

Івано-Франківський національний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Грицак Роман Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Розробка моделі шлюзової камери холодильника»

(назва роботи)

Інженерія мехатронних систем

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

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

Здобувач освітнього ступеня Грицак Р.І.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Врюкало В.В. доцент кафедри КМВ
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Професор Панчук В.Г.
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

Професор _____
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

м. Івано-Франківськ

2023 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут Інженерної механіки

Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень Бакалавр

Спеціальність 131- Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.Г. Панчук

« » 2023 року

З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Грицаку Роману Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка моделі шлюзової камери холодильника

керівник роботи Врюкало В.В. доцент кафедри КМВ

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "25" травня 2023 року № 204/7

2. Строк подання студентом роботи 15.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: опис умов експлуатації повітряного шлюзу для виїзду транспорту з холодильного цеху

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

1 Теоретична частина. Визначення мехатроніки та її ключових компонентів. Опис та призначення шлюзових камер. Застосування мехатронних систем в шлюзохив камерах. 2. Технологічна частина. Організація розробки моделі шлюзової камери холодильника. Функціональні та конструктивні особливості шлюзової камери. Вибір системи нагляду та керування мехатронною системою. Вибір програмного забезпечення для розробки 3D-моделі. 3. Конструкторська частина. Опис процесу моделювання шлюзової камери з використанням програмного забезпечення САПР SolidWorks. Створення проєкту нагляду за системою у візуальному редакторі проєктів EasyBuilder Pro для сенсорної панелі Weintek. Принципи інтеграції і взаємодії сенсорної панелі та контроллера мехатронної системи шлюзової камери

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Врюкало В.В. доцент кафедри КМВ	20.02.23	

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача завдання	20.02.2023	
2	Збір матеріалу, підготовка теоретичної огляд	27.02.2023	
3	Організація розробки моделі	12.04.2023	
4	Розробка технологічної частини	13.04.2023	
5	Розробка конструкторської частини	08.05.2023	
6	Розробка тривимірної моделі шлюзової камери	10.05.2023	
7	Створення проєкту сенсорної панелі Weintek	05.06.2023	
8	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини	14.06.2023	

Студент _____
(підпис)

Грицак Р.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Врюкало В.В.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Бакалаврська робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра на тему: «Розробка моделі шлюзової камери холодильника».

Бакалаврська робота складається з пояснювальної записки на 62 аркушах формату А4 з 3 додатками на 24 листах формату А4, містить 57 рисунків та 1 таблицю. Графічна частина проєкту містить 4 креслення формату А1.

Об'єкт дослідження – механізм шлюзової камери.

Предмет дослідження – розробка моделі шлюзової камери холодильника.

Виконано організацію розробки моделі шлюзової камери холодильника. Проведено аналіз функціональних та конструктивних особливостей шлюзової камери. На основі обраних компонентів мехатронної системи здійснено вибір сенсорної панелі оператора Weintek, яка буде здійснювати інтерактивний нагляд за станом системи. Розроблено відповідну параметричну модель шлюзової камери у SolidWorks, оформлено необхідні кресленики деталей та специфікацію. Було створено проєкт нагляду за системою у візуальному редакторі проєктів EasyBuilder Pro для сенсорної панелі Weintek. Визначено принципи інтеграції і взаємодії сенсорної панелі та контролера мехатронної системи шлюзової камери

Ключові слова: шлюзова камера, мехатронна система, розробка, проєктування, моделювання, сенсорна панель, Weintek, керування.

Студент: Грицак Р.І.

Abstract

Bachelor's thesis for obtaining a bachelor's educational and qualification level on the topic: "Development of a model of the refrigerator airlock".

The bachelor thesis consists of an explanatory note on 62 sheets of A4 format with 3 attachments on 24 sheets A4 format, contains 57 figures and 1 table. The graphic part of the project contains 4 drawings in A1 format.

The object of the research is mechanism of the refrigerator airlock.

The subject of the study is development of a model of the refrigerator's airlock.

The organization of the development of a model of the refrigerator airlock chamber was carried out. The functional and design features of the gateway chamber were analyzed. Based on the selected components of the mechatronic system, the Weintek operator touch panel was selected, which will provide interactive monitoring of the system status. An appropriate parametric model of the gateway chamber was developed in SolidWorks, and the necessary detail drawings and specifications were drawn up. A system monitoring project was created in the visual project editor EasyBuilder Pro for the Weintek touch panel. The principles of integration and interaction between the touch panel and the controller of the mechatronic system of the gateway chamber were determined.

Keywords: refrigerator airlock, mechatronic system, development, design, modeling, touch panel, Weintek, control.

Student: Hrytsak Roman

ЗМІСТ

	с.
Вступ	10
1 Теоретична частина	12
1.1 Визначення мехатроніки та її ключових компонентів: механіка, електроніка, інформаційні технології.....	12
1.2 Опис та призначення шлюзових камер.....	14
1.3 Застосування мехатронних систем в шлюзохив камерах	16
1.4 Сучасні засоби та методи керування мехатронними системами	17
2 Технологічна частина	20
2.1 Організація розробки моделі шлюзової камери холодильника	20
2.2 Функціональні та конструктивні особливості шлюзової камери	21
2.3 Вибір і опис системи нагляду та керування мехатронною системою моделі шлюзової камери	23
2.4 Вибір і опис програмного забезпечення для розробки 3D-моделі шлюзової камери холодильника.....	25
3 Конструкторська частина	26
3.1 Використання сучасних технологій для проєктування та моделювання шлюзової камери	26
3.2 Опис процесу моделювання шлюзової камери з використанням програмного забезпечення САПР SolidWorks	27
3.2.1 Створення 3D-моделей елементів шлюзової камери	27
3.2.2 Побудова збірки електронної моделі шлюзової камери.....	44
3.2.3 Створення креслень елементів шлюзової камери	52
3.3 Створення проєкту нагляду за системою у візуальному редакторі проєктів EasyBuilder Pro для сенсорної панелі Weintek	54

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Грицак Р.І.</i>				<i>Розробка моделі шлюзової камери холодильника Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцнів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Врюкало В.В.</i>						8	
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Затв.</i>	<i>Панчук В.Г.</i>					<i>ПМІ-21-1К</i>		

3.4 Принципи інтеграції і взаємодії сенсорної панелі та контроллера мехатронної системи шлюзової камери.....	58
Висновки	60
Список використаних джерел	61
Додаток А – 3D-моделі елементів шлюзової камери	63
Додаток Б – Креслення елементів шлюзової камери	76
Додаток В – Специфікація.....	85

ВСТУП

Бакалаврська робота виконує роль завершального етапу у підготовці бакалавра освітньо-професійної програми «Інженерія мехатронних систем», спеціальності «Прикладна механіка», визначаючи його інтегральні, загальні та фахові компетентності.

Робота бакалавра виконується з метою закріплення, систематизації, розширення практичних і теоретичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних, виробничих та інших завдань. Виконання бакалаврської роботи дає можливість розвинути навички самостійної роботи і оволодіти методикою дослідження та експериментування при вирішенні проблем і питань, що розробляються у ньому.

Процес навчання в університеті і розроблення бакалаврської роботи також супроводжується змогою набуття студентом вагомих фахових компетентностей, які визначають його здатність успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність, зокрема:

- здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук;

- здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації;

- здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей

- знання конструкцій, принципів роботи і способів використання виконавчих, контролюючих і керуючих модулів мехатронних систем, методів розробки мехатронних систем [1].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						10
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Отже, проаналізувавши всю вищезазначену інформацію, можна виділити основну проблему, яка буде розглядатися в бакалаврській роботі, а саме здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

При виборі теми бакалаврської роботи, було розглянуто вище зазначену проблему, яка являється актуальною для сьогодення, базуючись на тенденціях стрімкого розвитку галузі мехатроніки. Тому темою бакалаврської роботи було обрано «Розробка моделі шлюзової камери холодильника».

Завдання бакалаврської роботи включає в себе процес виконання організації розробки та проєктування моделі повітряної камери шлюзу для в'їзду та виїзду транспорту з приміщення холодильного цеху.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Визначення мехатроніки та її ключових компонентів: механіка, електроніка, інформаційні технології

Мехатроніка (рисунок 1.1) - це інтердисциплінарна галузь, яка поєднує в собі принципи механіки, електроніки та інформаційних технологій для створення багатофункціональних, надійних та ефективних систем. Ця область з'явилась як відгук на розвиток індустрії та технологій, які потребують більш інтегрованого та системного підходу.



Рисунок 1.1 – Структурна схема мехатроніки

Мехатроніка - це не просто сума її складових частин. Вона є унікальним поєднанням різних галузей та передбачає більш цілісний підхід до дизайну систем. Це означає, що розробка виробу або системи в мехатроніці включає одночасне проектування механіки, електроніки та комп'ютерного управління, замість того, щоб виконувати ці задачі послідовно.

З основних принципів мехатроніки можна виділити наступні:

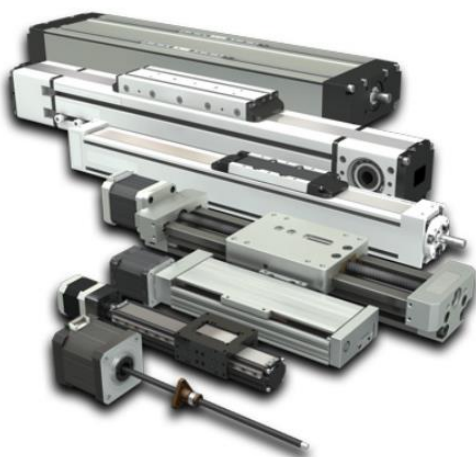
- Модельований підхід до дизайну. При розробці нових продуктів або систем використовуються комп'ютерні моделі для тестування та оптимізації до реалізації фізичного прототипу.

- Інтеграція компонентів. Мехатроніка старається максимально інтегрувати механічні та електронні компоненти в одну систему, що покращує її ефективність та надійність.

- Використання автоматизованого контролю. У багатьох мехатронних системах використовуються мікропроцесори або мікроконтролери для автоматизованого управління та забезпечення гнучкості та адаптивності системи.

Механіка (рисунок 1.2, а) в контексті мехатроніки включає в себе дизайн, аналіз та контроль механічних систем. Це може бути все, від простих механізмів, таких як редуктори та різного типу циліндрів, до складних систем, таких як роботи маніпулятори. Все це потребує глибокого розуміння сил, руху та інтеракцій між різними її частинами.

Електроніка (рисунок 1.2, б) є одним із ключових компонентів в мехатроніці, і це не дивно, адже вона забезпечує взаємодію між механічними і цифровими компонентами системи. Без електроніки, мехатронні системи не могли б командувати або контролювати механічні елементи, збирати даних з сенсорів, або навіть обмінюватися даними з іншими системами.



