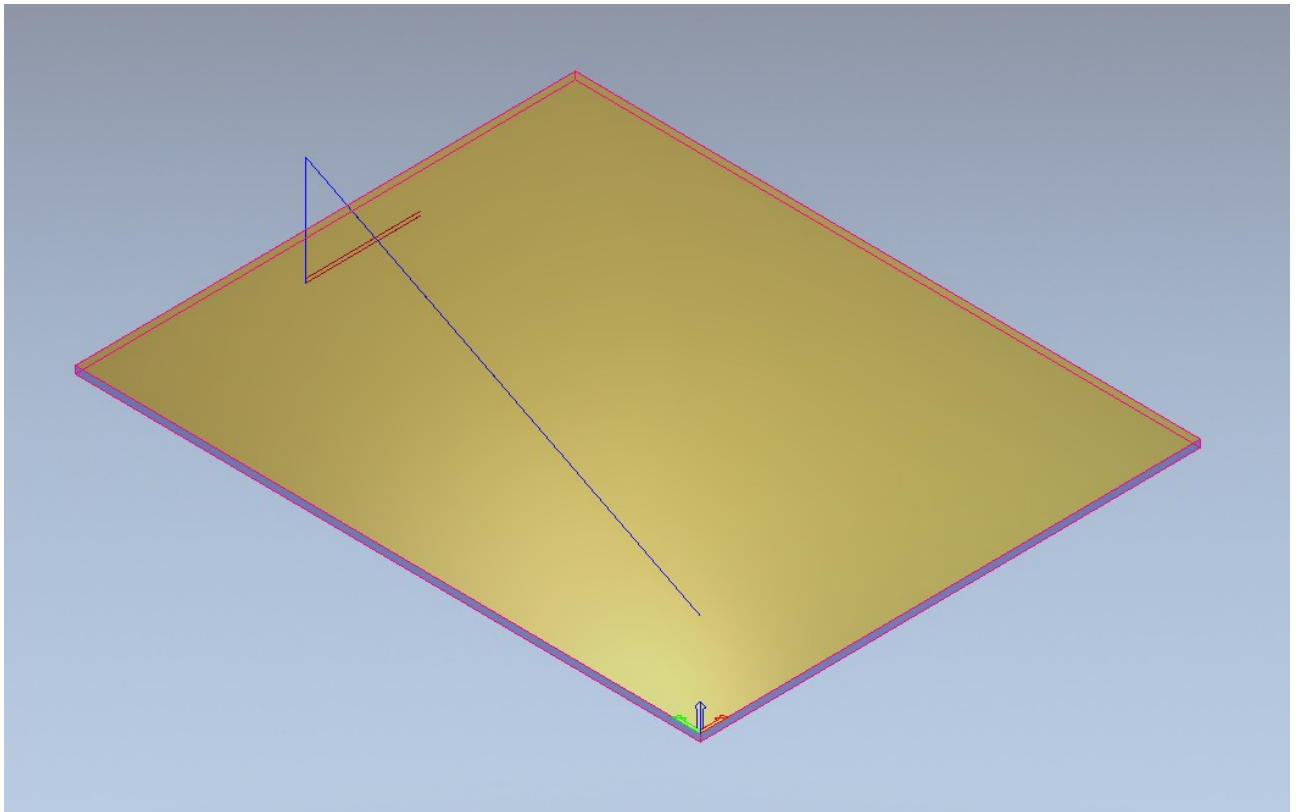


Рисунок 3.7 – Траекторія руху інструмента на фрезерування пазу

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 67          |

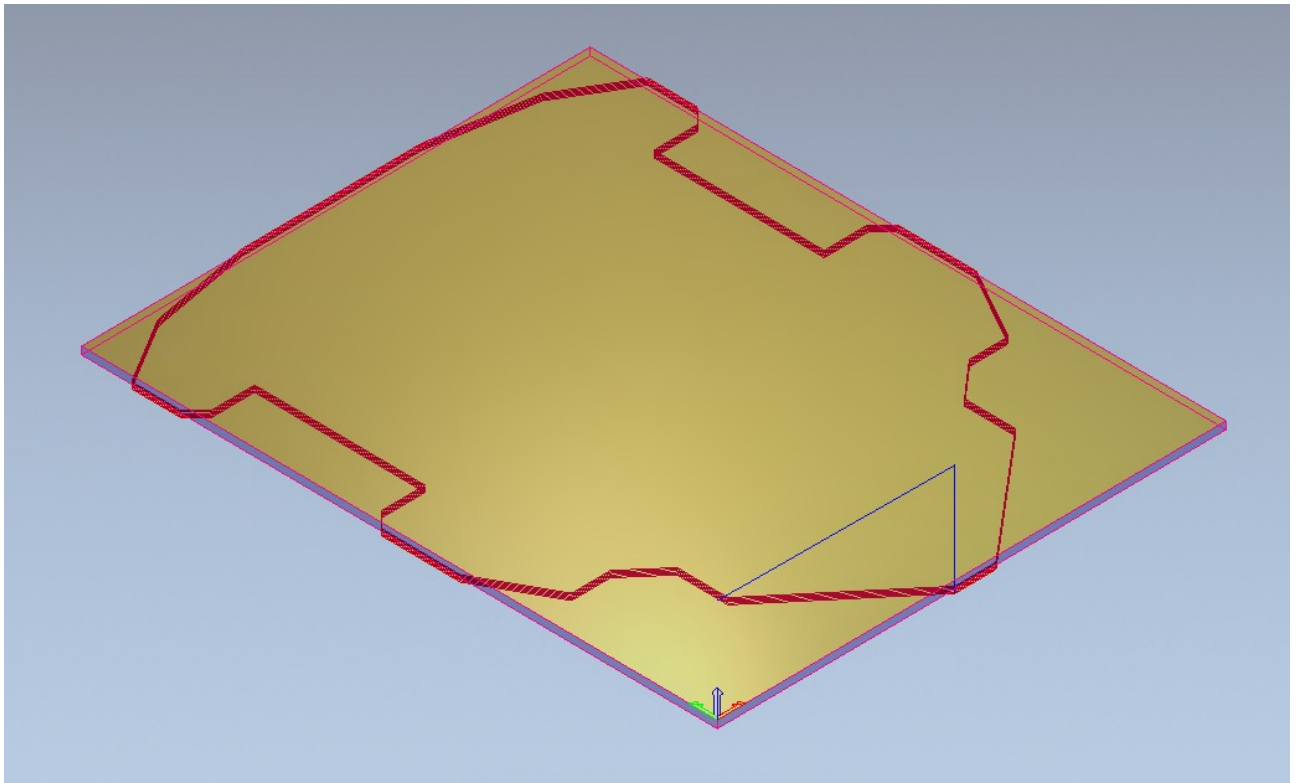


Рисунок 3.8 – Траекторія руху інструмента на фрезерування контуру

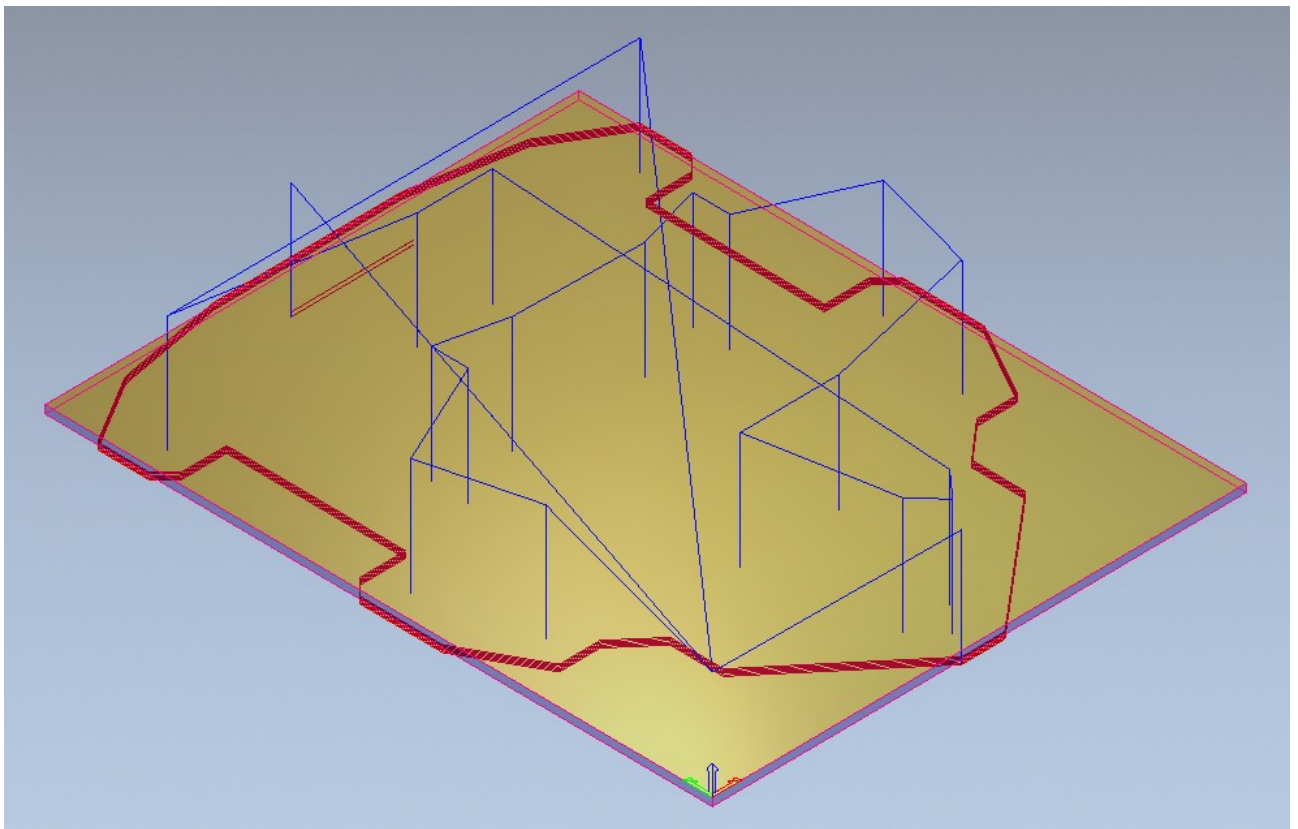


Рисунок 3.9 – Загальна траекторія руху інструменті

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 68          |

## 4. ПРОГРАМУВАННЯ ПЛАТФОРМИ

### 4.1 Загальні відомості

Апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування, що є спрощеною підмножиною C/C++ Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Processing, Adobe Flash, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Інформація про плату (рисунок друкованої плати, специфікації елементів, програмне забезпечення) знаходяться у відкритому доступі і можуть бути використані тими, хто воліє створювати плати власноруч.

### 4.2 Середовище програмування Arduino IDE

#### Головне меню

Меню редактора включає в себе наступні основні елементи: файл, правка, скетч, сервіс і довідка. Розглянемо докладніше кожен з них. У пункті Файл можна знайти команди, що відповідають за створення нової програми, читання старої, збереження її змін, а також команди для завантаження програми на мікроконтролер.

- Створити - створити нову програму (скетч);
- Відкрити - відкрити існуючу програму;
- Папка зі скетчами - відкрити програму із заданої папки;
- Приклади - відкрити приклад програми;
- Закрити - закрити поточне вікно.
- Зберегти - зберегти зміни в раніше збережену програму;
- Зберегти як - зберегти нову програму, із зазначенням імені;
- Завантажити - завантажити програму в Arduino;
- Завантажити за допомогою програматора - завантажити програму за допомогою

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 69          |

- програматора;
- Налаштування друку – налаштування принтера;
- Друк - вивід на друк коду програми;
- Налаштування – налаштування редактора;
- Вихід - вихід з Arduino IDE.







Пункт меню Правка містить команди, пов'язані з редагування текст програми, включаючи копіювання, вставку, настройку відступів і пошук за ключовим словом.

У розділі Скетч розміщуються команди для контролю за процесом компіляції програми.

- Перевірити / Компілювати - компілювати програму;
- Показати папку скетчів - відкрити системну папку з програмами;
- Додати файл - додати до проекту файл з даними або програмою;
- Імпортувати бібліотеку - підключити до програми бібліотеку зі списку встановлених.

Пункт меню Сервіс включає в себе допоміжні функції для роботи з самим мікроконтролером.

- Автоформатування - автоматична розстановка відступів, переносів рядків
- Архівувати скетч - архівація папки з програмою, і збереження архіву в вказане місце;
- виправити - кодування і перезавантажити;
- Монітор порту - відкрити вікно для обміну даними з мікроконтролером;
- Плата - вибір поточної плати (в даному випадку Arduino Uno);
- Послідовний порт - вибір порту, до якого підключений;
- Меню Довідка містить докладний опис всіх функцій самого редактора Arduino IDE,  
Меню іконок

-  Перевірити / Компілювати програму
-  Завантажити програму в Arduino
-  Створити нову програму
-  Відкрити існуючу програму
-  Зберегти програму
-  Монітор послідовного порту

## Вкладки

Кожна програма для Arduino може складатися з декількох файлів. Для перемикання між цими файлами служить система вкладок в редакторі. Там же, можна створити нову вкладку, і асоціювати з нею файл в папці з проектом.

## Вікно програми

Безпосередньо, текст програми створюється і редагується в головному вікні редактора. По суті, вікно редактора являє собою типовий текстовий редактор, з підсвічуванням конструкцій коду.

## Вікно повідомлень

У самому низу редактора Arduino IDE є невелике вікно, що служить для виведення повідомлень про проблеми, які виникають в процесі компіляції програми, або під час завантаження програми в мікроконтролер.

## 4.3 Скетч для платформи

Завершена програма виглядатиме наступним чином

```
// БІБЛІОТЕКА для роботи датчика ехо локатора
```

```
#include <iarduino_HC_SR04_int.h>
```

```
// БІБЛІОТЕКА для роботи з кроковим двигуном
```

```
#include <Stepper.h>
```

// Номера виходів до яких підключені датчики (лінії, відстані) і MotorShield (дані введені в константи потрібно буде змінити при підключенні візка)

```
const uint8_t datLL = A3; // Датчик лінії, який знаходиться зліва
```

```
const uint8_t datLC = A4; // Датчик лінії, який знаходиться посередині
```

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 71          |

```

const uint8_t datLR = A5; // Датчик лінії, який знаходиться зправа
const uint8_t datV_TRIG = 2; // Вихід ехолотатора TRIG
const uint8_t datV_ECHO = 3; // Вихід ехолотатора ECHO
const uint8_t motSh_LH = 12; // Вихід напрямлення до якого підключений
лівий мотор
const uint8_t motSh_LE = 11; // Вихід ШІМ(широтна імпульсна модуляція)
до якого підключений лівий мотор
const uint8_t motSh_RE = 10; // Вихід ШІМ до якого підключений правий
мотор
const uint8_t motSh_RH = 13; // Вихід напрямлення до якого підключений
правий мотор
const float STEP_PER_REV = 32;
const float GEAR_RED = 64; //potribno glanytu na krokDV GEAR
REDACTION
const float STEPS_PER_OUT_REV = STEP_PER_REV * GEAR_RED;
int StepsRequired;
//
Stepper steppermotor(STEP_PER_REV, 6, 8, 7, 9); // TREBA PIDIBRATU
SVOII VUHODU
//
iarduino_HC_SR04_int HCSR(datV_TRIG, datV_ECHO); // Для роботи з
бібліотекою потрібно вказати об'єкт HCSR (і виходи еходатчика)
// Значення які ми встановлюємо:
const uint16_t datLOL = 681; // Дані які датчик показує на лінії (це
значення потрібно настроїти)
const uint16_t datLOOL = 174; // Дані які датчик показує поза лінією (це
значення потрібно настроїти)
const uint8_t MAXSP = 255; // Масимальна швидкість
const uint32_t TimerST = 2000; // Впородовж записаного часу візок не

```

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 72          |



// Якщо навпаки, то буде скидатись на 0 і це означатиме темна лінія на світлому фоні

// Визначаєм середнє значення показників датчика лінії (на ній і поза нею)

// Так як у нас може їздити по темній лінії на світлому фоні і навпаки потрібні різні формули для обрахування

if(flagLine){datLMID = datLOL + (datLOOL - datLOL)/2;} // Для світлої лінії

else {datLMID = datLOOL + (datLOL - datLOOL)/2;} // Для темної лінії

// Присвоюєм моторам конкретні значення швидкості (1 - лівий мотор; 0 - правий мотор)

MotorSP[1] = MAXSP;

MotorSP[0] = MAXSP;

// Встановлюєм прапорець ШІМ, скидаєм значення прапорця повороту, зупинки і відстані

flagPWM=1; flagTurning=0; flagStop=0; flagDistance=0;

// Встановлюєм режими роботи виходів і направлення обертів моторів

pinMode (datLL, INPUT ); // Встановлюєм вихід лівого датчика лінії як вхід (для того щоб отримати дані які він нам покаже)

pinMode (datLC, INPUT ); // Встановлюєм вихід лівого датчика лінії як вхід

pinMode (datLR, INPUT); // Встановлюєм вихід лівого датчика лінії як вхід

pinMode (motSh\_LH, OUTPUT ); // Встановлюєм вихід motSh\_LH як вхід (для керування напрямом обертів лівого мотору)

pinMode (motSh\_LE, OUTPUT ); // Встановлюєм вихід motSh\_LE як вхід (для керування швидкістю обертів лівого мотору)

pinMode (motSh\_RE, OUTPUT ); // Встановлюєм вихід motSh\_RE як вхід

pinMode (motSh\_RH, OUTPUT ); // Встановлюєм вихід motSh\_RH як вхід

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 74          |

```

digitalWrite(motSh_LH, OborotMot[1]);      // Встановлюємо на виході
motSh_LH значення OborotMot[1] (направлення обертів лівого мотору)
digitalWrite(motSh_RH, OborotMot[0]);      // Встановлюємо на виході
motSh_RH значення OborotMot[0]
// Записуємо показання центрального датчика лінії в константи datLOL і
datLOOL
Serial.begin(9600); while(!Serial){}      // Зчитування/Передача даних через
порт на швидкості 9600 б/с
Serial.println(analogRead(datLC));          // Виводим показання датчика на
екран для запису в константи
// Встановлюємо затримку 2 сек і поновлюємо час з моменту виконання
останньої операції
delay(2000);
TimerML = millis();
}
void loop(){
if (MotorSP[1] = 0, MotorSP[0] = 0, flgDistance = 0, flgStop = 0){
steppermotor.setSpeed(1);
StepsRequired = 4;
steppermotor.step(StepsRequired);
delay(2000);
}
// Serial.println(HCSR.distance());//
// delay(1000);//
// Заносим показання трьох датчиків в одну змінну встановлюючи прості
значення (1 - датчик на лінії, 0 - датчик поза лінією)
datLBIT = 0;      // Спочатку скидаємо значення даної змінної
datLBIT |= ((analogRead(datLL)>datLMID)^flgLine)<<2; // Встановлюємо
2 біт змінної datLBIT в 1, якщо лівий датчик знаходиться на лінії,якщо ні то

```



```

// Встановлюємо ШІМ для моторів
if(flgPWM){flgPWM=0;
  switch(flgTurning){ // Швидкість лівого мотору: Швидкість правого
мотору:
    case -1:    if(MotorSP[1]>0){MotorSP[1]--;} MotorSP[0]=MAXSP;
break; // Зменшуємо швидкість лівого мотору коли повертаєм
    case 0:    MotorSP[1]=MAXSP; MotorSP[0]=MAXSP; break; //
Однакова швидкість коли їдемо прямо
    case 1:    MotorSP[1]=MAXSP; if(MotorSP[0]>0){MotorSP[0]--;}
break; // Зменшуємо швидкість правого мотору коли повертаєм
  } if(flgStop){ MotorSP[1]=0; MotorSP[0]=0;} // Зупиняємся
якщо flgStop = 1
    if(flgDistance){ MotorSP[1]=0; MotorSP[0]=0;} // зупиняємся
якщо flgDistance = 1
// Обраховані значення передаємо на вхід до моторів
analogWrite(motSh_LE, MotorSP[1]);
analogWrite(motSh_RE, MotorSP[0]);
}
}

```

#### 4.4 Калібрування платформи

Для того щоб відкалібрувати платформу та внести коректні значення для датчиків в скетч потрібно:

1. Завантажити скетч до плати
2. Піднести центральний датчик лінії на темний фон, в моніторі послідовного порта, записати значення в нашому випадку це
3. Занести це значення в скетч
4. Піднести центральний датчик лінії на світлий фон, в моніторі послідовного порта, записати значення в записати значення, в нашому

випадку це

5. Занести це значення в скетч

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | <i>78</i>   |

## Висновки

При виконанні магістерської роботи було детально розглянуто системи гнучкого автоматизовано виробництва, досліджено типи та будову транспортних роботів, а також засоби та принцип програмування мікроконтролерів. На основі дослідження було спроектовано транспортну платформу для обслуговування механізованої дільниці. Розроблено технологічний процес механічної обробки деталі «Основа нижня». Набуто навички роботи з верстатами з ЧПК.

Вважаю, що мета роботи досягнена.

|            |             |                 |               |             |                                 |      |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------|
|            |             |                 |               |             | <i>MP.ПМКм-038.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 79   |

## Список використаної літератури

1. Е.С.Пуховський. Технологические основы гибкого автоматизированого производства - Киев, Издательское объединения "Вища школа", 1989г. - 239с.
2. А.П. Гавриш, Л.С Ямпольский. Гибкие робототехнические системы - Киев, Головное издательство издательского объединения "Вища школа", 1989г. - 408с.
3. Вороненко, В.П. Проектирование производственных систем в машиностроении: Учеб. пособие / В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе, А.И. Пульбере. Тирасполь: РИО ПГУ, 2001. 349 с.
4. Соломенцев, Ю.М. Управление гибкими производственными системами / Ю.М. Соломенцев, В.Л. Сосонкин. М.: Машиностроение, 1988. 350 с.
5. Митрофанов, С.П. Технологическая подготовка гибких производственных систем / С.П. Митрофанов, Д.Д. Куликов, О.Н. Миляев, Б.С. Падун; Под ред. С.П. Митрофанова. М.: Машиностроение, 1987. 352 с.
6. "Роботизированние технологічні комплекси в ДПС" М. М.Довбня, А. М. Кондратьев, Є. І. Юревич, 2000 р.
7. Н.П.Меткин, М.С.Лапин, С.А.Клейменов, В.М.Критський. Гибкие производственные системы. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 309с.
8. А.П. Гавриш, Л.С Ямпольский. Гибкие робототехнические системы - Киев, Головное издательство издательского объединения "Вища школа", 1989г. - 408с.
9. "Робототехнические комплекси" Під редакцією Б.І.Черпакова, 2002 р.

|            |             |                 |               |             |                                 |             |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|            |             |                 |               |             | <i>МР.ПМКМ-038.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 | 80          |

# Додатки

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение              | Наименование              | Кол. | Примеч. |
|-------|------|------|--------------------------|---------------------------|------|---------|
|       |      |      |                          | <u>Документація</u>       |      |         |
| A1    |      |      | MP.ПМКм-038.02.00.000 СК | Складальне креслення      | 1    |         |
|       |      |      |                          | <u>Складальні одиниці</u> |      |         |
|       |      | 1    | MP.ПМКм-038.02.01.000    | Домкрат                   | 1    |         |
|       |      | 2    | MP.ПМКм-138.02.02.000    | Поворотний стіл           | 1    |         |
|       |      |      |                          | <u>Деталі</u>             |      |         |
|       |      | 3    | MP.ПМКм-038.02.00.003    | Основа нижня              | 1    |         |
|       |      | 4    | MP.ПМКм-038.02.00.004    | Основа верхня             | 1    |         |
| A4    |      | 5    | MP.ПМКм-038.02.00.005    | Кріплення ехолокатора     | 1    |         |
| A4    |      | 6    | MP.ПМКм-038.02.00.006    | Кріплення мотора          | 2    |         |
| A4    |      | 7    | MP.ПМКм-038.02.00.007    | Опора                     | 11   |         |
|       |      |      |                          | <u>Стандартні деталі</u>  |      |         |
|       |      | 8    |                          | Плата Arduino UNO R3      | 1    |         |
|       |      | 9    |                          | Motor Shield L298P        | 1    |         |
|       |      | 10   |                          | HC-SR04                   | 1    |         |

|                              |              |         |                  |        |
|------------------------------|--------------|---------|------------------|--------|
| <b>MP.ПМКм-038.02.00.000</b> |              |         |                  |        |
| Изм                          | Лист         | № докум | Подп.            | Дата   |
| Разраб.                      | Мельник О.Б. |         |                  |        |
| Пров.                        | Лукаць Т.В.  |         |                  |        |
| Н.контр.                     |              |         |                  |        |
| Утв.                         |              |         |                  |        |
| <b>Транспортна платформа</b> |              |         | Лит.             | Лист   |
|                              |              |         |                  | Листов |
|                              |              |         |                  | 1      |
|                              |              |         | <b>ІФНТУНГ</b>   |        |
|                              |              |         | <b>ПМКм-21-1</b> |        |



| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение              | Наименование             | Кол. | Примеч. |
|-------|------|------|--------------------------|--------------------------|------|---------|
|       |      |      |                          | <u>Документаці</u>       |      |         |
| A1    |      |      | МР.ПМКм-038.02.01.000 СК | Складальне креслення     | 1    |         |
|       |      |      |                          | <u>Деталі</u>            |      |         |
|       |      | 1    | МР.ПМКм-038.02.01.001    | Основа                   | 2    |         |
|       |      | 2    | МР.ПМКм-038.02.01.002    | Направляюча              | 4    |         |
|       |      | 3    | МР.ПМКм-038.02.01.003    | <u>Ланка</u>             | 8    |         |
|       |      | 4    | МР.ПМКм-038.02.01.004    | Розпорка                 | 2    |         |
|       |      | 5    | МР.ПМКм-038.02.01.005    | Ходовий гвинт            | 1    |         |
|       |      |      |                          | <u>Стандартні деталі</u> |      |         |
|       |      | 6    |                          | Гвинт МЗ ГОСТ 11738-84   | 16   |         |
|       |      | 7    |                          | Гайка МЗ ГОСТ 11738-84   | 16   |         |
|       |      | 8    |                          | Шайба МЗ ГОСТ 11738-84   | 16   |         |

|                |              |         |       |      |                              |      |        |
|----------------|--------------|---------|-------|------|------------------------------|------|--------|
|                |              |         |       |      | <b>МР.ПМКм-038.02.01.000</b> |      |        |
| Изм            | Лист         | № докум | Подп. | Дата |                              |      |        |
| Разраб.        | Мельник О.Б. |         |       |      |                              |      |        |
| Пров.          | Лукач Т.В.   |         |       |      |                              |      |        |
| Н.контр.       |              |         |       |      |                              |      |        |
| Утв.           |              |         |       |      |                              |      |        |
| <b>Домкрат</b> |              |         |       |      | Лит.                         | Лист | Листов |
|                |              |         |       |      |                              |      | 1      |
|                |              |         |       |      | <b>ІФНТУНГ<br/>ПМКм-21-1</b> |      |        |

## Додаток Б

|                     |                    |                    |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| %                   | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| T1M6                | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| G0Z41.011           | G0X149.000Y156.400 | G0X100.000Y10.000  |
| G0X0.000Y0.000S1500 | G0Z2.000           | G0Z2.000           |
| 0M3                 | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| G0X22.000Y84.500Z41 | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| .011                | G0Y142.400         | G0X108.900Y20.000  |
| G0Z2.000            | G0Z2.000           | G0Z2.000           |
| G1Z-3.200F120.0     | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| G0Z41.011           | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| G0X11.500Y124.500   | G0X188.500Y124.500 | G0X119.000Y201.464 |
| G0Z2.000            | G0Z2.000           | G0Z2.000           |
| G1Z-3.200F120.0     | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| G0Z41.011           | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| G0X51.000Y142.400   | G0X178.000Y84.500  | G0X91.000          |
| G0Z2.000            | G0Z2.000           | G0Z2.000           |
| G1Z-3.200F120.0     | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| G0Z41.011           | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| G0Y156.400          | G0X118.500Y71.000  | G0X11.500Y215.500  |
| G0Z2.000            | G0Z2.000           | G0Z2.000           |
| G1Z-3.200F120.0     | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| G0Z41.011           | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| G0X75.760Y150.664   | G0X81.500          | G0X188.500         |
| G0Z2.000            | G0Z2.000           | G0Z2.000           |
| G1Z-3.200F120.0     | G1Z-3.200F120.0    | G1Z-3.200F120.0    |
| G0Z41.011           | G0Z41.011          | G0Z41.011          |
| G0X124.010Y149.464  | G0X91.100Y20.000   | G0X0.000Y0.000     |
| G0Z2.000            | G0Z2.000           | G0Z41.011          |

|                     |                     |                 |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| G0X0Y0              | X123.004Y234.997    | X91.534Y-1.147  |
| M30                 | X123.005Y235.000    | X44.034Y38.853  |
| %                   | X123.004Y235.003    | X43.811Y39.085  |
| T1M6                | X123.000Y235.005    | X43.640Y39.367  |
| G0Z41.011           | X77.000             | X43.535Y39.680  |
| G0X0.000Y0.000S1500 | X76.996Y235.003     | X43.500Y40.000  |
| 0M3                 | X76.995Y235.000     | Y59.315         |
| G0X77.000Y234.995Z4 | X76.996Y234.996     | X29.440Y71.500  |
| 1.011               | X77.000Y234.995     | X15.000         |
| G1Z-1.600F240.0     | X123.000            | X14.690Y71.532  |
| G1X123.000F1020.0   | X123.004Y234.996    | X14.384Y71.632  |
| X123.004Y234.997    | X123.005Y235.000    | X14.103Y71.797  |
| X123.005Y235.000    | X123.004Y235.004    | X13.867Y72.017  |
| X123.004Y235.003    | X123.000Y235.005    | X13.689Y72.272  |
| X123.000Y235.005    | X77.000             | X-1.311Y99.272  |
| X77.000             | G0Z41.011           | X-1.452Y99.624  |
| X76.996Y235.003     | G0X0.000Y0.000      | X-1.500Y100.000 |
| X76.995Y235.000     | G0Z41.011           | Y130.000        |
| X76.996Y234.996     | G0X0Y0              | X-1.472Y130.290 |
| X77.000Y234.995     | M30                 | X-1.386Y130.574 |
| X123.000            | %                   | X-1.246Y130.836 |
| X123.004Y234.996    | T1M6                | X-1.061Y131.061 |
| X123.005Y235.000    | G0Z41.011           | X3.939Y136.061  |
| X123.004Y235.004    | G0X0.000Y0.000S1500 | X4.164Y136.246  |
| X123.000Y235.005    | 0M3                 | X4.426Y136.386  |
| X77.000             | G0X91.986Y-         | X4.710Y136.472  |
| G0Z41.011           | 1.409Z41.011        | X5.000Y136.500  |
| G0X77.000Y234.995   | G1Z-0.500F120.0     | X21.500         |
| G1Z-3.200F240.0     | G1X91.748Y-         | Y203.500        |
| G1X123.000F1020.0   | 1.298F720.0         | X5.000          |