а - механіка



б - електроніка

Рисунок 1.2 – Елементи мехатроніки

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

У мехатроніці, електроніка використовується у вигляді пристроїв, таких як датчики, виконавчі пристрої, мікропроцесори та контролери, для створення інтерфейсу між механічними частинами системи і комп'ютерним управлінням. Датчики збирають інформацію про стан системи, таку як положення, швидкість, тиск, температура тощо, і перетворюють її на електричні сигнали, які можуть бути оброблені комп'ютером. Виконавчі пристрої, в свою чергу, використовують електричні сигнали від комп'ютера для керування механічними компонентами.

Інформаційні технології є ключовою частиною мехатроніки, оскільки вони дозволяють, з допомогою комп'ютерного моделювання, інженерам відтворити поведінку системи в цифровому середовищі. Це може бути використано для тестування ідеї, розробки нових концепцій або прогнозування впливу змін на систему без необхідності витрачати час та ресурси на їх фізичне виробництво і тестування. Сучасні комп'ютерні системи можуть моделювати все, від динаміки руху до теплових та електричних процесів, що дозволяє створити дуже детальні та точні моделі мехатронних систем.

Таким чином, мехатроніка, є результатом синтезу цих трьох ключових областей, де кожна грає важливу роль у створенні комплексних, високотехнологічних систем [2].

1.2 Опис та призначення шлюзових камер

Шлюзові камери (рисунок 1.3) - це спеціалізовані простори, які слугують як перехід між двома різними середовищами. Вони найчастіше використовуються в промисловості, науці та медицині, але можуть знайти застосування у будь-якому місці, де потрібно контролювати параметри середовища.

Найпоширенішими застосуванням камер є у:

1. Холодильних приміщеннях (рисунок 1.3, а).
2. Наукових лабораторіях (рисунок 1.3, б).
3. Промисловості (рисунок 1.3, в).
4. Водоканалах (рисунок 1.3, г).

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

Шлюзові камери холодильних приміщень є важливими компонентами в системах зберігання, які вимагають суворого контролю температури. Ці камери допомагають обмежити втрату холодного повітря і підтримувати стабільну температуру в приміщенні, зберігаючи таким чином якість продуктів або матеріалів, які зберігаються всередині.

Структурно охолоджувальна шлюзова камера включає два набори дверей: внутрішні та зовнішні. У звичайному режимі відкриті можуть бути лише одні двері. Це запобігає прямому контакту зовнішнього повітря з повітрям усередині холодильника, мінімізуючи тим самим втрату холодного повітря та вплив теплого повітря на внутрішню температуру.



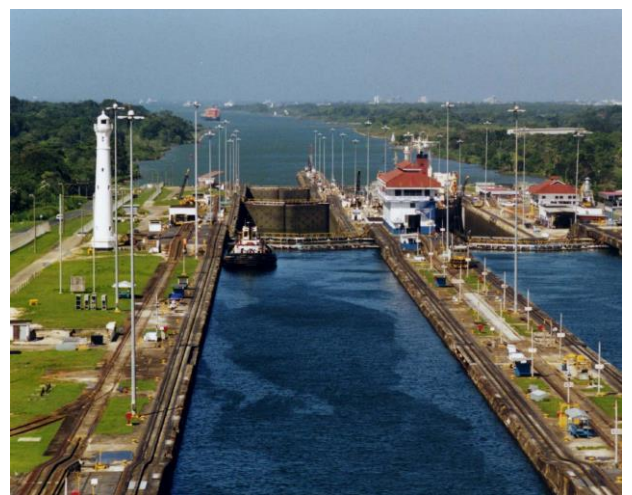
а – в холодильному



б – в лабораторії



в – в промисловості



г – у водоканалі

Рисунок 1.3 – Розповсюдження шлюзових камер

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

У наукових лабораторіях шлюзові камери можуть слугувати для ізоляції експериментальних зон від зовнішнього середовища, забезпечуючи контрольовані умови для проведення експериментів. Вони також можуть використовуватися в медичинських установах для ізоляції пацієнтів з інфекційними хворобами або для забезпечення стерильних умов у операційних.

Також вони можуть застосовуватися на атомних електростанціях, як частини забезпечення безпеки, ізоляції та контролю доступу до зон з високим рівнем радіації. Вони служать як перехідні зони між "чистими" та "забрудненими" ділянками станції, дозволяючи персоналу безпечно входити та виходити з радіоактивних зон без поширення радіоактивного забруднення.

У промисловості шлюзові камери можуть слугувати для забезпечення безпечного доступу до виробничих ліній, зменшуючи ризик втрати продукції або нещасних випадків. Вони можуть також використовуватися для контролю рівня шуму, вологи, пилу або інших забруднювачів в робочій зоні.

Шлюз водоканалу - це споруда, розташована в місцях, де водний шлях перетинає значні висотні різниці, або для регулювання рівня води. Ці споруди використовуються в системах каналів, річках та інших водних шляхах для дозволу чи блокування руху води, а також для регулювання рівня води в різних частинах водного шляху [3].

1.3 Застосування мехатронних систем в шлюзових камерах

Мехатронні системи відіграють важливу роль в експлуатації шлюзових камер. Вони втілюють синергію механіки, електроніки та комп'ютерного моделювання для створення надійних, ефективних та автоматизованих систем.

Управління шлюзовими воротами — це ключова область застосування мехатронних систем. За допомогою гідравлічних або електромеханічних приводів, керованих комп'ютерними системами, ворота можуть відкриватися та закриватися з високою точністю. Ці системи також можуть включати сенсори для визначення положення воріт, що дозволяє автоматично регулювати процес.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

Мехатронні системи також допомагають в регулюванні рівня води в шлюзових камерах. За допомогою насосів, клапанів, сенсорів для вимірювання рівня води та керуванням комп'ютером, можливо контролювати водний рівень шлюзу.

З точки зору безпеки, мехатронні системи забезпечують надійність та запобігання аварій. Системи безпеки, такі як сенсори виявлення перешкод, автоматичні системи блокування та системи екстреного зупинення, сприяють запобіганню неправильного використання або непередбачуваних ситуацій.

Автоматизація є ще одним важливим аспектом використання мехатронних систем у шлюзових камерах. Процеси, такі як відкриття та закриття воріт, контроль рівня води та моніторинг безпеки, можуть бути автоматизовані, що зменшує необхідність постійного спостереження людьми та знижує ризик помилок.

Окрім того, мехатронні системи можуть включати системи діагностики для виявлення та повідомлення про можливі проблеми з шлюзовою камерою. Це не тільки підвищує ефективність управління, але і допомагає у плануванні обслуговування та ремонту [4].

1.4 Сучасні засоби та методи керування мехатронними системами

Сучасний світ пропонує множину способів для керування мехатронними системами, використовуючи новітні технології та підходи. На відміну від традиційних механічних систем, мехатронні системи інтегрують механіку, електроніку та програмне забезпечення, що дозволяє використовувати велику кількість програмних засобів для контролю, моделювання та оптимізації роботи мехатронних систем. Вони включають в себе декілька ключових методів та технологій:

1. Програмне забезпечення для керування мехатронними системами. Використання спеціалізованого програмного забезпечення є одним з основних методів керування мехатронними системами. Таке програмне забезпечення може

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

включати модулі для проєктування систем, симуляції, автоматизації та контролю процесів, діагностики та обслуговування.

2. Мікроконтролери (рисунок 1.4). Мікроконтролери, такі як Arduino, Raspberry Pi та Fatek використовуються для контролю та автоматизації різних компонентів мехатронних систем. Вони можуть виконувати різноманітні завдання, від простого керування рухом двигунів до обробки даних з різних сенсорів.

3. Системи керування в реальному часі (рисунок 1.5). Ці системи, такі як сенсорні панелі Weintek та Kinco є важливими для задач, де потрібна висока точність та відгук в реальному часі. Вони включають в себе спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення, що забезпечують високу точність та надійність.

4. Бездротові технології. Використання бездротових технологій, таких як Wi-Fi, Bluetooth або 5G, дозволяє мехатронним системам взаємодіяти між собою та із зовнішніми системами без необхідності фізичного з'єднання.

5. Інтелектуальні системи керування (рисунок 1.6). Технології штучного інтелекту та машинного навчання дозволяють створювати системи керування, які можуть адаптуватися до змінних умов та оптимізувати свою роботу на основі накопичених даних [5].

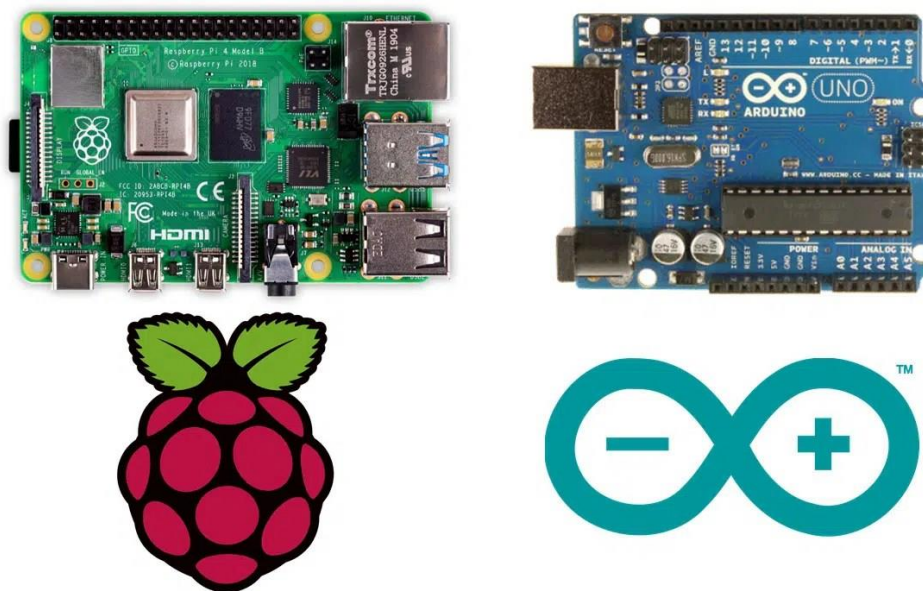


Рисунок 1.4 – Мікроконтролери Raspberry Pi та Arduino

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18



а - Weintek



б - Kinco

Рисунок 1.5 – Системи керування в реальному часі

Boston Dynamics

Changing your idea of
what robots can do

EXPLORE



Рисунок 1.6 – Інтелектуальні системи керування

Теоретична частина бакалаврської роботи надала всебічне розуміння критичних аспектів мехатроніки, її компонентів, а також застосування в області шлюзових камер. Вивчивши цю інформацію, стало зрозуміло, що мехатроніка - це ключ до створення ефективних, надійних і гнучких систем.