|                  |                  |                 |
|------------------|------------------|-----------------|
| X4.710Y203.528   | X201.246Y209.164 | Y40.000         |
| X4.426Y203.614   | X201.061Y208.939 | X156.465Y39.680 |
| X4.164Y203.754   | X196.061Y203.939 | X156.360Y39.367 |
| X3.939Y203.939   | X195.836Y203.754 | X156.189Y39.085 |
| X-1.061Y208.939  | X195.574Y203.614 | X155.966Y38.853 |
| X-1.246Y209.164  | X195.290Y203.528 | X108.466Y-1.147 |
| X-1.386Y209.426  | X195.000Y203.500 | X108.176Y-1.339 |
| X-1.472Y209.710  | X178.500         | X107.845Y-1.460 |
| X-1.500Y210.000  | Y136.500         | X107.500Y-1.500 |
| Y228.000         | X195.000         | X92.500         |
| X-1.452Y228.376  | X195.290Y136.472 | X92.239Y-1.477  |
| X-1.305Y228.739  | X195.574Y136.386 | X91.986Y-1.409  |
| X-1.069Y229.052  | X195.836Y136.246 | G1Z-1.000F120.0 |
| X-0.772Y229.286  | X196.061Y136.061 | G1X91.748Y-     |
| X24.228Y244.286  | X201.061Y131.061 | 1.298F720.0     |
| X24.476Y244.406  | X201.246Y130.836 | X91.534Y-1.147  |
| X24.741Y244.478  | X201.386Y130.574 | X44.034Y38.853  |
| X64.741Y251.478  | X201.472Y130.290 | X43.811Y39.085  |
| X135.000Y251.500 | X201.500Y130.000 | X43.640Y39.367  |
| X175.259Y244.478 | Y100.000         | X43.535Y39.680  |
| X175.524Y244.406 | X201.452Y99.624  | X43.500Y40.000  |
| X175.772Y244.286 | X201.311Y99.272  | Y59.315         |
| X200.772Y229.286 | X186.311Y72.272  | X29.440Y71.500  |
| X201.069Y229.052 | X186.133Y72.017  | X15.000         |
| X201.305Y228.739 | X185.897Y71.797  | X14.690Y71.532  |
| X201.452Y228.376 | X185.616Y71.632  | X14.384Y71.632  |
| X201.500Y228.000 | X185.310Y71.532  | X14.103Y71.797  |
| Y210.000         | X185.000Y71.500  | X13.867Y72.017  |
| X201.472Y209.710 | X170.560         | X13.689Y72.272  |
| X201.386Y209.426 | X156.500Y59.315  | X-1.311Y99.272  |

|                 |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|
| X-1.452Y99.624  | X24.476Y244.406  | X201.246Y130.836 |
| X-1.500Y100.000 | X24.741Y244.478  | X201.386Y130.574 |
| Y130.000        | X64.741Y251.478  | X201.472Y130.290 |
| X-1.472Y130.290 | X135.000Y251.500 | X201.500Y130.000 |
| X-1.386Y130.574 | X175.259Y244.478 | Y100.000         |
| X-1.246Y130.836 | X175.524Y244.406 | X201.452Y99.624  |
| X-1.061Y131.061 | X175.772Y244.286 | X201.311Y99.272  |
| X3.939Y136.061  | X200.772Y229.286 | X186.311Y72.272  |
| X4.164Y136.246  | X201.069Y229.052 | X186.133Y72.017  |
| X4.426Y136.386  | X201.305Y228.739 | X185.897Y71.797  |
| X4.710Y136.472  | X201.452Y228.376 | X185.616Y71.632  |
| X5.000Y136.500  | X201.500Y228.000 | X185.310Y71.532  |
| X21.500         | Y210.000         | X185.000Y71.500  |
| Y203.500        | X201.472Y209.710 | X170.560         |
| X5.000          | X201.386Y209.426 | X156.500Y59.315  |
| X4.710Y203.528  | X201.246Y209.164 | Y40.000          |
| X4.426Y203.614  | X201.061Y208.939 | X156.465Y39.680  |
| X4.164Y203.754  | X196.061Y203.939 | X156.360Y39.367  |
| X3.939Y203.939  | X195.836Y203.754 | X156.189Y39.085  |
| X-1.061Y208.939 | X195.574Y203.614 | X155.966Y38.853  |
| X-1.246Y209.164 | X195.290Y203.528 | X108.466Y-1.147  |
| X-1.386Y209.426 | X195.000Y203.500 | X108.176Y-1.339  |
| X-1.472Y209.710 | X178.500         | X107.845Y-1.460  |
| X-1.500Y210.000 | Y136.500         | X107.500Y-1.500  |
| Y228.000        | X195.000         | X92.500          |
| X-1.452Y228.376 | X195.290Y136.472 | X92.239Y-1.477   |
| X-1.305Y228.739 | X195.574Y136.386 | X91.986Y-1.409   |
| X-1.069Y229.052 | X195.836Y136.246 | G1Z-1.500F120.0  |
| X-0.772Y229.286 | X196.061Y136.061 | G1X91.748Y-      |
| X24.228Y244.286 | X201.061Y131.061 | 1.298F720.0      |

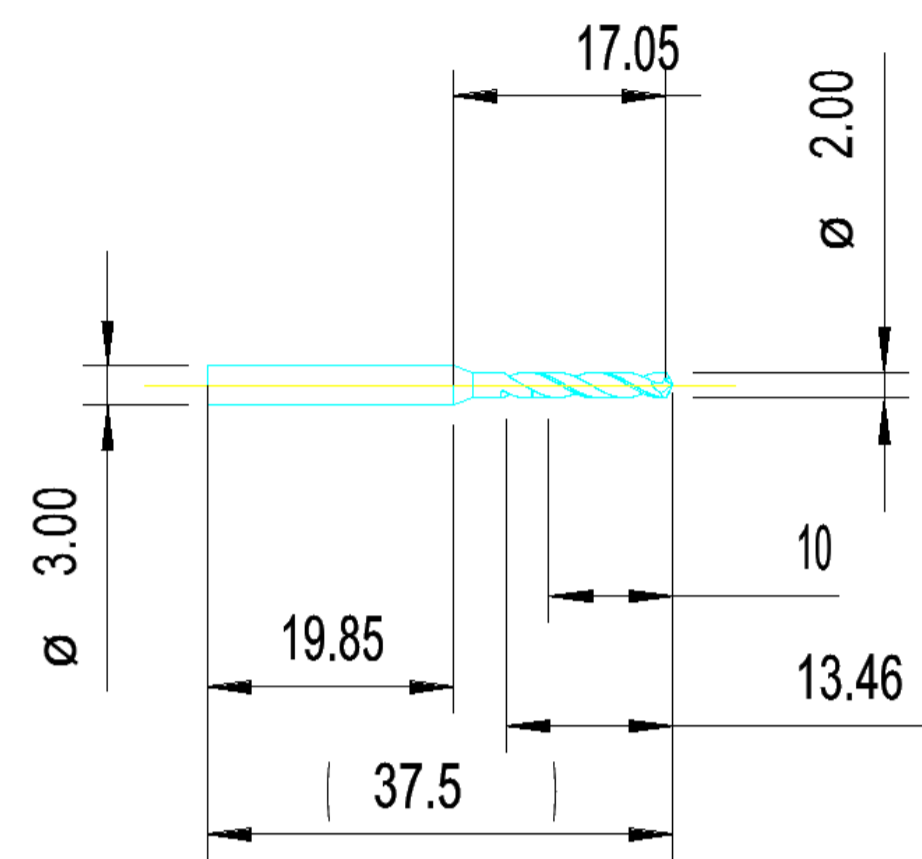
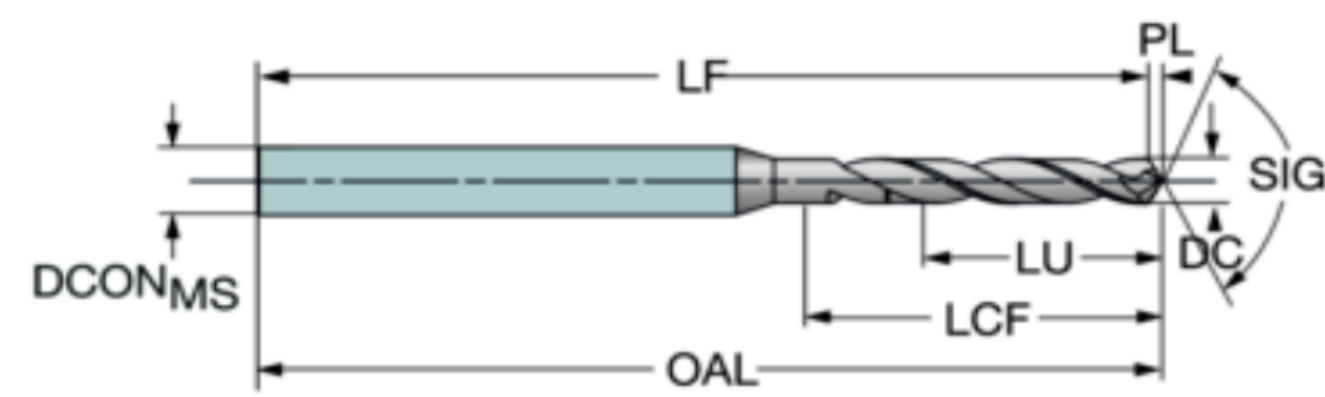
|                 |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|
| X91.534Y-1.147  | X4.710Y203.528   | X201.246Y209.164 |
| X44.034Y38.853  | X4.426Y203.614   | X201.061Y208.939 |
| X43.811Y39.085  | X4.164Y203.754   | X196.061Y203.939 |
| X43.640Y39.367  | X3.939Y203.939   | X195.836Y203.754 |
| X43.535Y39.680  | X-1.061Y208.939  | X195.574Y203.614 |
| X43.500Y40.000  | X-1.246Y209.164  | X195.290Y203.528 |
| Y59.315         | X-1.386Y209.426  | X195.000Y203.500 |
| X29.440Y71.500  | X-1.472Y209.710  | X178.500         |
| X15.000         | X-1.500Y210.000  | Y136.500         |
| X14.690Y71.532  | Y228.000         | X195.000         |
| X14.384Y71.632  | X-1.452Y228.376  | X195.290Y136.472 |
| X14.103Y71.797  | X-1.305Y228.739  | X195.574Y136.386 |
| X13.867Y72.017  | X-1.069Y229.052  | X195.836Y136.246 |
| X13.689Y72.272  | X-0.772Y229.286  | X196.061Y136.061 |
| X-1.311Y99.272  | X24.228Y244.286  | X201.061Y131.061 |
| X-1.452Y99.624  | X24.476Y244.406  | X201.246Y130.836 |
| X-1.500Y100.000 | X24.741Y244.478  | X201.386Y130.574 |
| Y130.000        | X64.741Y251.478  | X201.472Y130.290 |
| X-1.472Y130.290 | X135.000Y251.500 | X201.500Y130.000 |
| X-1.386Y130.574 | X175.259Y244.478 | Y100.000         |
| X-1.246Y130.836 | X175.524Y244.406 | X201.452Y99.624  |
| X-1.061Y131.061 | X175.772Y244.286 | X201.311Y99.272  |
| X3.939Y136.061  | X200.772Y229.286 | X186.311Y72.272  |
| X4.164Y136.246  | X201.069Y229.052 | X186.133Y72.017  |
| X4.426Y136.386  | X201.305Y228.739 | X185.897Y71.797  |
| X4.710Y136.472  | X201.452Y228.376 | X185.616Y71.632  |
| X5.000Y136.500  | X201.500Y228.000 | X185.310Y71.532  |
| X21.500         | Y210.000         | X185.000Y71.500  |
| Y203.500        | X201.472Y209.710 | X170.560         |
| X5.000          | X201.386Y209.426 | X156.500Y59.315  |

|                 |                 |                  |
|-----------------|-----------------|------------------|
| Y40.000         | X-1.452Y99.624  | X24.476Y244.406  |
| X156.465Y39.680 | X-1.500Y100.000 | X24.741Y244.478  |
| X156.360Y39.367 | Y130.000        | X64.741Y251.478  |
| X156.189Y39.085 | X-1.472Y130.290 | X135.000Y251.500 |
| X155.966Y38.853 | X-1.386Y130.574 | X175.259Y244.478 |
| X108.466Y-1.147 | X-1.246Y130.836 | X175.524Y244.406 |
| X108.176Y-1.339 | X-1.061Y131.061 | X175.772Y244.286 |
| X107.845Y-1.460 | X3.939Y136.061  | X200.772Y229.286 |
| X107.500Y-1.500 | X4.164Y136.246  | X201.069Y229.052 |
| X92.500         | X4.426Y136.386  | X201.305Y228.739 |
| X92.239Y-1.477  | X4.710Y136.472  | X201.452Y228.376 |
| X91.986Y-1.409  | X5.000Y136.500  | X201.500Y228.000 |
| G1Z-2.000F120.0 | X21.500         | Y210.000         |
| G1X91.748Y-     | Y203.500        | X201.472Y209.710 |
| 1.298F720.0     | X5.000          | X201.386Y209.426 |
| X91.534Y-1.147  | X4.710Y203.528  | X201.246Y209.164 |
| X44.034Y38.853  | X4.426Y203.614  | X201.061Y208.939 |
| X43.811Y39.085  | X4.164Y203.754  | X196.061Y203.939 |
| X43.640Y39.367  | X3.939Y203.939  | X195.836Y203.754 |
| X43.535Y39.680  | X-1.061Y208.939 | X195.574Y203.614 |
| X43.500Y40.000  | X-1.246Y209.164 | X195.290Y203.528 |
| Y59.315         | X-1.386Y209.426 | X195.000Y203.500 |
| X29.440Y71.500  | X-1.472Y209.710 | X178.500         |
| X15.000         | X-1.500Y210.000 | Y136.500         |
| X14.690Y71.532  | Y228.000        | X195.000         |
| X14.384Y71.632  | X-1.452Y228.376 | X195.290Y136.472 |
| X14.103Y71.797  | X-1.305Y228.739 | X195.574Y136.386 |
| X13.867Y72.017  | X-1.069Y229.052 | X195.836Y136.246 |
| X13.689Y72.272  | X-0.772Y229.286 | X196.061Y136.061 |
| X-1.311Y99.272  | X24.228Y244.286 | X201.061Y131.061 |