Поглиблюючись в тему шлюзових камер, ми дослідили їх призначення та важливість, особливо в контексті холодильних приміщень. Визначивши роль мехатронних систем в шлюзових камерах та розглянули сучасні засоби керування мехатронними системами. В цілому, ця теоретична частина надає солідну основу для подальшого проєктування та розробки мехатронної системи для шлюзової камери холодильника.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Організація розробки моделі шлюзової камери холодильника

Організація розробки моделі шлюзової камери холодильника превентивний підпункт у виконанні технологічної частини, що включає в себе ціль скласти загальну картину проекту перед попередньою розробкою самої моделі.

Початкові кроки починастимемо з детального аналізу функціональних та конструктивних особливостей шлюзової камери. Розглядаємо типові та основні компоненти системи, їх взаємодії та спосіб реалізації необхідних функцій. Визначемо, що саме має робити система, які задачі вона виконує.

Оберемо основні елементи конструкції, такі як корпус камери, двері, система реалізації вентиляції, системи управління, датчики та мехатронні компоненти, які мають бути ретельно враховані. Важливо підібрати матеріали та компоненти, що відповідають необхідним вимогам з точки зору доступності, легкості монтажу і налаштування, ефективності, надійності та довговічності.

Потім робим акцент на виборі та описі програмного забезпечення для розробки 3D-моделі шлюзової камери холодильника. Розглядаємо програми, які відповідатимуть встановленим вимогам, такими як: широкий спектр інструментів для детального 3D-моделювання, побудови збірки повноцінної моделі шлюзової камери та створення симуляції роботи, що дозволяє нам відтворити всі властивості проєктованої моделі.

Останній, але не менш важливий крок - вибір і опис системи нагляду та керування мехатронною системою моделі шлюзової камери. Ці системи були обрані для нагляду та управління мехатронною системою моделі через їх високу надійність, гнучкість, легкість програмування та підтримку широкого спектра протоколів комунікації. Обрана сенсорна панель оператора повинна забезпечуватиме зручний інтерфейс для відображення статусу системи та взаємодії з нею [6].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.2 Функціональні та конструктивні особливості шлюзової камери

Ознайомимося та розглянемо основні функціональні та конструктивні особливості шлюзової камери. Типова модель повітряного шлюзу для виїзду транспорту з холодильного цеху (рисунок 2.1) представляє собою камеру 1, що з'єднує приміщення цеху з навколишнім середовищем, обладнану воротами 2 і 3 та жалюзі вентиляції 6. В простір, перед і після воріт, вмотовані поверхні, які містять кінцевики 8 і 9, що реагують на наявність транспорту. Система відкриття воріт та жалюзі складається з трьох приводів 4, 5 і 7 [7].

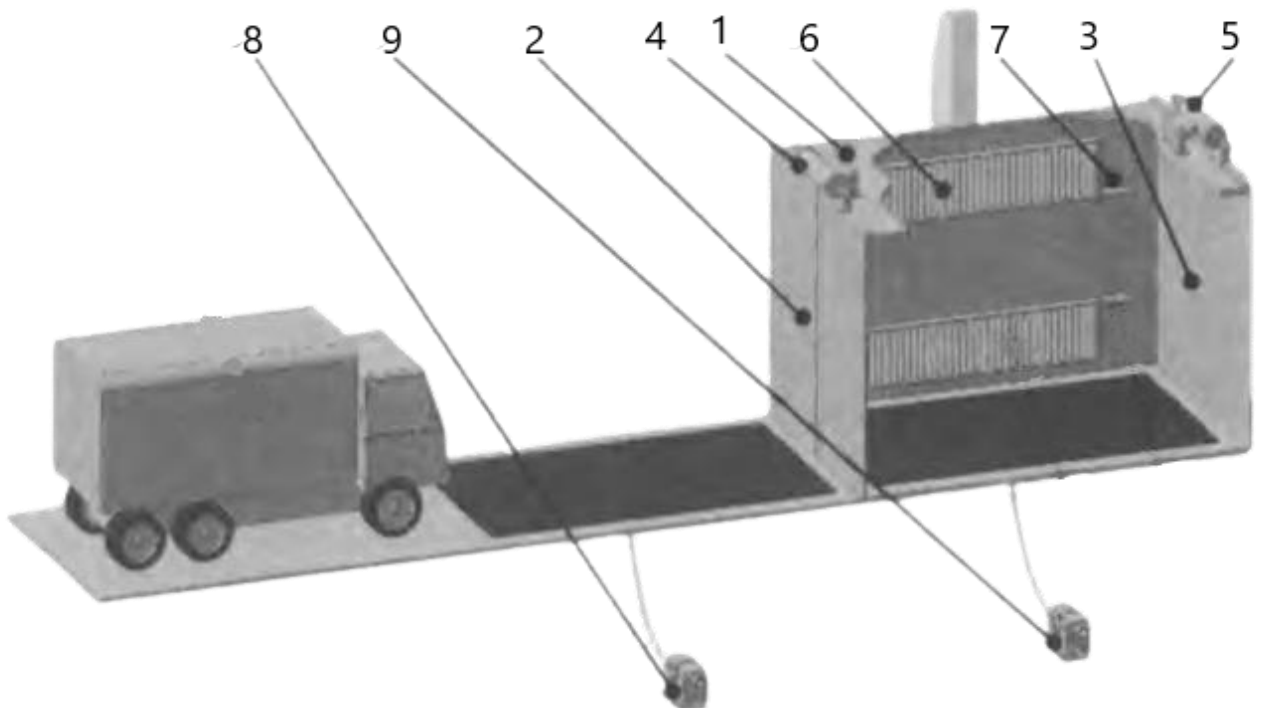


Рисунок 2.1 – Повітряна шлюзова камера для виїзду транспорту з холодильного цеху

Принцип роботи шлюзової камери представляє собою цикл:

1. При наявності ззовні транспорту, в середині шлюзу відбувається відкриття жалюзі та наповнення приміщення голодним повітрям певний час.

2. Після пройденого часу, відкриваються перші ворота і в транспорту є можливість заїхати в середину шлюзу.

3. При в'їзді та наявності транспорту всередині – зачиняються перші ворота, холодне повітря продовжує надходити у камеру.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

4. Після того, як зачинилися попередні ворота, відчиняються наступні на певний період часу, за який транспорт повинен виїхати з камери.

5. Коли транспорту уже немає всередині, другі ворота зачиняються, а подача повітря припиняється і шлюзу зачиняється, камера повертається в нульове положення.

Розглядаючи всі ці функціональні особливості, розпишемо проєкт реалізації основних модулів моделі шлюзової камери холодильника.

Основну частину моделі представляє корпус, ворота та кришка шлюзової камери, які повинні відповідати необхідним габаритам, щоб у машинки була безперешкодна можливість проїздити в шлюзовій камері. З'єднання цих елементів буде відбуватися за допомогою завісів.

Механізм відкриття воріт та кришки вентиляції буде виконаний за допомогою пневматичних приводів пневмоциліндрів та шарнірного механізму який буде з'єднувати ворота, кришку вентиляції та пневмоциліндри.

Керування пневмоциліндрами буде здійснено електромагнітними пневморозподільниками. Для з'єднання з пневмоциліндрами будуть використовуватися штуцери різної форми та пневмотрубка діаметром 4 мм.

Контроль за переміщення транспорту відносно шлюзової камери (при в'їзді, наявності та виїзді з шлюзової камери) і положенням воріт та кришки шлюзової (відкриті чи закриті) виконуватиметься за допомогою кінцевиків з ричагом.

Керуванням усією мехатронною системою моделі буде здійснене за допомогою інтелектуального реле або контролера. З'єднання з іншими електричними компонентами буде відбуватися мідними провідками.

Для електроживлення усієї системи використовуємо модульний блок живлення який буде вмонтований у конструкцію моделі. Для забезпечення пневматичних елементів здавленим повітрям, систему під'єднуємо до модульного компресора.

Кріплення всіх компонентів відбувається за допомогою гвинтів М3 різної довжина та гайок М3, а фіксація пневмоциліндрів – гайками Т-форми М3 [8].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

2.3 Вибір і опис системи нагляду та керування мехатронною системою моделі шлюзової камери

Розглядаючи сучасні тенденції розвитку мехатроніки, вагомим питанням для покращення автоматизації та підвищення ергономіки системи стало вибором сенсорної панелі оператора.

Сенсорні панелі оператора, є інтерфейсами людини-машини (Human-Machine Interfaces, HMI), що дозволяють операторам взаємодіяти з мехатронними системами. Це система, що дозволяє взаємодію між людьми і машинами в індустріальному середовищі. HMI може включати фізичні кнопки, дисплеї, сенсорні екрани, світлодіоди, бар-код сканери та інші інструменти для взаємодії з промисловим обладнанням.

Ознайомившись з передовими розробниками сенсорних панелей окремо можна виділити продукцію компанії Weintek. Вона володіє достатньо вагомими плюсами, щоб її можна було використати в нашій системі:

1. Високий рівень сумісності: Продукти Weintek підтримують широкий спектр протоколів індустрії, що дозволяє їм інтегруватися з багатьма системами і пристроями.

2. Інтуїтивний інтерфейс: Сенсорні панелі Weintek надають користувачам зручний та простий у використанні інтерфейс для управління мехатронними системами.

3. Доступність: Weintek пропонує HMI різного рівня, від економічних до високопродуктивних, що забезпечує гнучкість вибору з урахуванням бюджету.

Наш вибір припав на сенсорну панель оператора Weintek моделі MT610XH (рисунок 2.2). Ця система була обрана для нагляду та управління мехатронною системою моделі через їх високу надійність, гнучкість, легкість програмування та підтримку широкого спектра протоколів комунікації.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23



Рисунок 2.2 – Сенсорна панель оператора Weintek MT610XH

Технічні характеристики сенсорної палені заносимо в таблицю 2.1 [9].

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики сенсорної панелі оператора Weintek MT610XH

Дисплей	
Діагональ	10.4
Розширення	800x600
Кольорність	65536
Параметри	
Тип процесора	32bit RISC
Частота процесора	500 МГц
Розмір оперативної пам'яті	256 Мб
Робоча напруга	20~28 В
Споживання струму	1.25А
Конструкція	
Матеріал корпусу	Пластмаса
Ступінь захисту	IP65
Посадкові отвори	259x201 мм
Габаритні розміри	286x212x50 мм
Вага	1.6 кг
Робоча температура	0 - 50°C

2.4 Вибір та опис програмного забезпечення для розробки 3D-моделі шлюзової камери холодильника

Розглядаючи сучасний ринок систем автоматизованого проєктування та розрахунків, у нас є великий варіант вибору необхідного нам програмного забезпечення яке буде частково або повністю забезпечувати наші вимоги до проєктування. Проаналізувавши моменти розробки та проєктування нашої моделі шлюзової камери холодильника, нам чудово підходить САПР SolidWorks.

Програма SolidWorks (рисунок 2.3) — одна з найпопулярніших систем тривимірного проєктування, що є основоположником даного класу систем для персональних комп'ютерів. Призначена для автоматизації роботи промислового підприємства на етапах конструкторської і технологічної підготовки виробництва. Забезпечує розробку виробів любого ступеня складності і призначення. В SolidWorks використовується принцип тривимірного твердотілого і поверхневого параметричного проєктування, що дозволяє конструктору створювати об'ємні деталі і компоувати збірки у вигляді тривимірних моделей, за допомогою яких створюються двомірні кресленики і специфікації.



Рисунок 2.3 – Система тривимірного проєктування SolidWorks

SolidWorks використовує звичний і зручний графічний інтерфейс для користувача Microsoft Windows. Іншими словами, цей легкий в опануванні засіб дозволяє інженерам-конструкторам швидко зображати свої ідеї в ескізі, експериментувати з елементами і розмірами, а також створювати моделі, повноцінні збірки і кресленики [10].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Отже, результатом виконання технологічної частини бакалаврської роботи стало виконання аналізу функціональних та конструктивних особливостей шлюзової камери. Вибір основних елементів конструкції, такі як корпус камери, двері, система реалізації вентиляції, системи управління, датчики та мехатронні компоненти, які мають бути ретельно враховані.

Обрано програмне забезпечення для розробки 3D-моделі шлюзової камери холодильника. Яке має широкий спектр інструментів для детального 3D-моделювання, побудови збірки повноцінної моделі шлюзової камери та створення симуляції роботи. Вибрано систему нагляду та керування мехатронною системою моделі шлюзової камери – сенсорна панель оператора Weintek.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Використання сучасних технологій для проєктування та моделювання шлюзової камери

Важливим фактором і напрямком розвитку освіти є формування у студентів навичок використання сучасних і перспективних засобів інформаційних технологій.

Швидкий розвиток обчислювальної техніки і її впровадження практично у всі сфери життя призвело до того, що сьогодні грамотний спеціаліст в будь-якій галузі знань повинен добре орієнтуватися у світі комп'ютерів і володіти необхідними програмними середовищами. Професійна сучасна інженерна діяльність неминуче пов'язана із застосуванням систем автоматизованого проєктування, автоматизованого виробництва та автоматизованого інженерного аналізу. Такі системи, як AutoCAD, DUCT, Pro/Engineer, PowerShape і SolidWorks, широко використовуються для комп'ютерного моделювання виробів складної форми з наступним випуском креслень і генерацією керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

Використання програмного засобу SolidWorks в дипломній роботі може стати важливою умовою формування і розвитку професійних компетентностей студентів технічних напрямків підготовки бакалаврів.

Отже, ціллю конструкторської частини дипломної роботи стало побудова твердотільних моделей деталей та елементів шлюзової камери холодильника, оформлення їх креслеників, побудова повноцінної збірки моделі та симуляції роботи в САПР SolidWorks.

Створення проєкту нагляду для взаємодії між сенсорною панеллю Weintek та мехатронною системою моделі шлюзової камери холодильника. Визначення принципу інтеграції і взаємодії сенсорної панелі та контролера мехатронної системи шлюзової камери холодильника [11].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

3.2 Опис процесу моделювання шлюзової камери з використанням програмного забезпечення САПР SolidWorks

Для моделювання використовується програмне забезпечення САПР SolidWorks, в якому послідовно будемо створювати 3D-моделі елементів, побудову збірки моделі шлюзової камери зі створення анімації принципу роботи, оформимо креслення усіх деталей та специфікацію.

3.2.1 Створення 3D-моделей елементів шлюзової камери

Моделювання деталей бере початок із створення окремих складових елементів. Сама побудова цих елементів починається зі створення ескізу. Тому створення будь-якої деталі в SolidWorks, якою би простою або складною вона не була, починається з рисування ескізу. Зазвичай використовується двовимірний ескіз (плоский), який розміщений в одній із площин. За замовчуванням при створенні нової деталі дається три взаємно ортогональні площини, що проходять через початок координат (рисунок 3.1). Далі можна додавати будь-яку кількість площин, що мають необхідну орієнтацію у просторі.

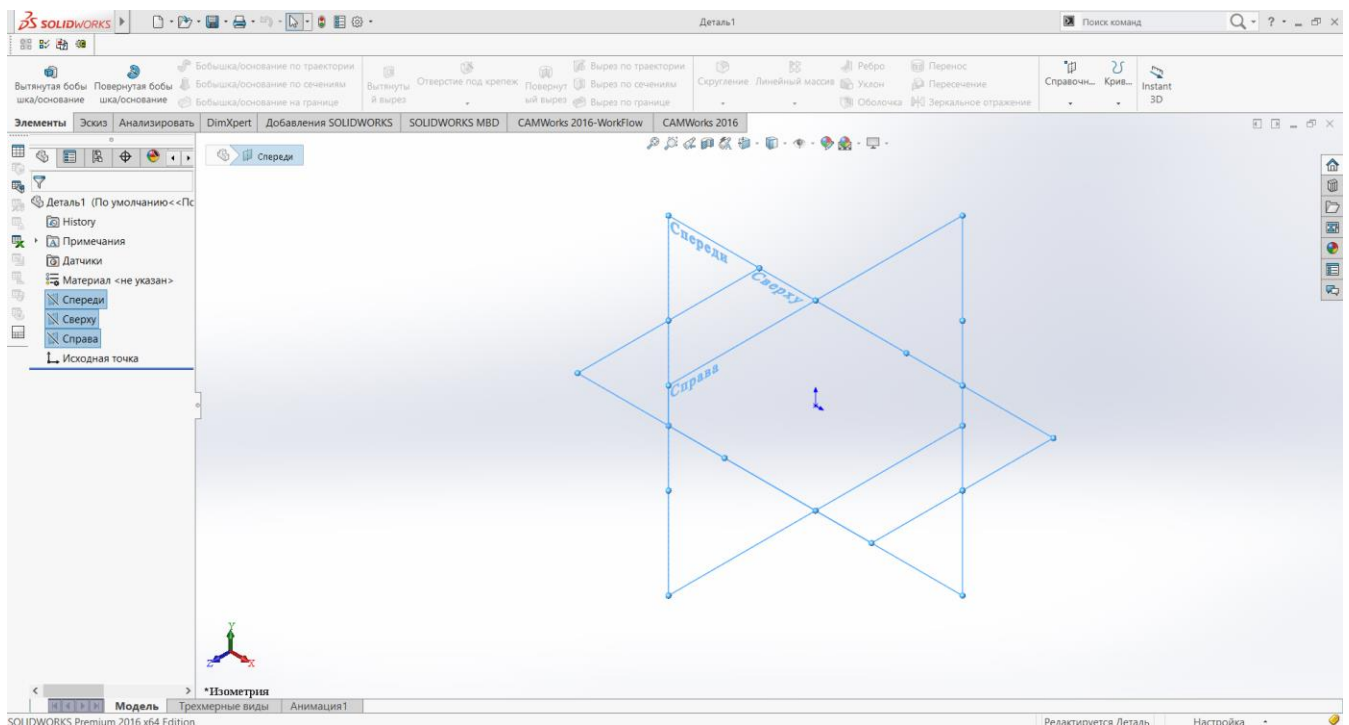


Рисунок 3.1 – Базові площини для створення ескізів

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

У кожному ескізі є своя вихідна точка, тому в деталі звичайно їх буває до декількох штук. Вихідна точка відображається червоним кольором й допомагає визначити координати точок ескізу. Рисування будь-якого ескізу рекомендується починати із цієї точки, тоді елементи ескізу автоматично здійснюють прив'язку до неї, і не потрібно додаткових взаємозв'язків для повного визначення ескізів. Для орієнтації площини ескізу в просторі на екрані в графічній області завжди присутній значок тріади (системи координат).

SolidWorks володіє потужною базою різноманітних команд та операцій для побудови двовимірних ескізів та креслень. Можна будувати, як звичайні лінії, кола, криві та дуги, так і прямокутні, багатокутні, овальні фігури та еліпси (рисунок 3.2). Вони всі містять широкий набір налаштувань та параметризації, що забезпечує побудову любої складності ескізу.



Рисунок 3.2 – Команди та операції побудови ескізів

Крім того, SolidWorks є параметричною CAD-системою, що означає, що ми можемо визначити розміри та відносини між частинами моделі під час створення ескізу. Це надає велику гнучкість при проєктуванні, оскільки ми можемо легко змінити параметри та бачити, як вони впливають на кінцеву модель.

Параметричне моделювання включає в себе використання взаємозв'язків: відносин та обмежень. Обмеження, такі як розміри, кути або відстані, можуть бути застосовані до геометричних елементів. Відносини встановлюють взаємозв'язки між елементами, наприклад, що дві лінії є паралельними або що дві точки знаходяться на одній вертикалі.

Однією з ключових команд у цьому процесі є «Smart Dimension», яка дозволяє вам додавати розміри до елементів вашого ескізу (рисунок 3.3). Інша важлива команда - "Relations", яка дозволяє встановлювати відносини між елементами.

Використовуючи параметричну побудову в SolidWorks, ми можемо створювати складні 3D-моделі, які легко масштабуються і адаптуються до змін. Це робить SolidWorks потужним інструментом для інженерів.

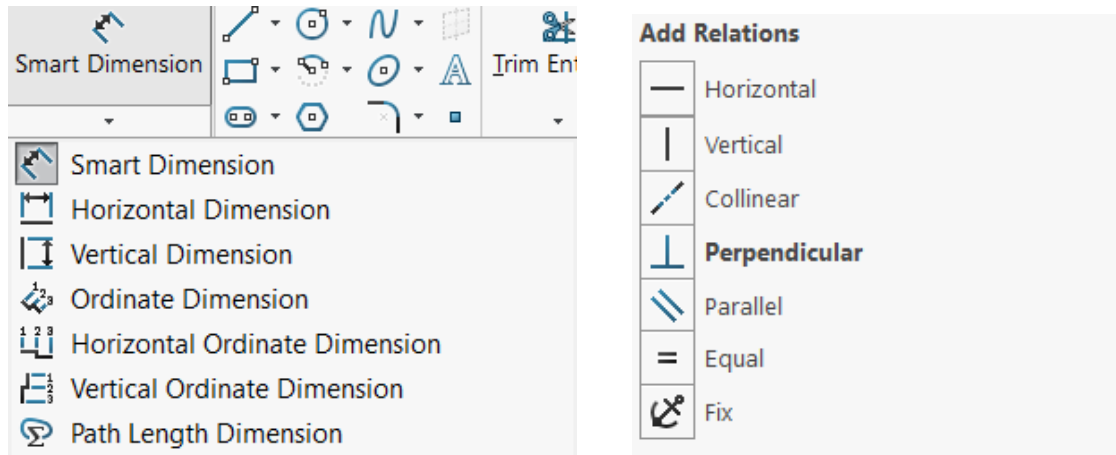


Рисунок 3.3 – Додавання розмірів та взаємозв'язків

При побудові ескізу необхідно слідкувати, щоб ескіз мав замкнений контур, і не відбувся перетин елементів ескізу. Всі конструктивні елементи, ескізи, площини і осі деталі будуть відображатися в дереві елементів (Feature Manager) (рисунок 3.1). SolidWorks допускає в одному ескізі наявність декількох замкнених контурів, при цьому формується багатотільна деталь. У цьому випадку при витягуванні ескізу програма попросить указати розташування матеріалу в контурах.