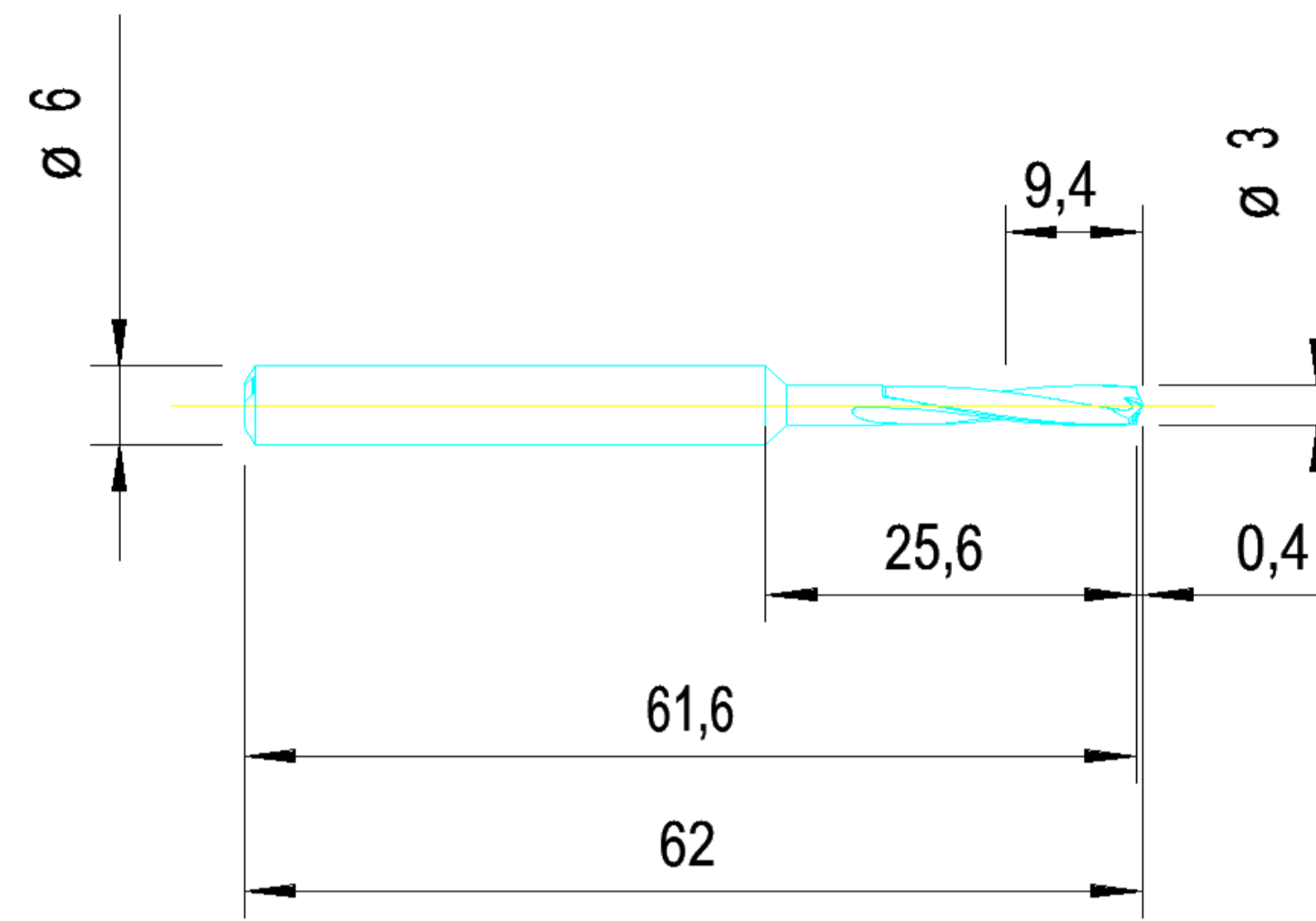
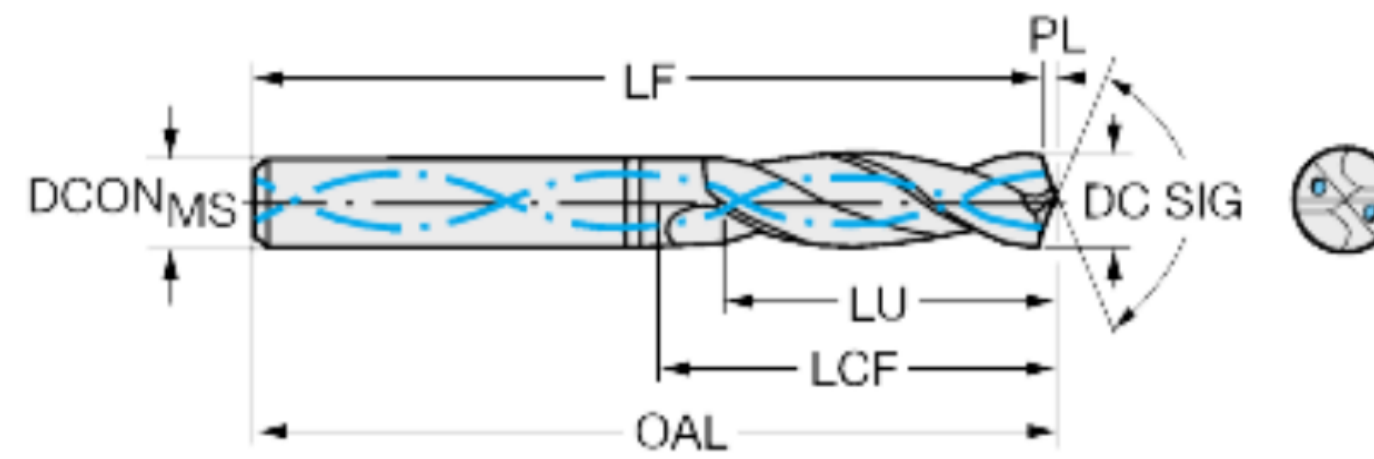
|                  |                 |                  |
|------------------|-----------------|------------------|
| X201.246Y130.836 | X91.534Y-1.147  | X4.710Y203.528   |
| X201.386Y130.574 | X44.034Y38.853  | X4.426Y203.614   |
| X201.472Y130.290 | X43.811Y39.085  | X4.164Y203.754   |
| X201.500Y130.000 | X43.640Y39.367  | X3.939Y203.939   |
| Y100.000         | X43.535Y39.680  | X-1.061Y208.939  |
| X201.452Y99.624  | X43.500Y40.000  | X-1.246Y209.164  |
| X201.311Y99.272  | Y59.315         | X-1.386Y209.426  |
| X186.311Y72.272  | X29.440Y71.500  | X-1.472Y209.710  |
| X186.133Y72.017  | X15.000         | X-1.500Y210.000  |
| X185.897Y71.797  | X14.690Y71.532  | Y228.000         |
| X185.616Y71.632  | X14.384Y71.632  | X-1.452Y228.376  |
| X185.310Y71.532  | X14.103Y71.797  | X-1.305Y228.739  |
| X185.000Y71.500  | X13.867Y72.017  | X-1.069Y229.052  |
| X170.560         | X13.689Y72.272  | X-0.772Y229.286  |
| X156.500Y59.315  | X-1.311Y99.272  | X24.228Y244.286  |
| Y40.000          | X-1.452Y99.624  | X24.476Y244.406  |
| X156.465Y39.680  | X-1.500Y100.000 | X24.741Y244.478  |
| X156.360Y39.367  | Y130.000        | X64.741Y251.478  |
| X156.189Y39.085  | X-1.472Y130.290 | X135.000Y251.500 |
| X155.966Y38.853  | X-1.386Y130.574 | X175.259Y244.478 |
| X108.466Y-1.147  | X-1.246Y130.836 | X175.524Y244.406 |
| X108.176Y-1.339  | X-1.061Y131.061 | X175.772Y244.286 |
| X107.845Y-1.460  | X3.939Y136.061  | X200.772Y229.286 |
| X107.500Y-1.500  | X4.164Y136.246  | X201.069Y229.052 |
| X92.500          | X4.426Y136.386  | X201.305Y228.739 |
| X92.239Y-1.477   | X4.710Y136.472  | X201.452Y228.376 |
| X91.986Y-1.409   | X5.000Y136.500  | X201.500Y228.000 |
| G1Z-2.500F120.0  | X21.500         | Y210.000         |
| G1X91.748Y-      | Y203.500        | X201.472Y209.710 |
| 1.298F720.0      | X5.000          | X201.386Y209.426 |

|                  |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| X201.246Y209.164 | Y40.000         | X-1.452Y99.624  |
| X201.061Y208.939 | X156.465Y39.680 | X-1.500Y100.000 |
| X196.061Y203.939 | X156.360Y39.367 | Y130.000        |
| X195.836Y203.754 | X156.189Y39.085 | X-1.472Y130.290 |
| X195.574Y203.614 | X155.966Y38.853 | X-1.386Y130.574 |
| X195.290Y203.528 | X108.466Y-1.147 | X-1.246Y130.836 |
| X195.000Y203.500 | X108.176Y-1.339 | X-1.061Y131.061 |
| X178.500         | X107.845Y-1.460 | X3.939Y136.061  |
| Y136.500         | X107.500Y-1.500 | X4.164Y136.246  |
| X195.000         | X92.500         | X4.426Y136.386  |
| X195.290Y136.472 | X92.239Y-1.477  | X4.710Y136.472  |
| X195.574Y136.386 | X91.986Y-1.409  | X5.000Y136.500  |
| X195.836Y136.246 | G1Z-3.000F120.0 | X21.500         |
| X196.061Y136.061 | G1X91.748Y-     | Y203.500        |
| X201.061Y131.061 | 1.298F720.0     | X5.000          |
| X201.246Y130.836 | X91.534Y-1.147  | X4.710Y203.528  |
| X201.386Y130.574 | X44.034Y38.853  | X4.426Y203.614  |
| X201.472Y130.290 | X43.811Y39.085  | X4.164Y203.754  |
| X201.500Y130.000 | X43.640Y39.367  | X3.939Y203.939  |
| Y100.000         | X43.535Y39.680  | X-1.061Y208.939 |
| X201.452Y99.624  | X43.500Y40.000  | X-1.246Y209.164 |
| X201.311Y99.272  | Y59.315         | X-1.386Y209.426 |
| X186.311Y72.272  | X29.440Y71.500  | X-1.472Y209.710 |
| X186.133Y72.017  | X15.000         | X-1.500Y210.000 |
| X185.897Y71.797  | X14.690Y71.532  | Y228.000        |
| X185.616Y71.632  | X14.384Y71.632  | X-1.452Y228.376 |
| X185.310Y71.532  | X14.103Y71.797  | X-1.305Y228.739 |
| X185.000Y71.500  | X13.867Y72.017  | X-1.069Y229.052 |
| X170.560         | X13.689Y72.272  | X-0.772Y229.286 |
| X156.500Y59.315  | X-1.311Y99.272  | X24.228Y244.286 |

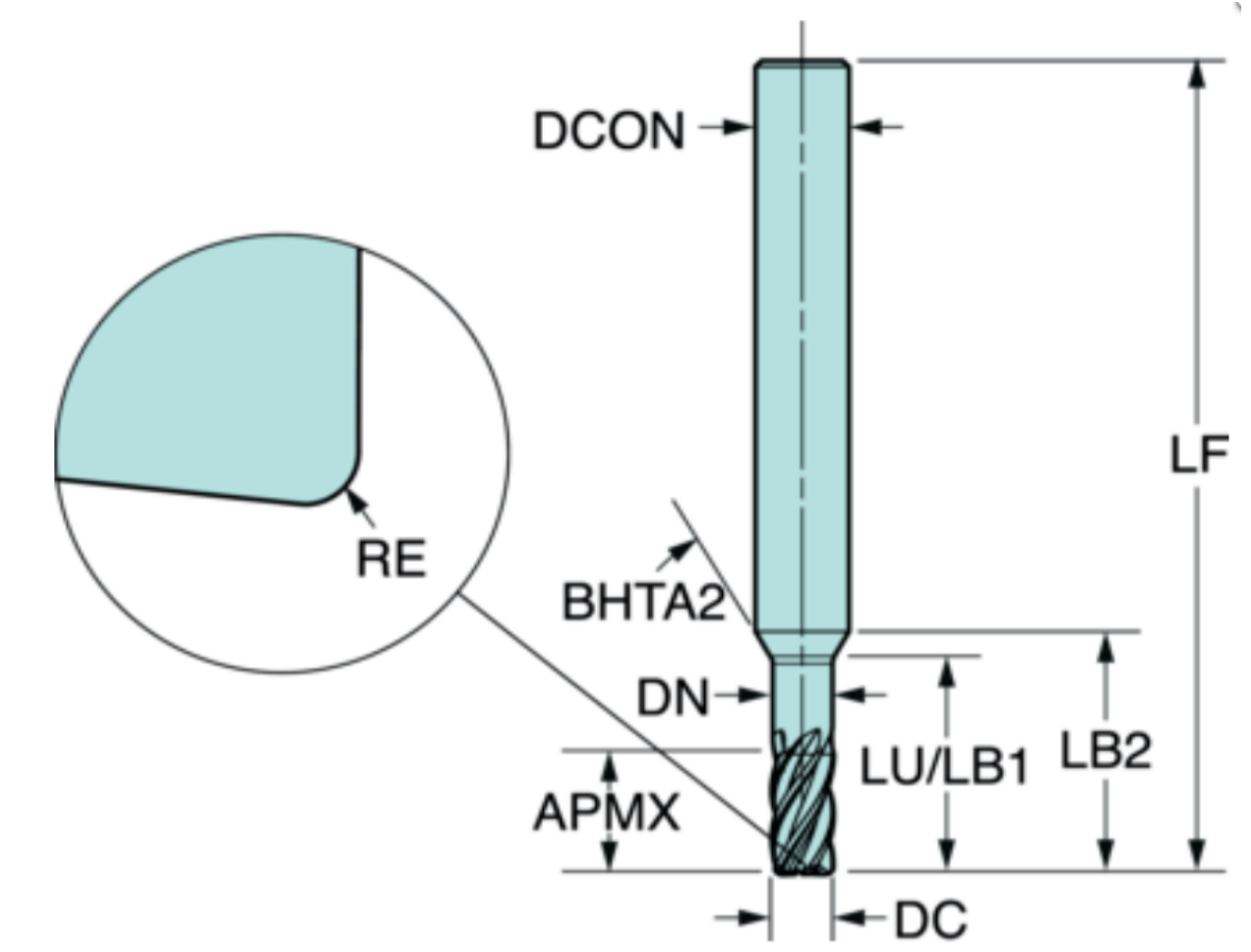
|                  |                  |                 |
|------------------|------------------|-----------------|
| X24.476Y244.406  | X195.000Y203.500 | X185.000Y71.500 |
| X24.741Y244.478  | X178.500         | X170.560        |
| X64.741Y251.478  | Y136.500         | X156.500Y59.315 |
| X135.000Y251.500 | X195.000         | Y40.000         |
| X175.259Y244.478 | X195.290Y136.472 | X156.465Y39.680 |
| X175.524Y244.406 | X195.574Y136.386 | X156.360Y39.367 |
| X175.772Y244.286 | X195.836Y136.246 | X156.189Y39.085 |
| X200.772Y229.286 | X196.061Y136.061 | X155.966Y38.853 |
| X201.069Y229.052 | X201.061Y131.061 | X108.466Y-1.147 |
| X201.305Y228.739 | X201.246Y130.836 | X108.176Y-1.339 |
| X201.452Y228.376 | X201.386Y130.574 | X107.845Y-1.460 |
| X201.500Y228.000 | X201.472Y130.290 | X107.500Y-1.500 |
| Y210.000         | X201.500Y130.000 | X92.500         |
| X201.472Y209.710 | Y100.000         | X92.239Y-1.477  |
| X201.386Y209.426 | X201.452Y99.624  | X91.986Y-1.409  |
| X201.246Y209.164 | X201.311Y99.272  | G0Z41.011       |
| X201.061Y208.939 | X186.311Y72.272  | G0X0.000Y0.000  |
| X196.061Y203.939 | X186.133Y72.017  | G0Z41.011       |
| X195.836Y203.754 | X185.897Y71.797  | G0X0Y0          |
| X195.574Y203.614 | X185.616Y71.632  | M30             |
| X195.290Y203.528 | X185.310Y71.532  |                 |