Після побудови ескізу елемента, наступними кроком створення тривимірної моделі є взаємодія з геометричними елементами просторової побудови, такими як бобишки, вирізи, отвори, ребра, зкруглення, фаски й нахили (рисунок 3.4). У міру створення елементів вони вставляються безпосередньо в проєктовану модель. Сама деталь представляється у вигляді твердотільної моделі, створеної в SolidWorks [12].

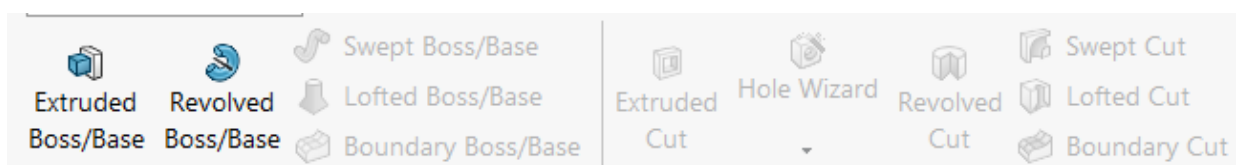


Рисунок 3.4 – Елементи просторової побудови моделі

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Принцип створення твердотільних моделей ви можете спостерігати на прикладі побудови наступних деталей та елементів нашої моделі шлюзової камери холодильника.

Розглянемо послідовність створення тривимірної моделі корпусу шлюзової камери. Як і ми писали раніше побудову починаємо зі створення документу нашої деталі. При вході в SolidWorks у нас є можливість відкрити уже створений документ деталі або створити новий, де у нас на вибір документ деталі, збірки або креслення (рисунок 3.5). Обираємо той що необхідний нам.

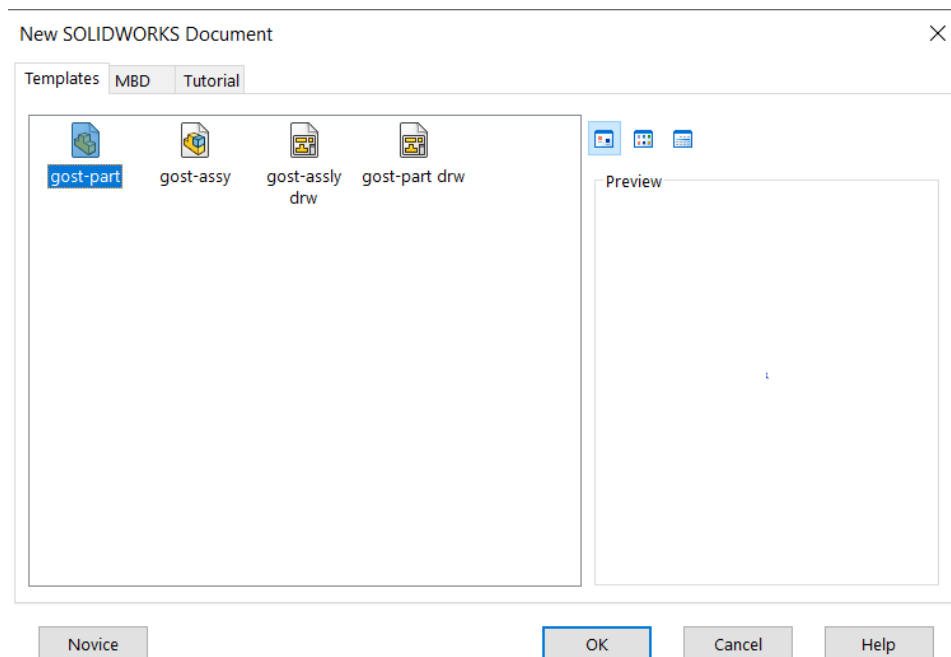


Рисунок 3.5 – Вибір формату документа

Створивши документ, приступаємо до моделювання нашої деталі, першим кроком обираємо площину ZX з трьох нам доступних, на якій будемо послідовно будувати нашу модель (рисунок 3.6).

Тепер ми можемо спокійно приступити до побудови ескізу перших наших поверхонь. Будуємо прямокутник зі взаємозв'язком співпадіння центральної точки з початковою точкою площини. Задаємо розміри сторін (рисунок 3.7).

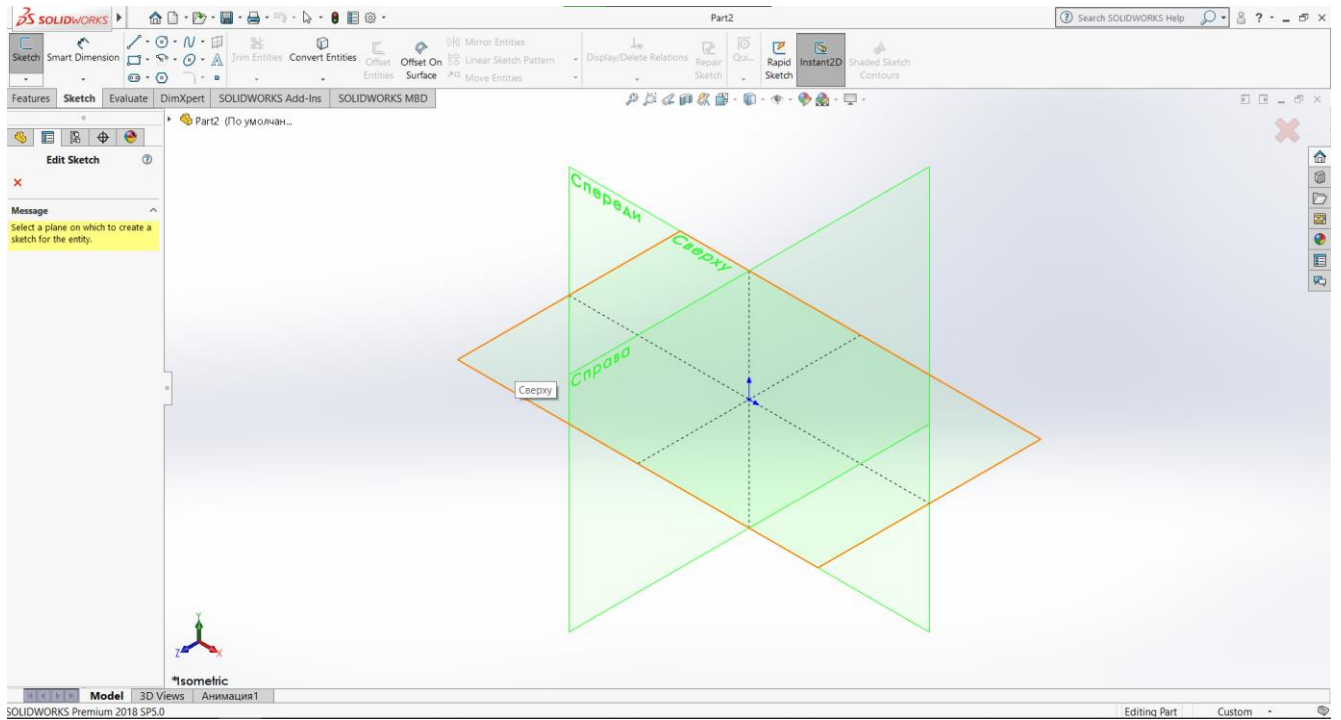


Рисунок 3.6 – Вибір площини побудови

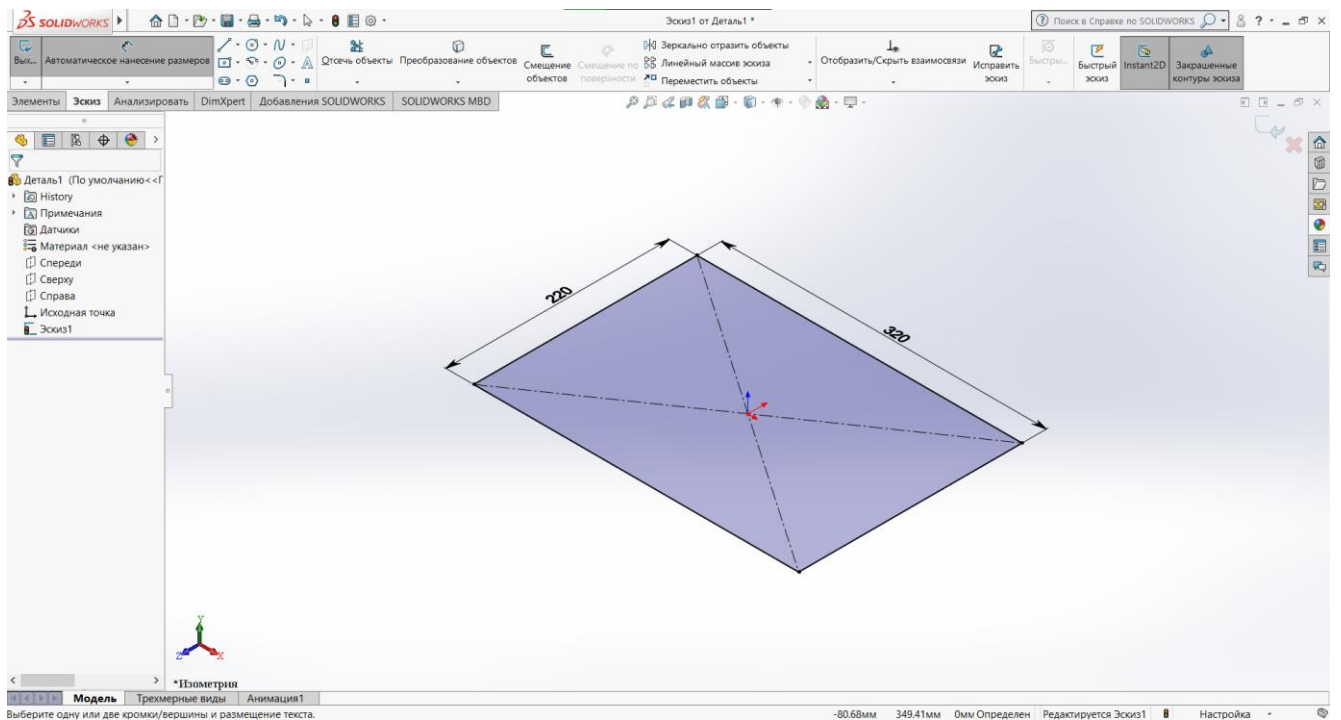


Рисунок 3.7 – Побудова ескізу

Після чого використовуємо команду «Витягнута бобишка», вибираємо контур нашого прямокутника, задаємо напрямок та довжину витягування, після чого нажимаємо кнопку «Enter» (рисунок 3.8).

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

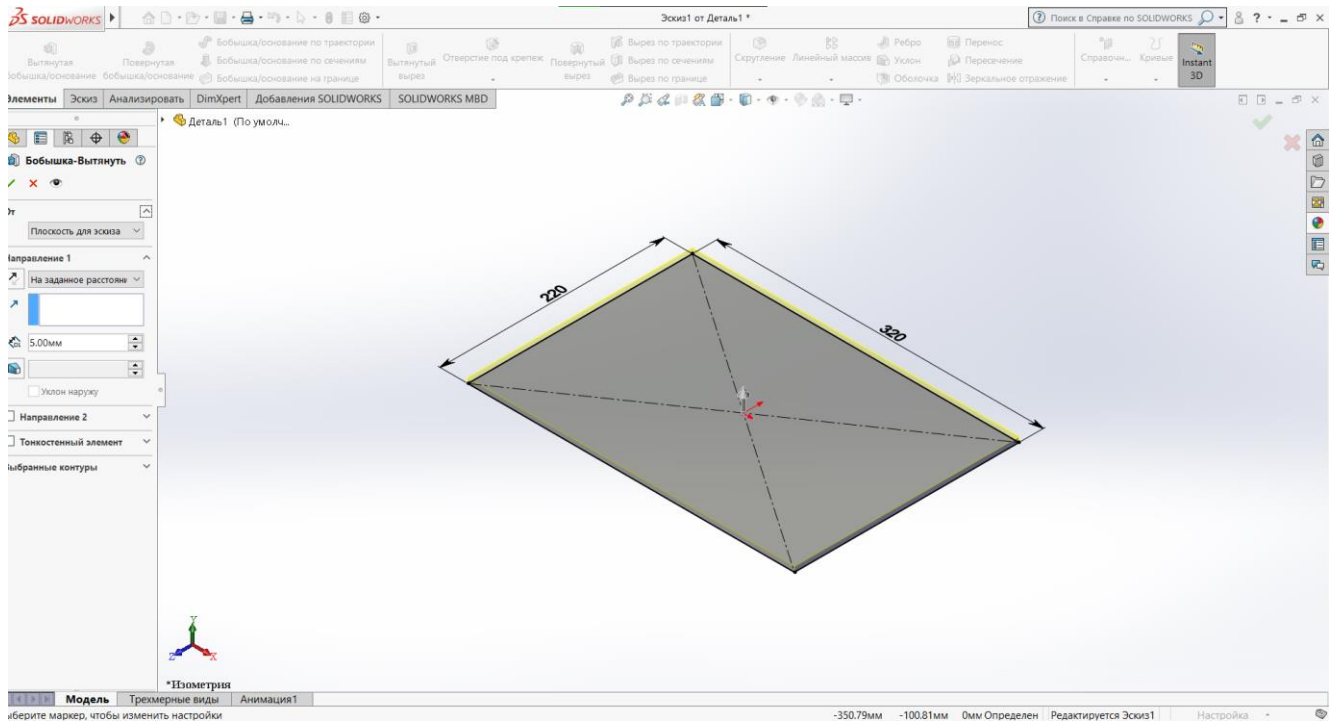


Рисунок 3.8 - Використання команди “Витягнута бобишка”

Отримавши перші поверхні ми можемо створювати ескізи на них. Вибираємо верхню площину і будуємо два прямокутника, один по контуру площини інший з меншою товщиною для створення області стінок. Аналогічно задаємо взаємозв'язки та використовуємо команду «Витягнута бобишка» де обираємо контури обидвох прямокутників для виділення області між ними, та видавлюємо (рисунок 3.9).

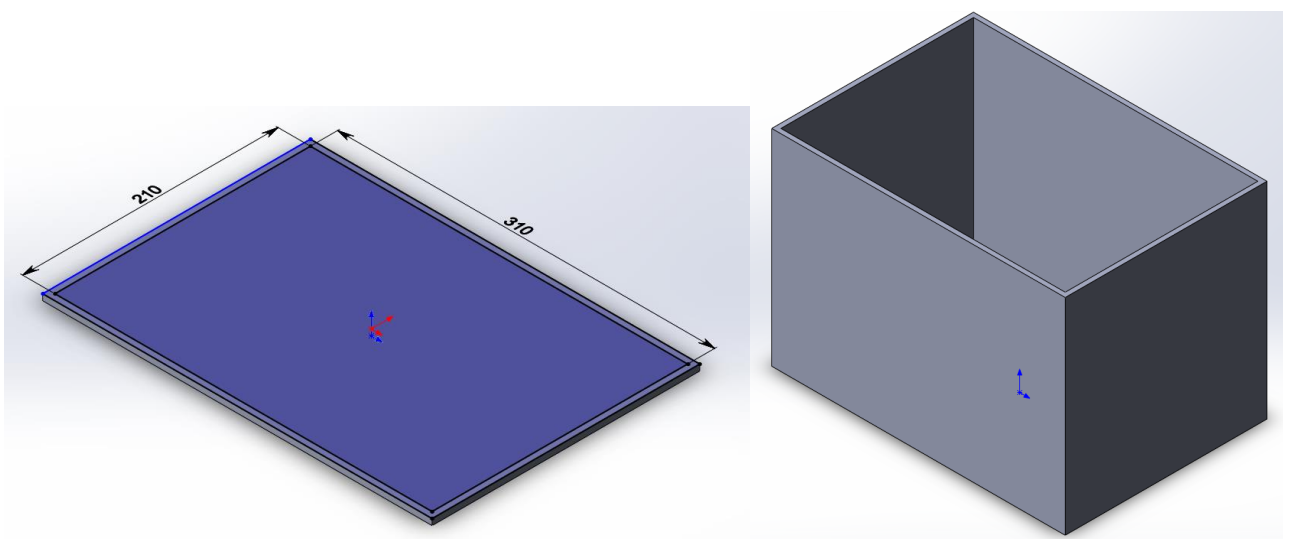


Рисунок 3.9 – Побудова стінок корпусу

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Наступним кроком робимо вирізи в бічних сторонах моделі в яких в наступному будуть розміщуватися ворота шлюзової камери. Обираємо площину, будуємо на ній параметричний прямокутний ескіз який зміщений на задану відстань від основної точки (рисунок 3.10).

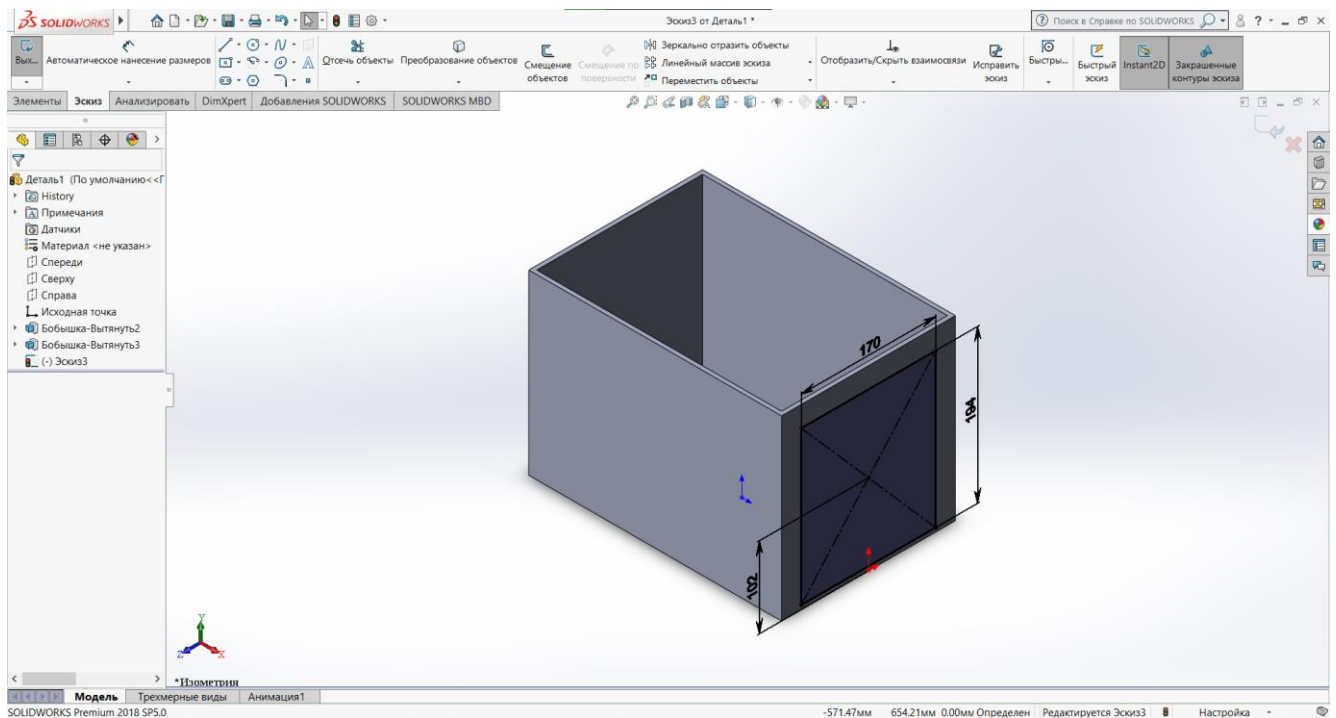


Рисунок 3.10 – Ескіз під виріз

Для вирізу використовуємо команду «Витягнутий виріз», в якій ми обираємо контур області, якою буде здійснено вирізання, задаємо напрямок у сторону протилежної сторони корпусу та задаємо відстань на всю довжину деталі, щоб одночасно здійснити виріз і з протилежної сторони (рисунок 3.11).

Продовжуємо моделювати наш корпус, цього разу створюємо групу отворів для кріплення елементів моделі шлюзової камери. Обираємо зворотню площину корпусу, сторону на якій і будуть кріпитися ці елементи. Розставляємо всі отвори та параметризуємо, додаючи всі необхідні відстані та взаємозв'язки отворів (рисунок 3.11). Для вирізу аналогічно, як і в попередніх кроках використовуємо команду «Витягнутий виріз», при чому обираємо всі отвори, задаємо напрямок і обираємо відстань більшу ніж стінка корпусу (рисунок 3.12).