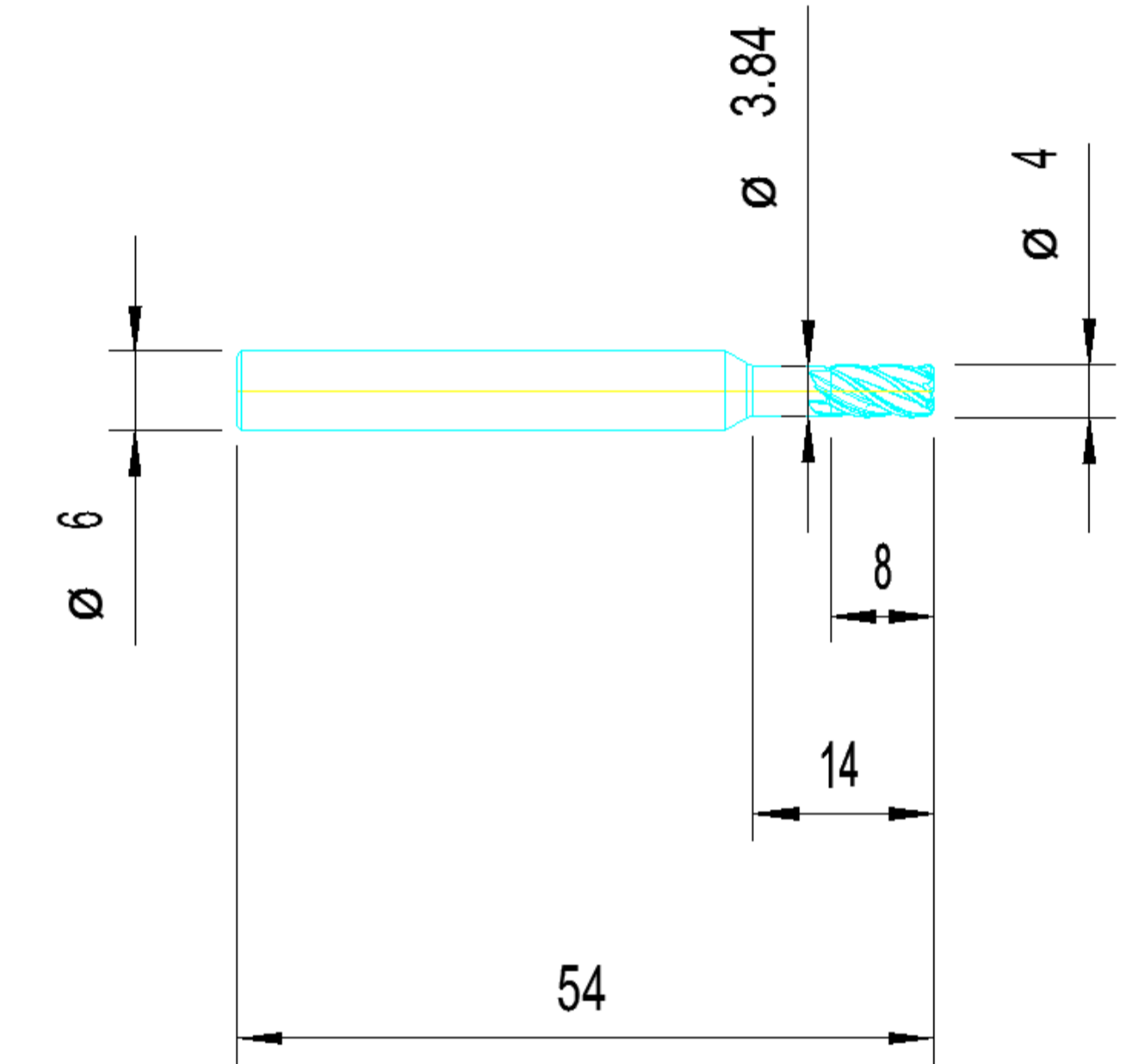
Свердло Coro-Drill 862.1-2000-100A0-GM X1DU



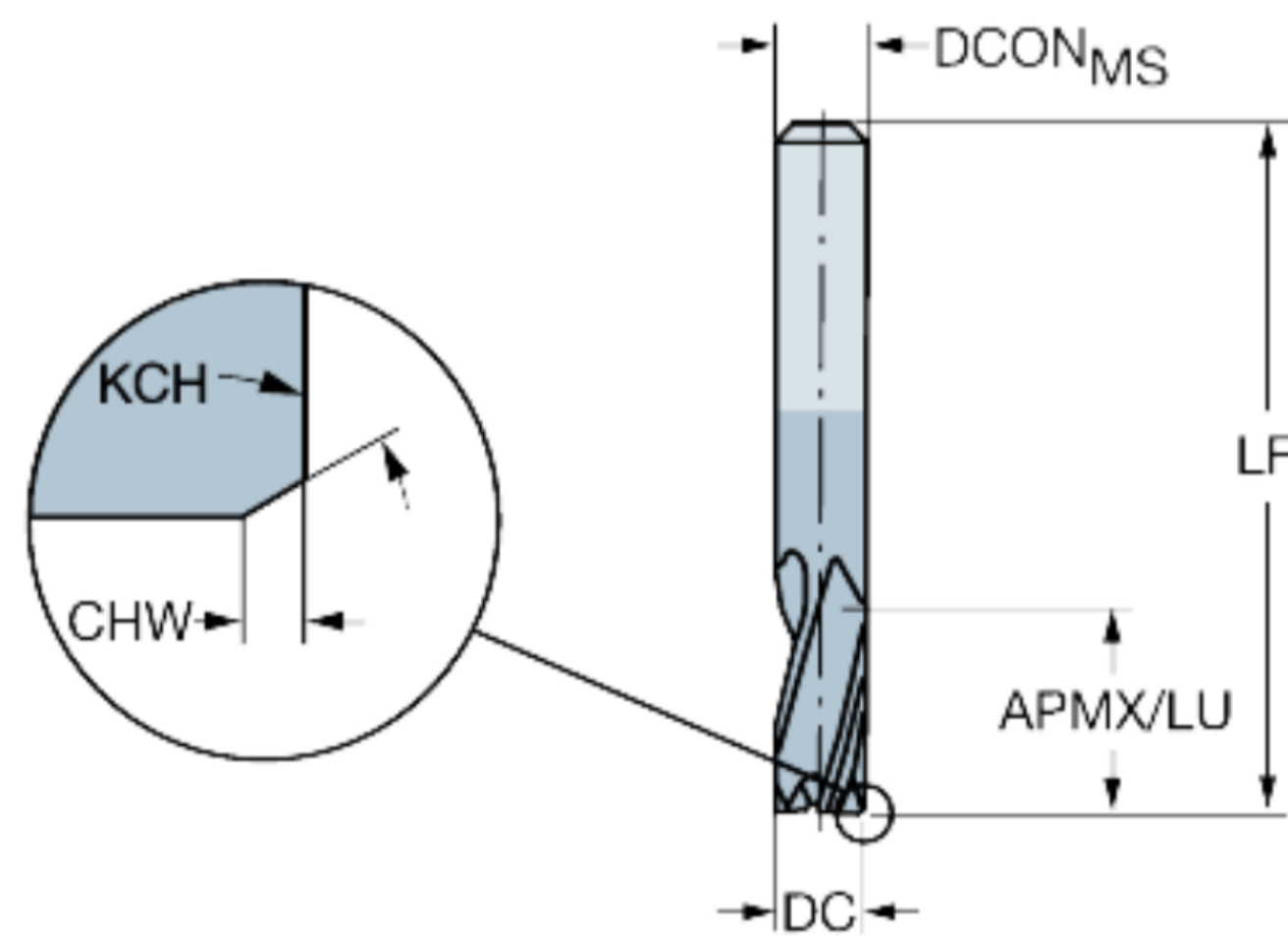
Свердло Coro-Drill 860.1-0300-009A1-NM H10F