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

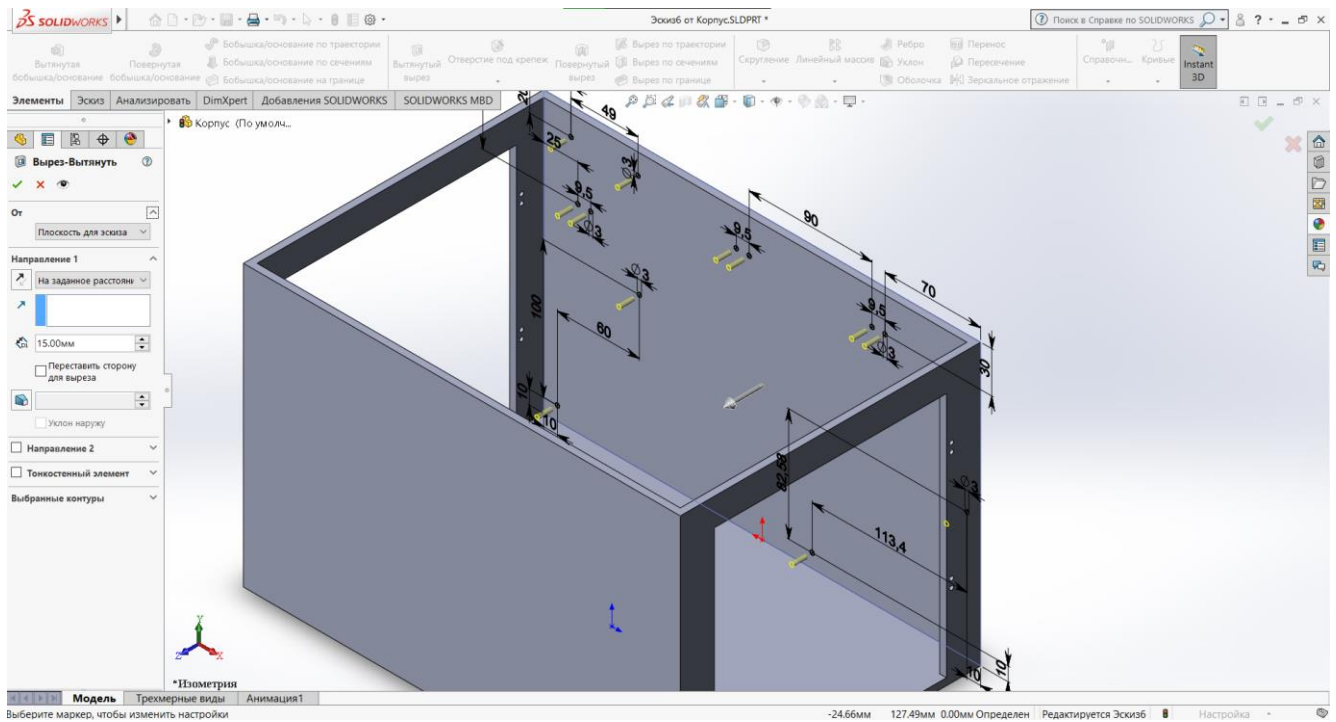


Рисунок 3.12 – Вирізання отворів під кріплення

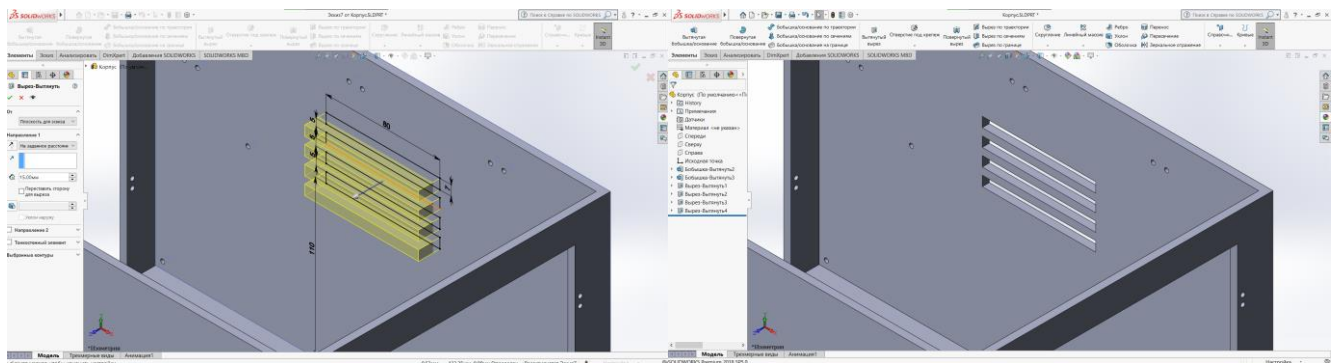


Рисунок 3.13 – Вирізання отворів вентиляції

Тепер створюємо платформу для кріплення під пневмоциліндр який буде відкривати кришку вентиляції. Для цього на площині корпусу будуємо виступ на якому буде кріпитися сам пневмоциліндр, вже відомими нам операціями та командами (рисунок 3.14). Також створюємо групу отворів для фіксації циліндра та отвір через який буде проходити шток (рисунок 3.15).

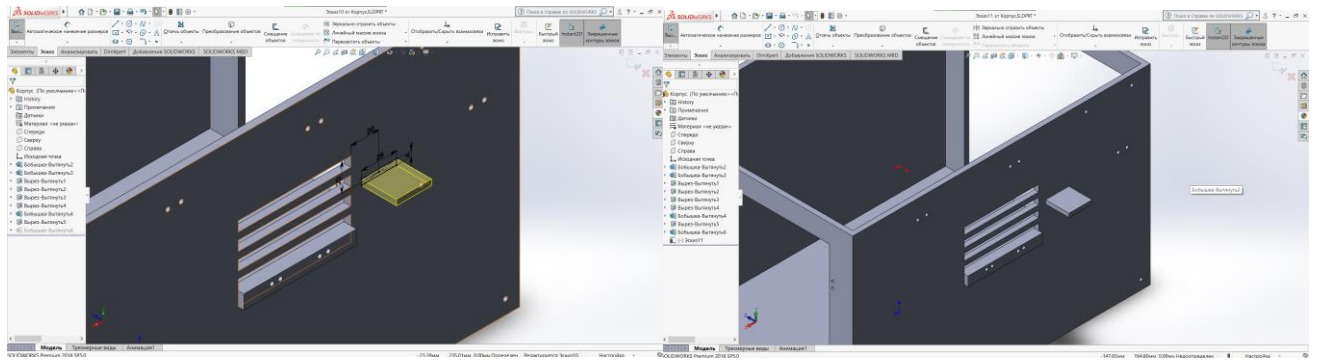


Рисунок 3.14 – Платформа кріплення пневмоциліндра

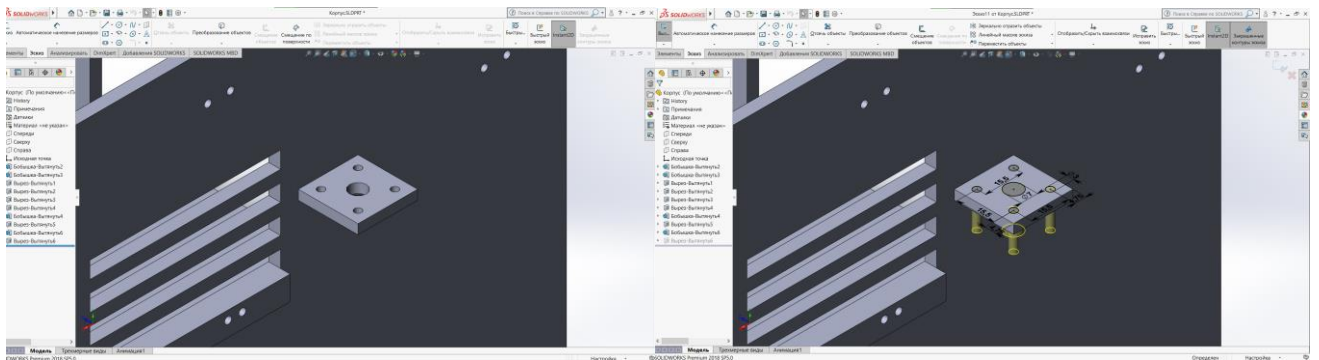


Рисунок 3.15 – Отвори кріплення пневмоциліндра

Завершальним кроком задаємо колір виробу, для більшої автентичності. Готова модель корпусу зображена на рисунку 3.16.

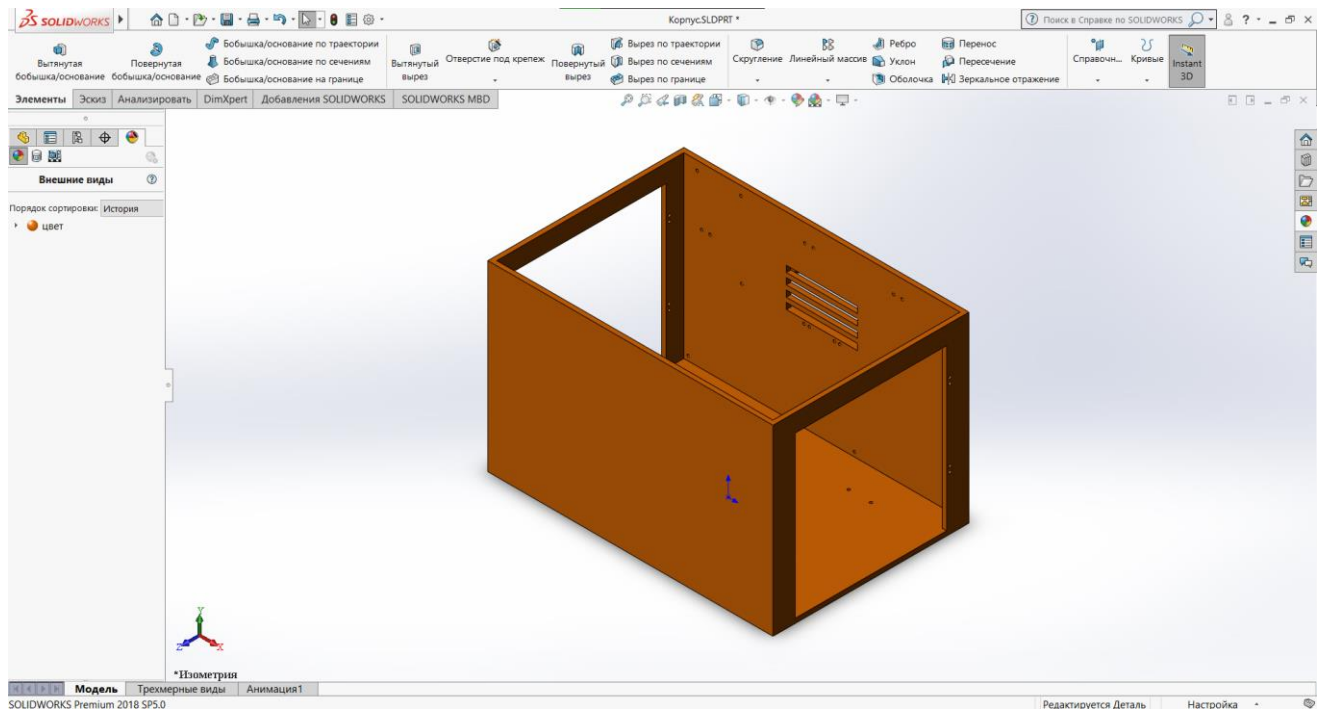
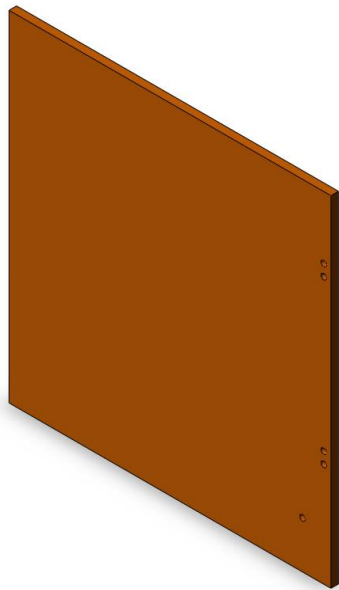