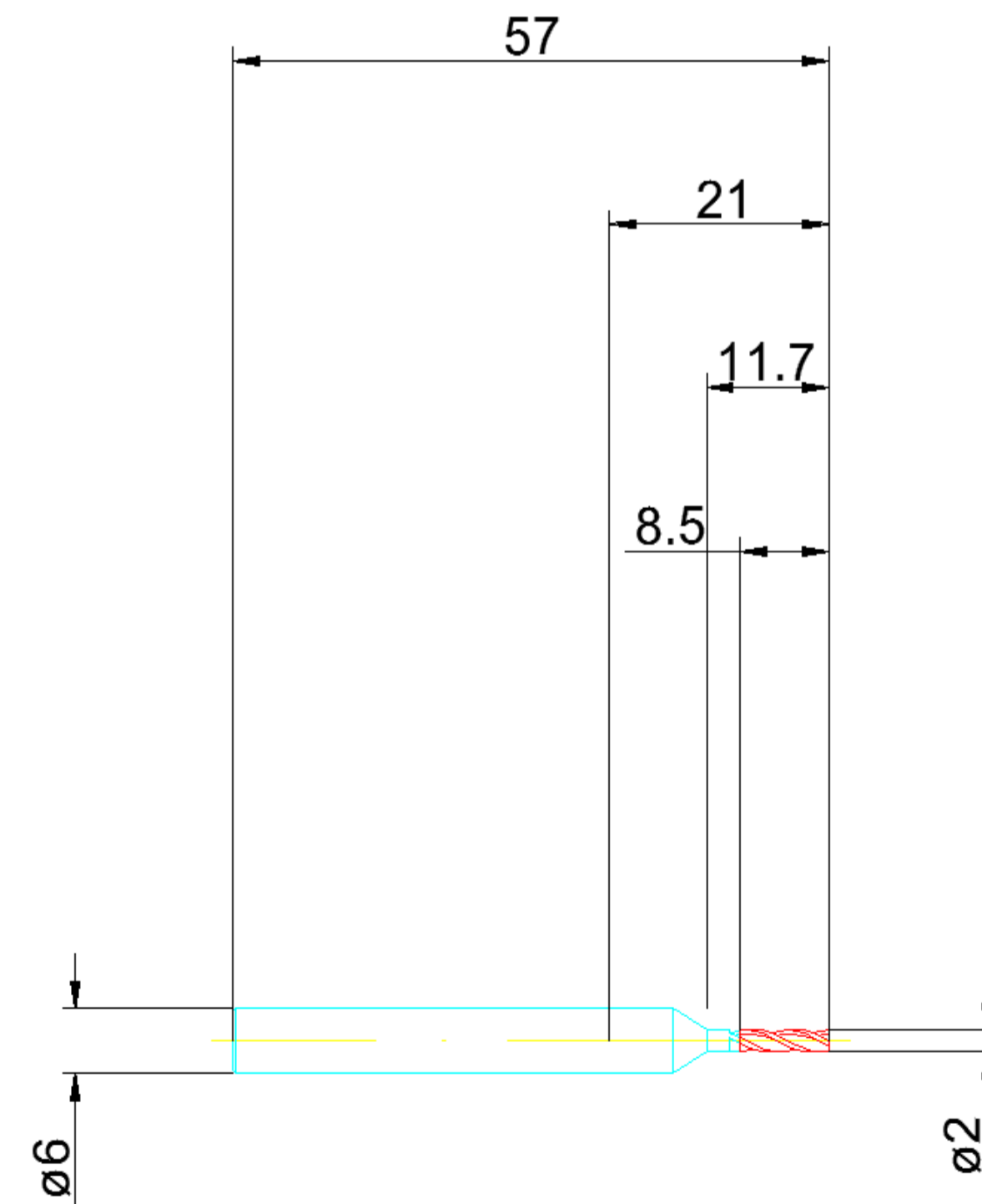
Уловите свое



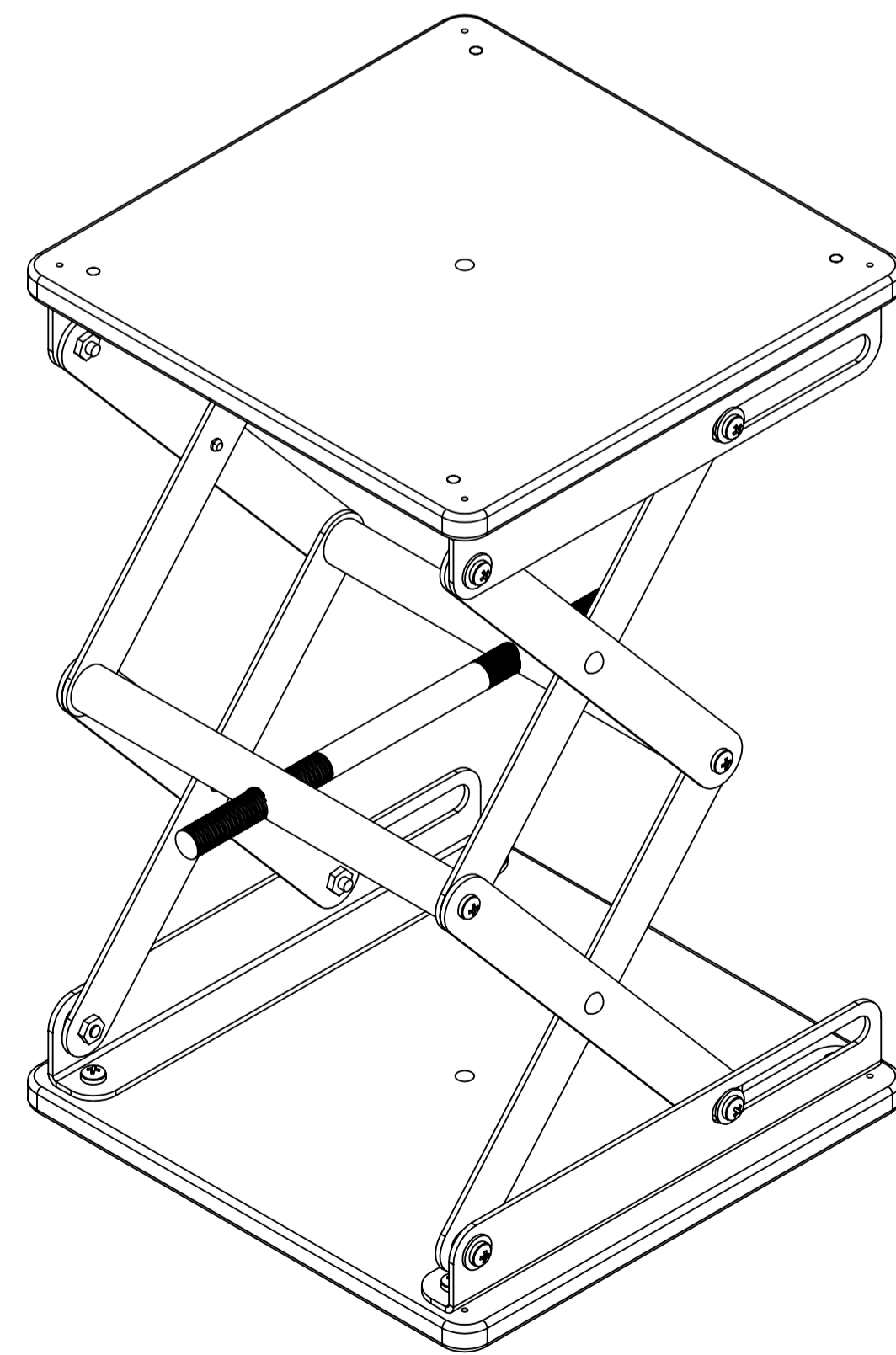
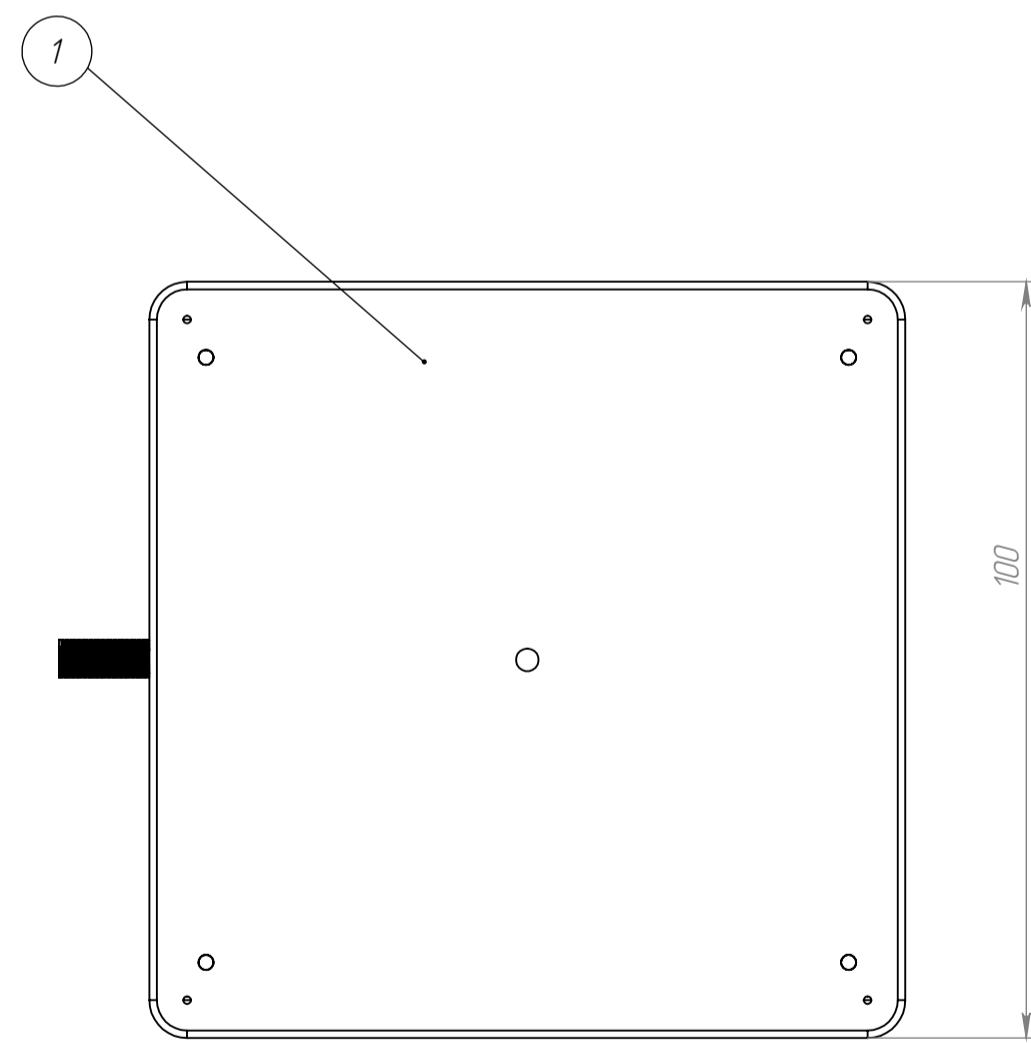
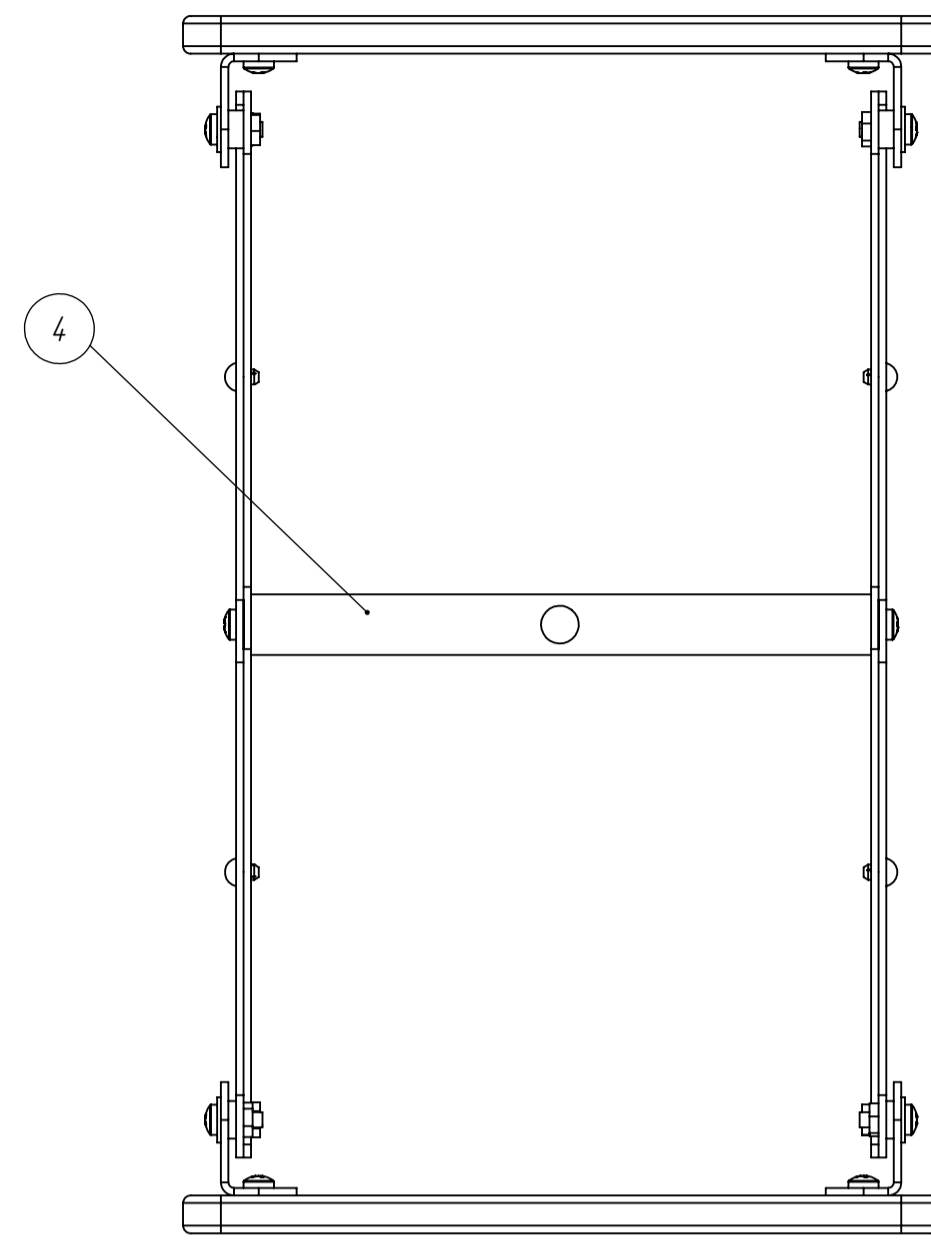
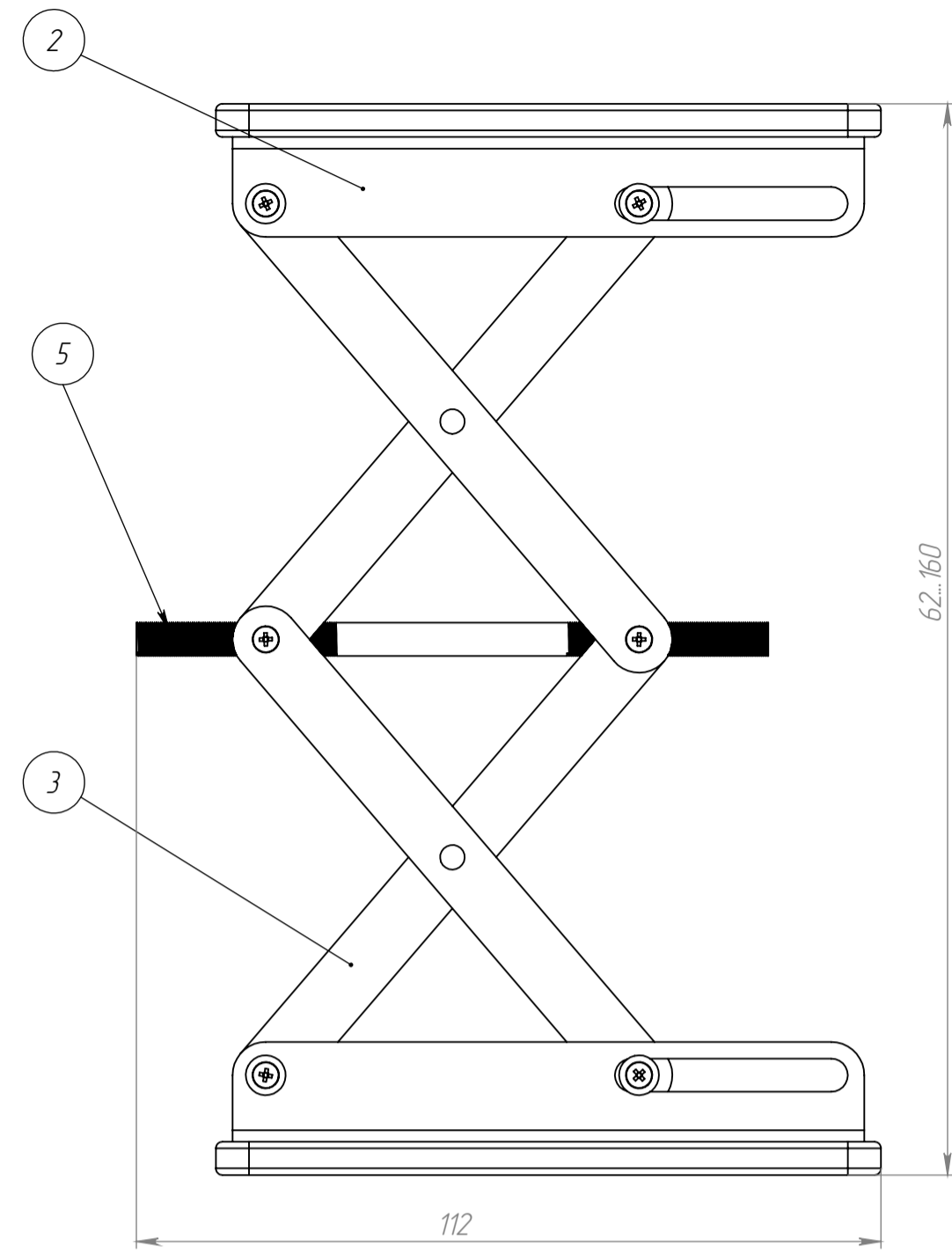
Фреза CoroMill 1K335-0400-050-XC 1730



Фреза CoroMill 1P251-0200-XA 1630

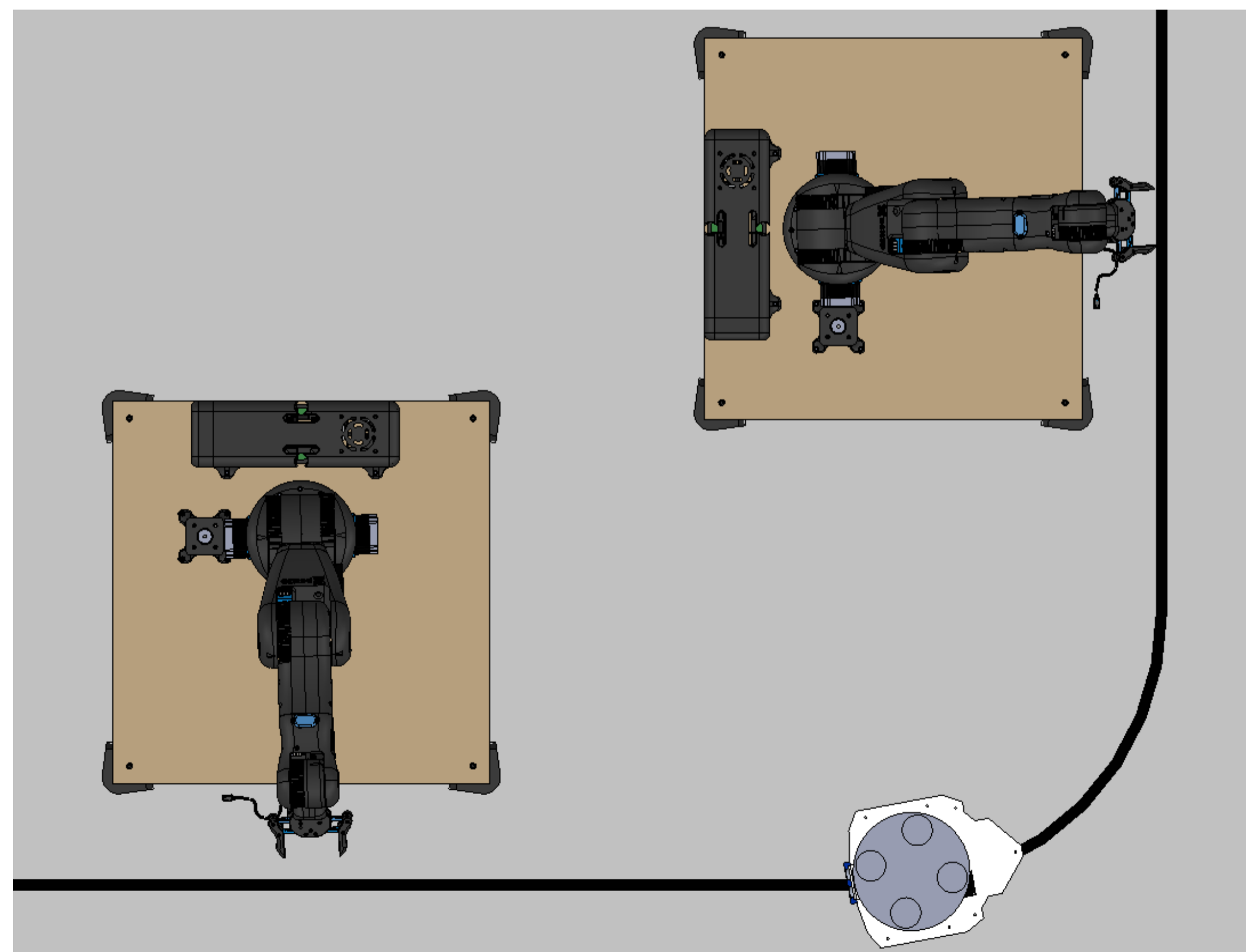
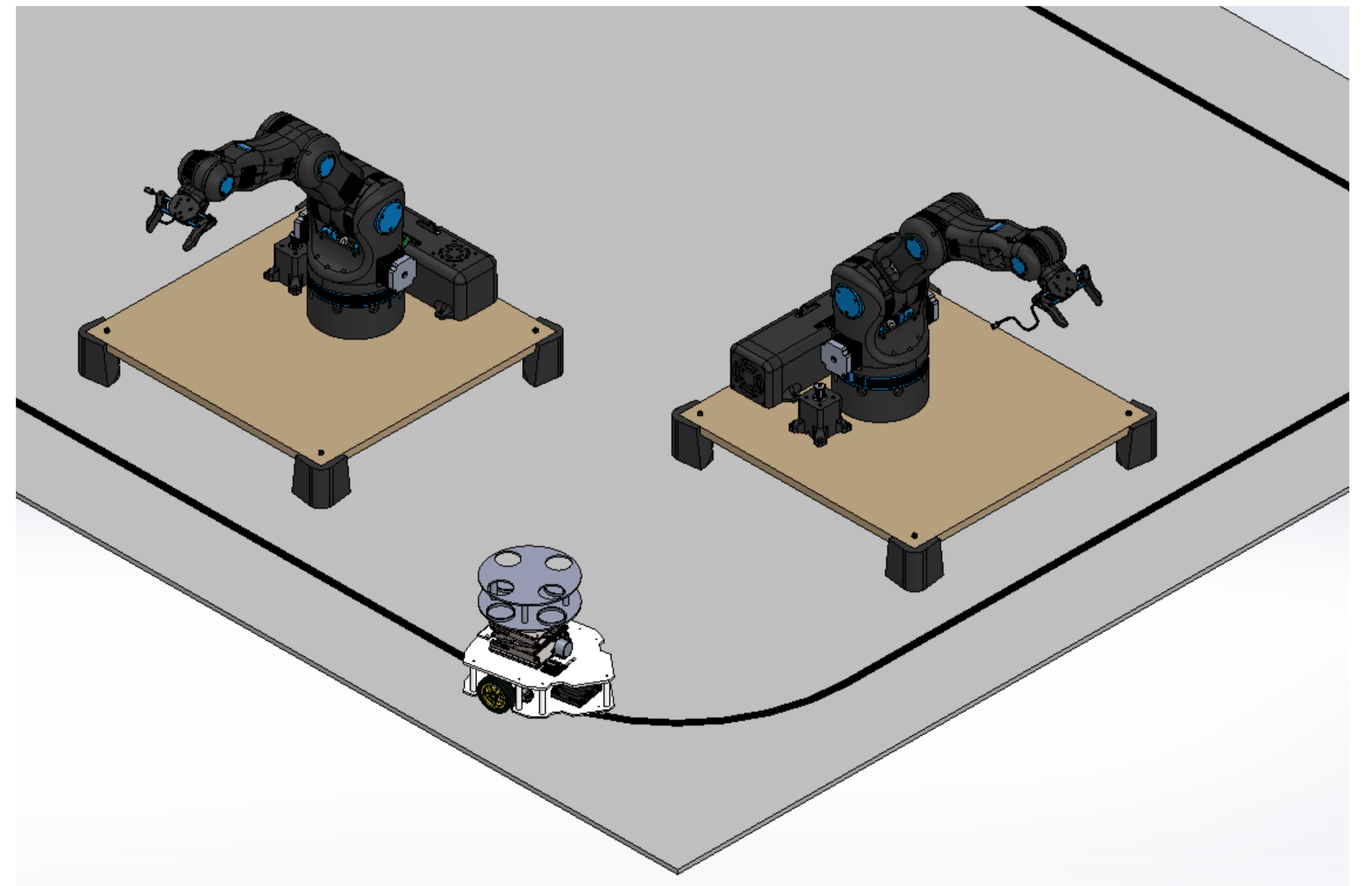
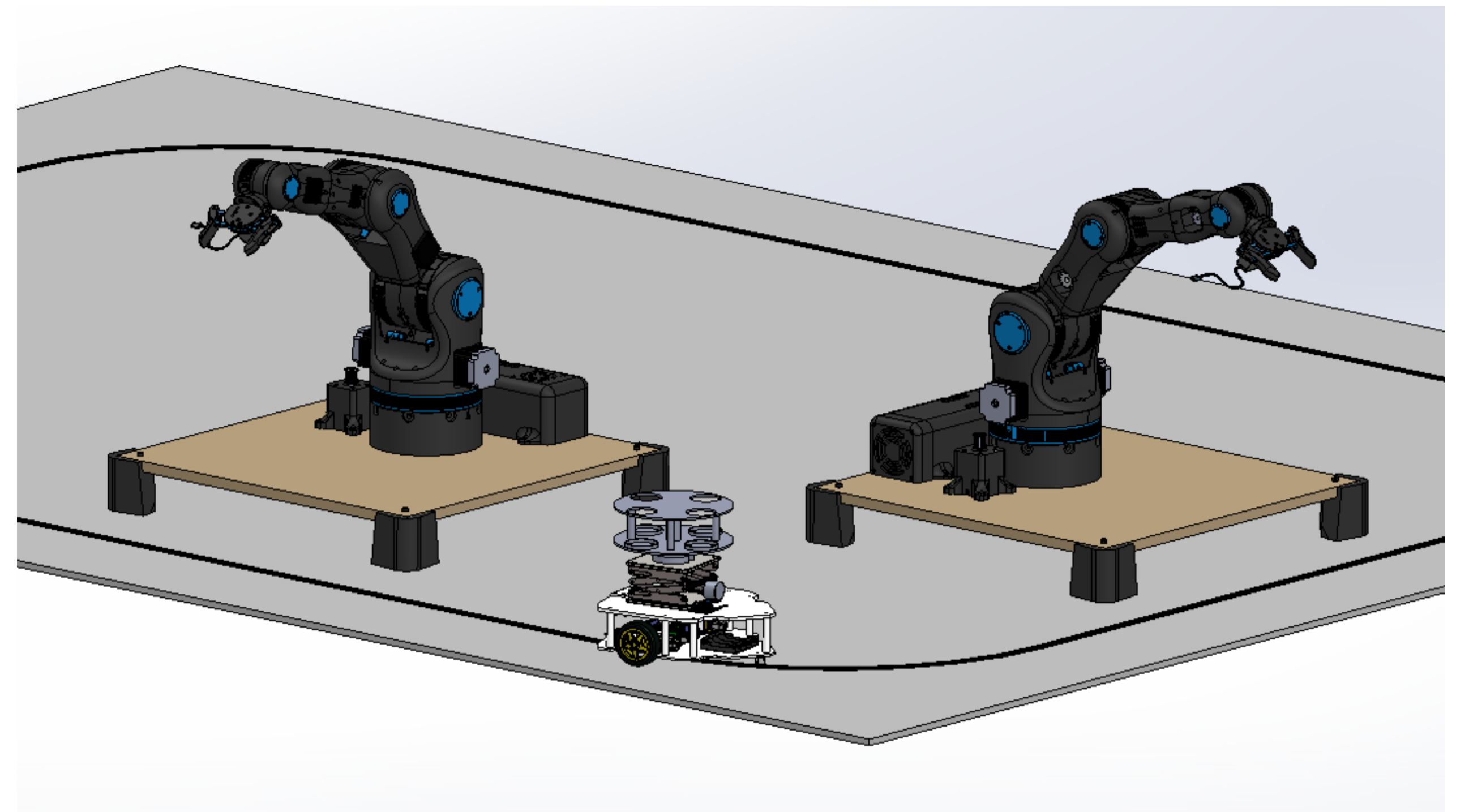
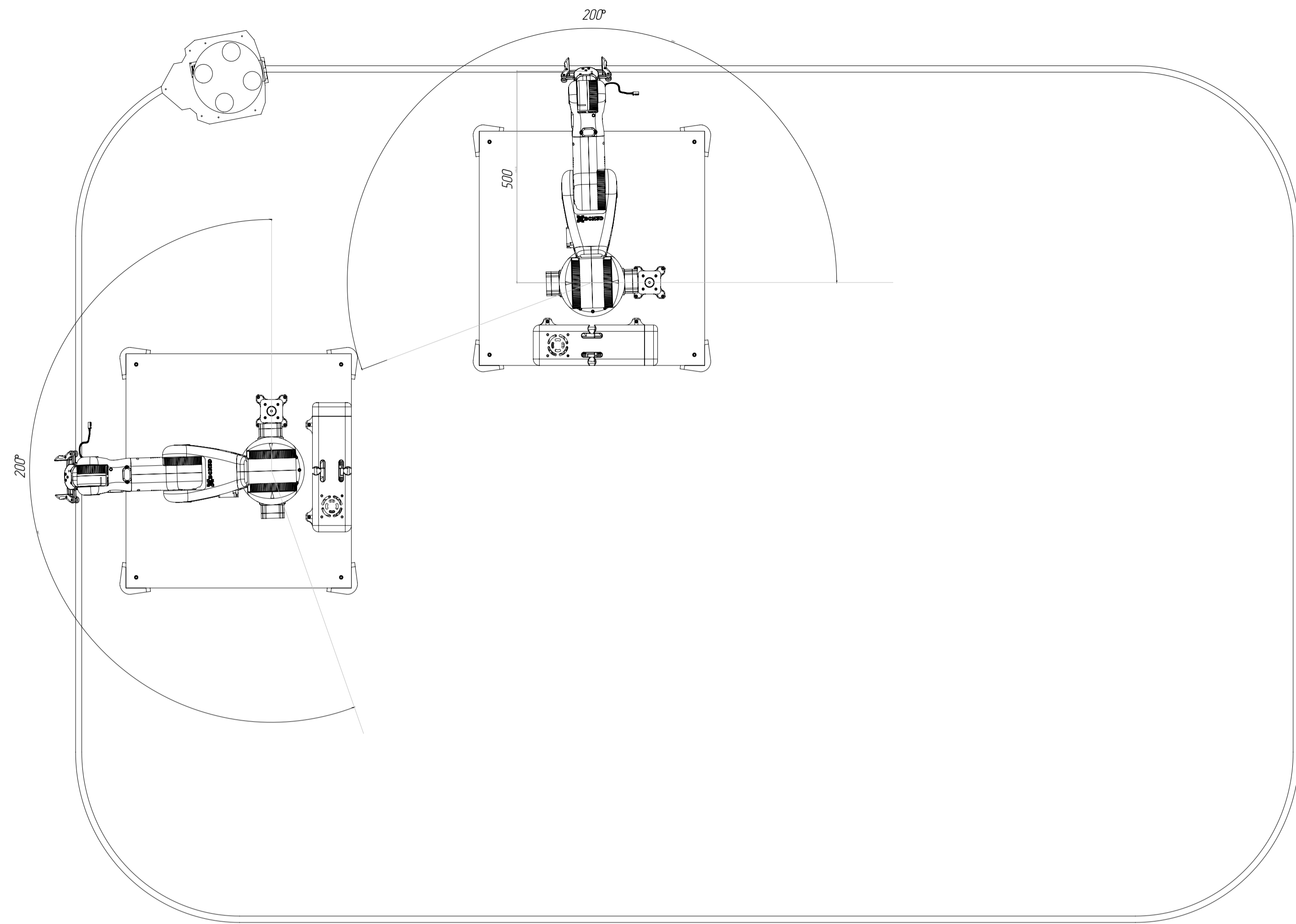


|           |            |         |      |      |                                    |        |  |
|-----------|------------|---------|------|------|------------------------------------|--------|--|
|           |            |         |      |      | MP.ПМКМ-038.05.00.000              |        |  |
| Изм       | Лист       | № докум | Дата | Лист | Инструментальне оснащення верстату |        |  |
| Розроб    | Мельник ДБ |         |      |      | Н                                  |        |  |
| Проб      | Лукань ТВ  |         |      |      | Лист                               | Листов |  |
| Г. констр | Лукань ТВ  |         |      |      | ЮФНТУНГ                            |        |  |
| Н. констр | Лукань ТВ  |         |      |      | ПМКМ-21-1                          |        |  |
| Зроб      | Панчук ВГ  |         |      |      |                                    |        |  |



|                          |              |         |      |      |           |        |         |
|--------------------------|--------------|---------|------|------|-----------|--------|---------|
| МР.ПМКМ-038.02.01.000 СК |              |         |      |      | Лист      | Масса  | Масштаб |
| Изм                      | Лист         | № докум | Лист | Лист | Домкрат   |        |         |
| Разработ                 | Мельник О.Б. |         |      |      |           |        |         |
| Проект                   | Лукацкий В.  |         |      |      | Н         |        | 1:1     |
| Г. констр                | Лукацкий В.  |         |      |      | Лист      | Листов |         |
| Н. констр                | Лукацкий В.  |         |      |      | ИФНТУНГ   |        |         |
| Смет                     | Панчук В.Г.  |         |      |      | ПМКМ-21-1 |        |         |

Лист 1 из 1  
 Дата: 2010.02.01  
 Исполнитель: Мельник О.Б.  
 Проверил: Лукацкий В.  
 Конструктор: Лукацкий В.  
 Сметчик: Панчук В.Г.



| №                | Лист         | № документа | Дата | Лист | Масса | Масштаб |
|------------------|--------------|-------------|------|------|-------|---------|
| Исполнитель      | Мельник О.В. |             |      |      |       | 1:1     |
| Проверено        | Лукацкий В.  |             |      |      |       |         |
| Т. конструктор   | Лукацкий В.  |             |      |      |       |         |
| Н. конструктор   | Лукацкий В.  |             |      |      |       |         |
| Зам. конструктор | Панчук В.Г.  |             |      |      |       |         |

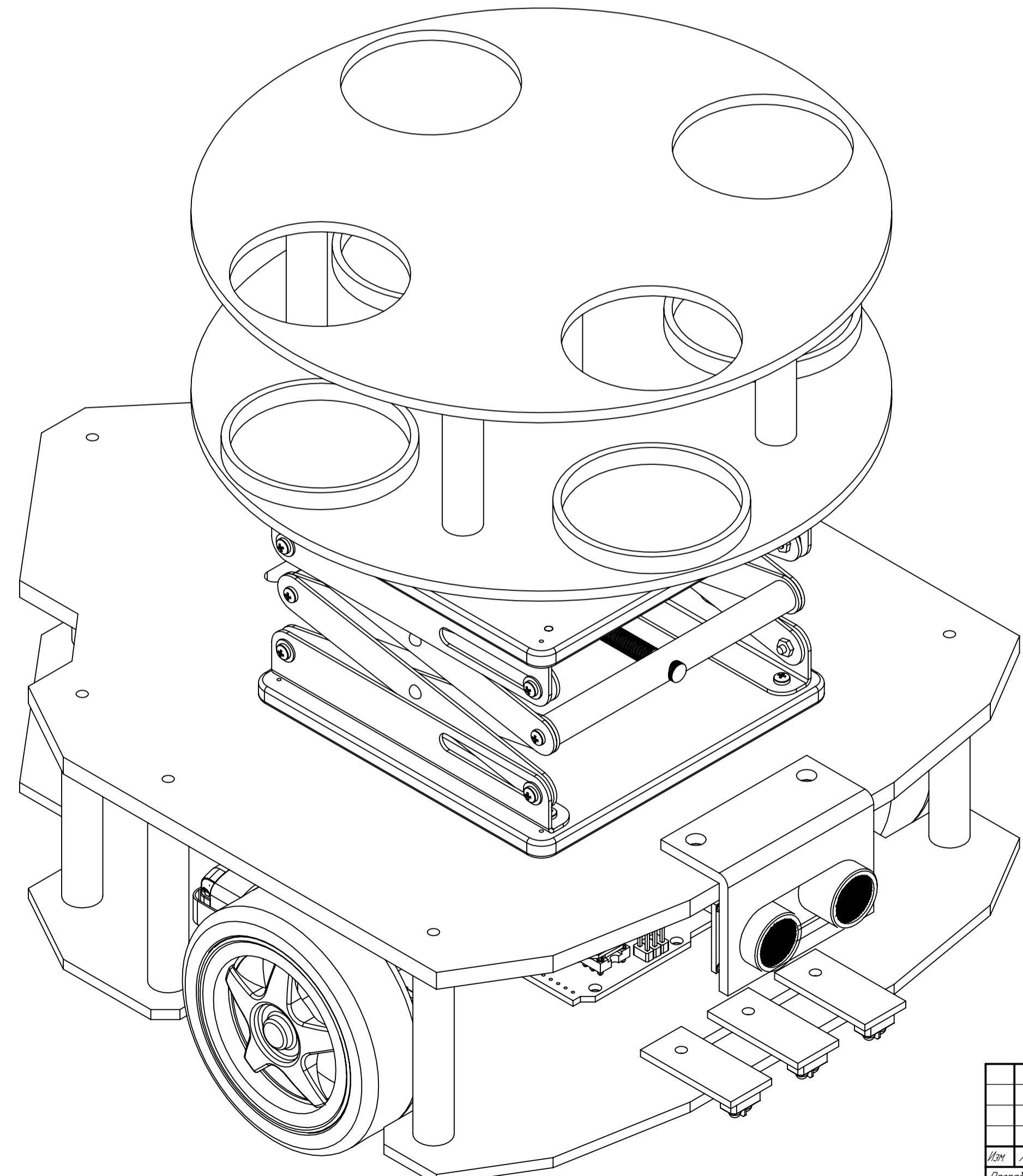
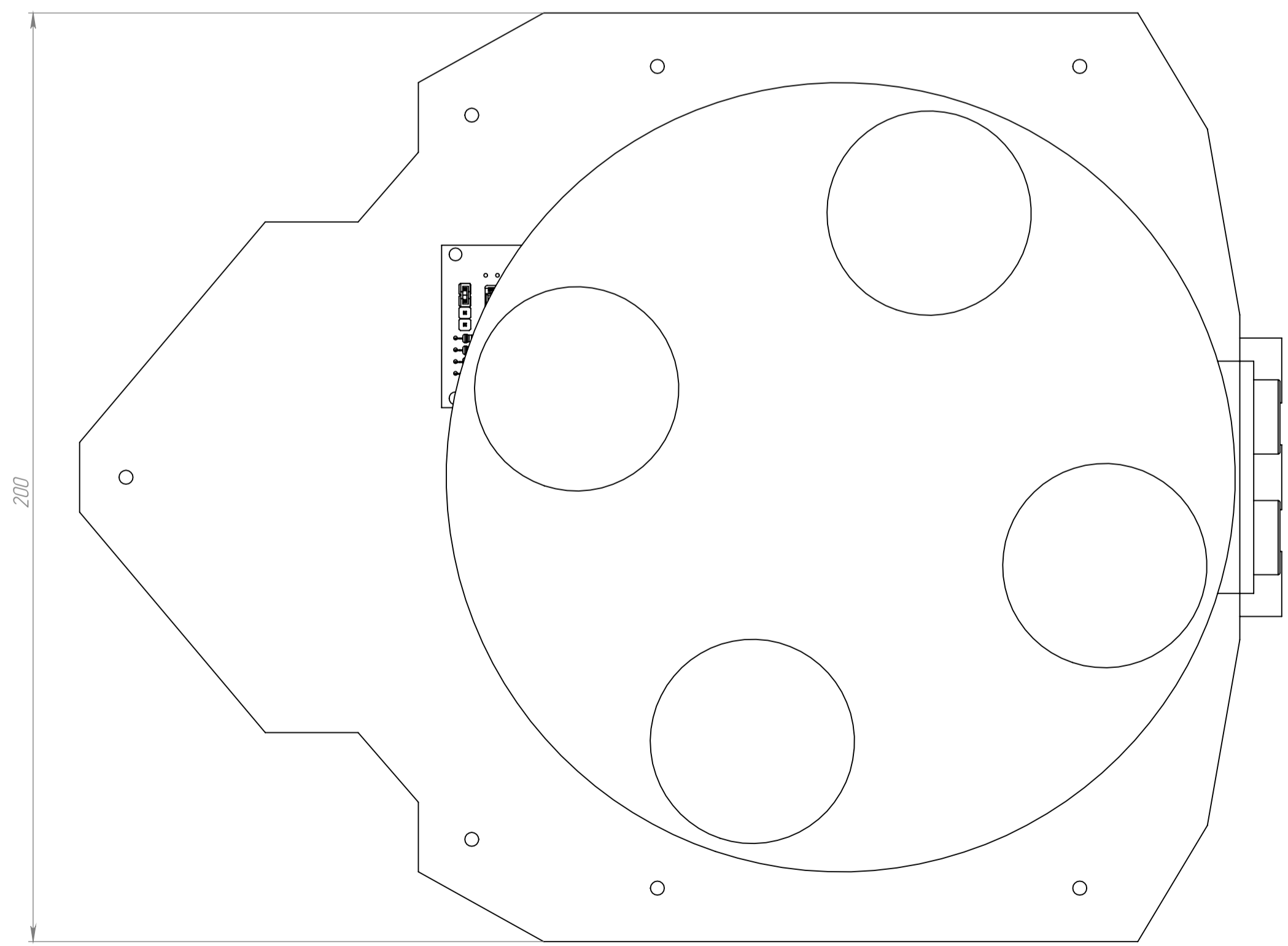
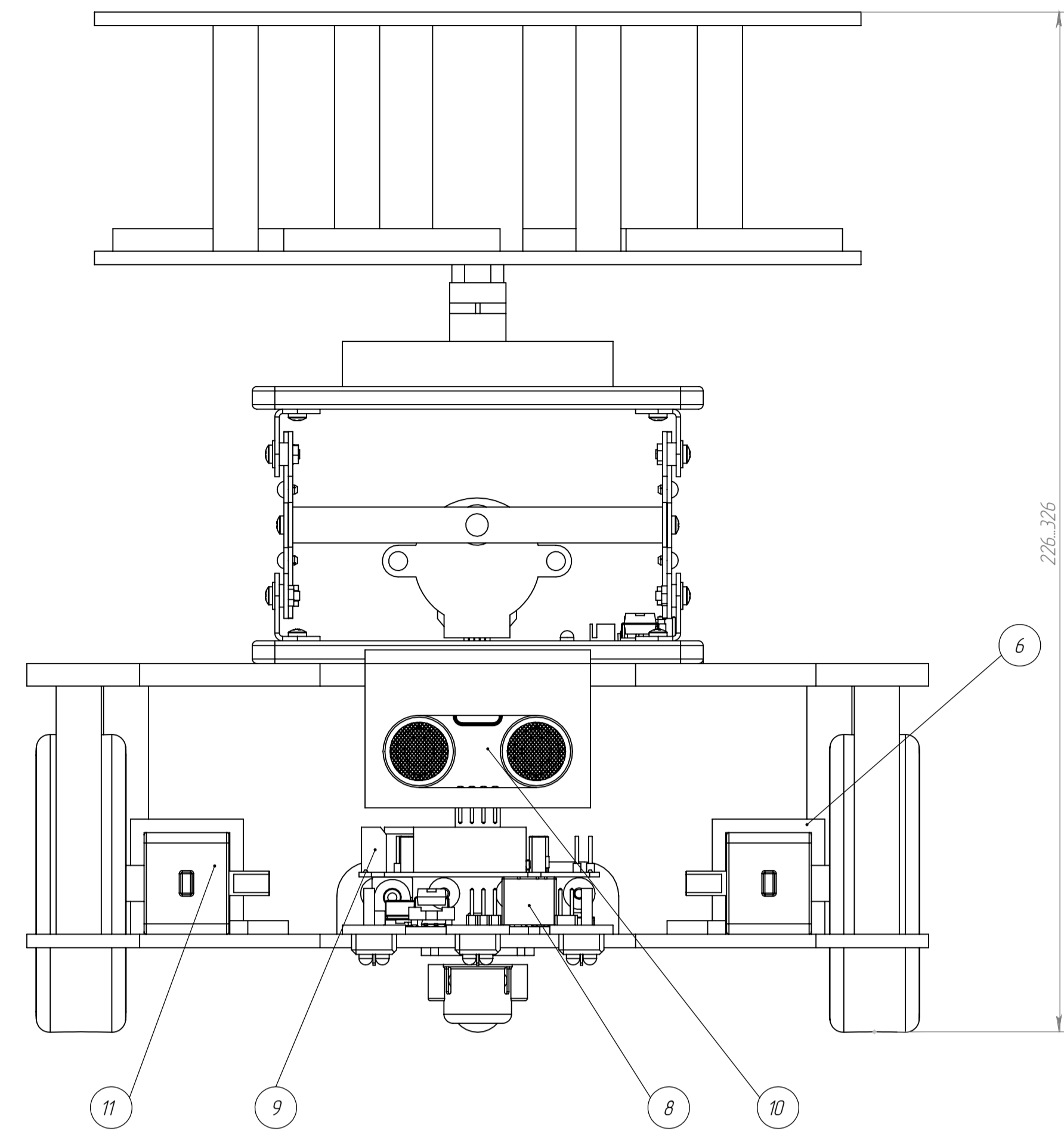
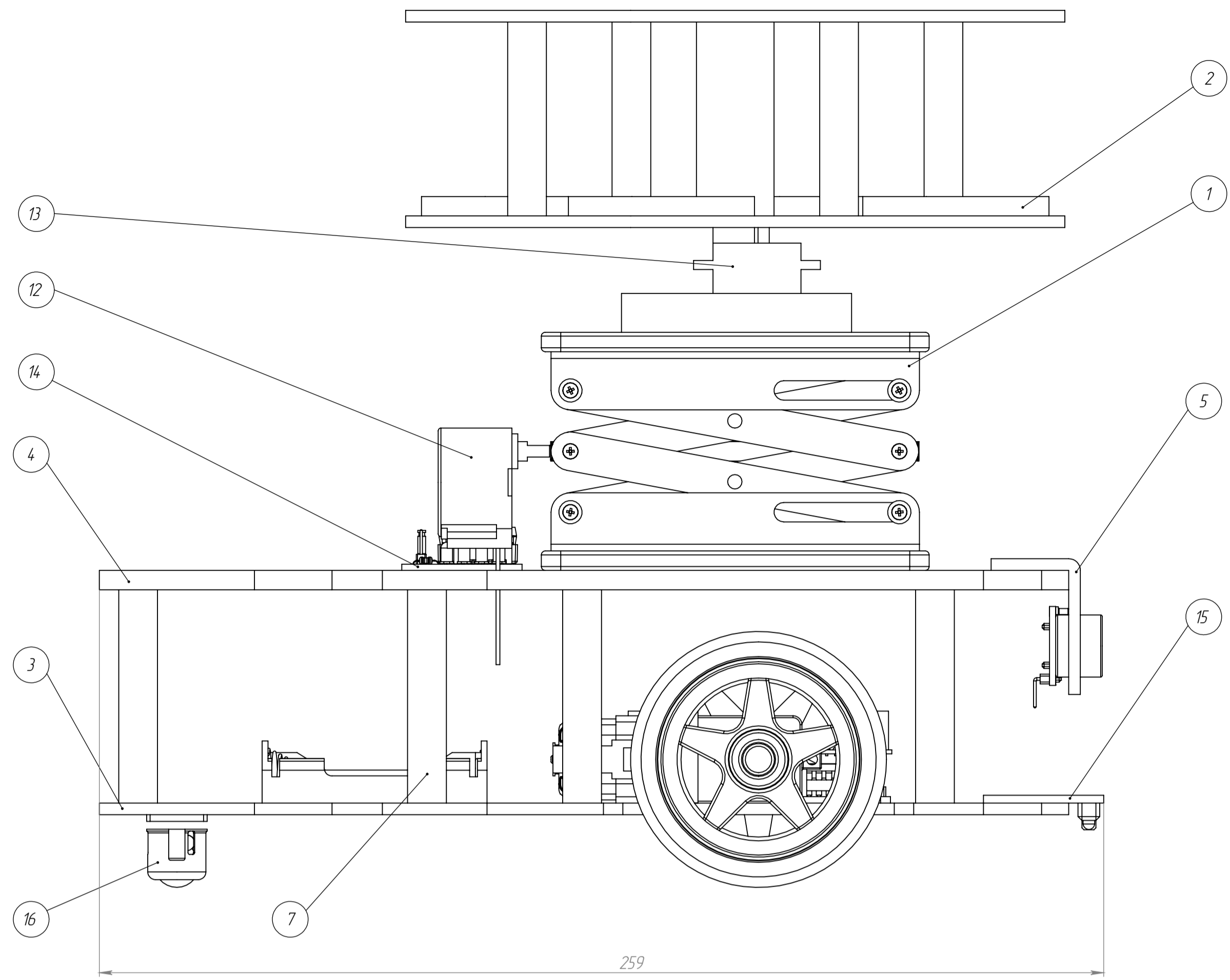
**MP/ПМКМ-038.01.00.000**

Проект транспортной платформы для обслуживания дільниці

Лист 11

ИФНТУНГ  
ПМКМ-21-1

Лист 11 из 11



|           |              |         |      |      |                                 |       |         |
|-----------|--------------|---------|------|------|---------------------------------|-------|---------|
|           |              |         |      |      | <b>МР.ПМКМ-038.02.00.000 СК</b> |       |         |
| Изм       | Лист         | № докум | Дата | Лист | <b>Транспортная платформа</b>   |       |         |
| Разработ  | Мельник О.Б. |         |      |      |                                 |       |         |
| Проб      | Луцкань Т.В. |         |      |      | Изм                             | Масса | Масштаб |
| Т. констр | Луцкань Т.В. |         |      |      | Н                               |       | 1:1     |
| И. констр | Луцкань Т.В. |         |      |      | ИФНТУНГ                         |       |         |
| Синд      | Панчук В.Т.  |         |      |      | ПМКМ-21-1                       |       |         |

Лист 1 из 1  
 Склад №  
 Место склад №  
 Место № склада  
 Место № склада

8

4

3

2

1 Копировать

Формат А1