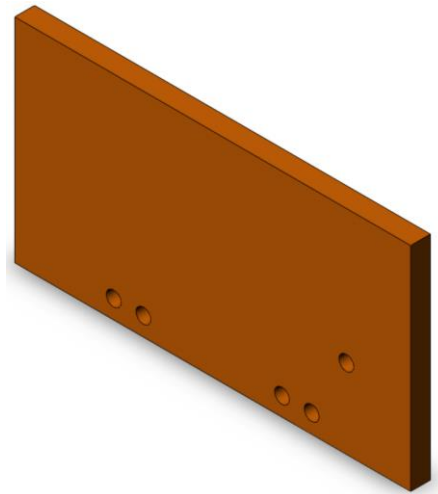
Рисунок 3.16 – Твердотільна модель корпусу

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

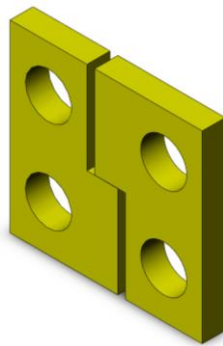
Аналогічно виконуємо моделювання таких елементів як : ворота, кришки вентиляції та завіси воріт (рисунок 3.17).



а - ворота



б – кришка вентиляції



в – завіса воріт

Рисунок 3.17 – Елементи моделі

Крім того, ще розглянемо процес моделювання пневморозподільного трійника. Аналогічно, уже за нами відомою послідовністю роботи, після створення документу і вибору площини XY, будемо параметризований ескіз основи нашої деталі в якому ми попри знайомі уже нам елементи побудови, використовуємо функцію симетричного копіювання відносно осьової лінії уже побудованого ескізу (рисунок 3.18).

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

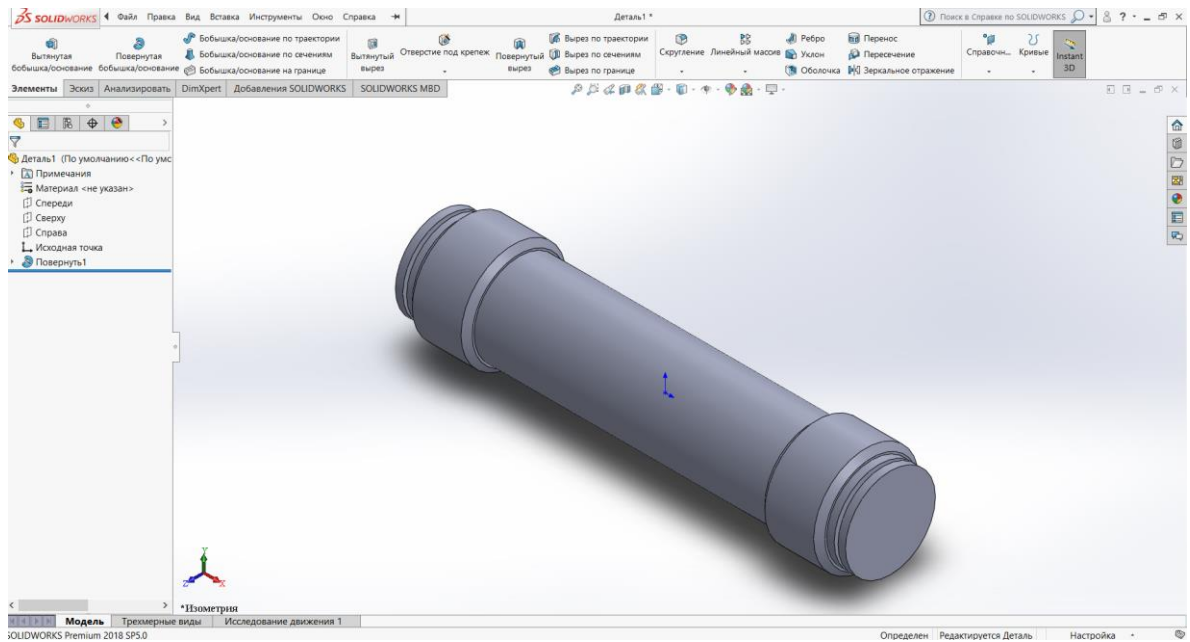


Рисунок 3.20 – Змодельована основа трійника

Отримавши основу деталі, продовжуємо добавляти елементи деталі. Створюємо додаткові конектори пневморозподільника, аналогічно будуємо ескіз за допомогою вибраної початкової осі, після чого використовуємо уже знайому нам команду тіла обертання навколо осі (рисунок 3.21).

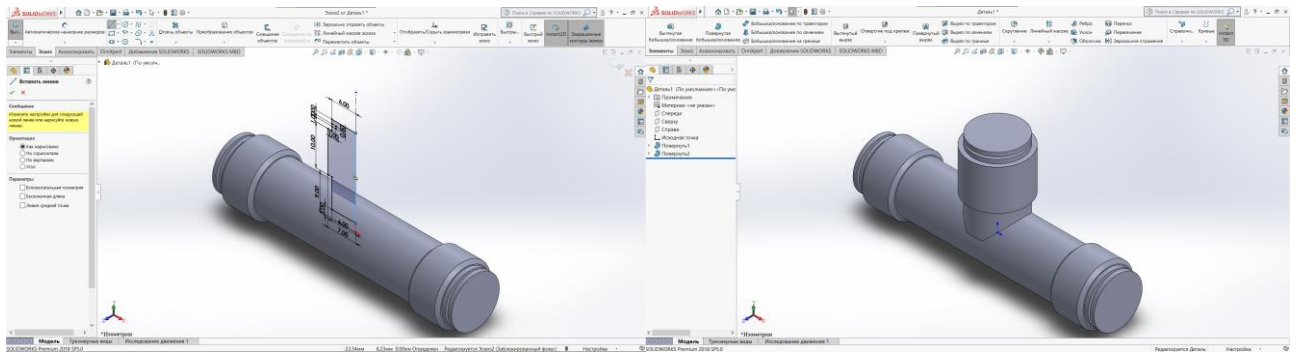


Рисунок 3.21 – Змодельований додатковий конектор трійника

У нас немає необхідно повторювати дану операцію для побудови ще двох конекторів, у нас є чудова функція, яка дає нам змогу скопіювати уже виконані команди побудови елементів нашої деталі. Для цього знаходимо дану функцію «Лінійний масив», наступним необхідним кроком є вибір елемента який ми збираємося скопіювати та площини або грані вздовж якої це буде здійснено, після чого зручний інтерактивний інтерфейс програми уже відображає нам попередній

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

перегляд. Даліше обираємо створення лінійного масиву у два напрямки, вказуємо кількість копій та відстань на якій їх буде побудовано (рисунок 3.22).

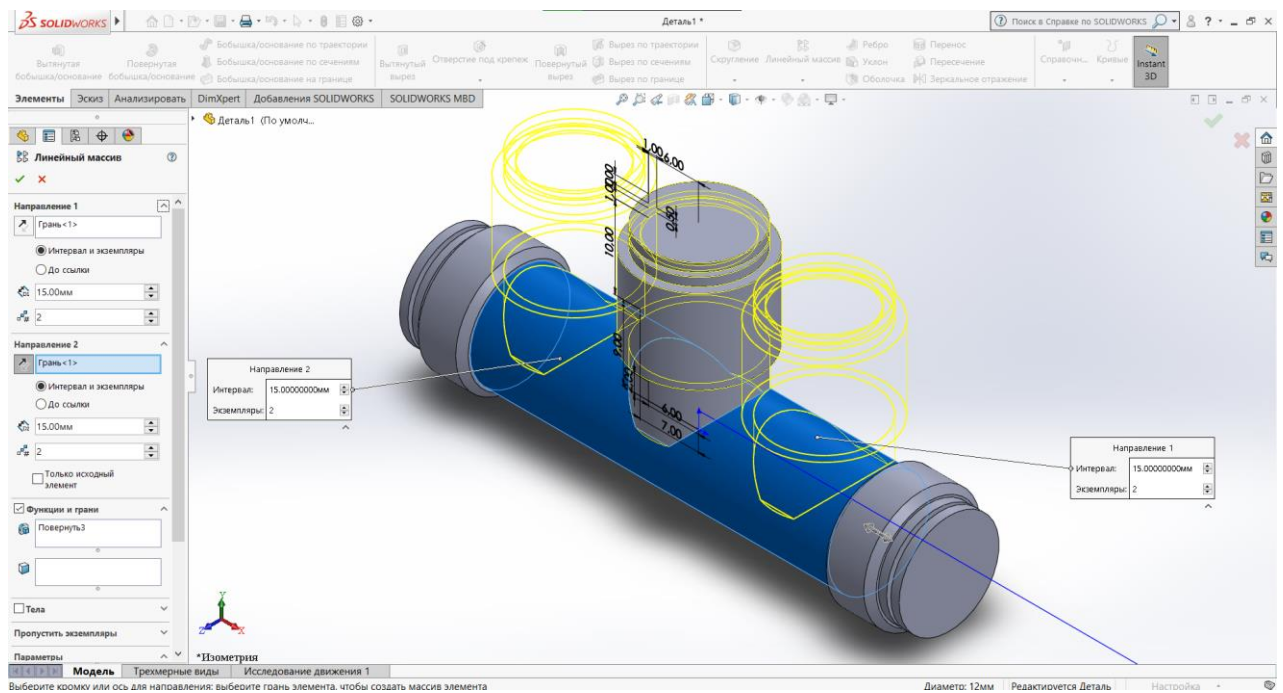


Рисунок 3.22 – Використання функції «Лінійний масив»

Після виконання даної функції, вигляд нашої деталі буде мати вигляд зображений на рисунку 3.23.

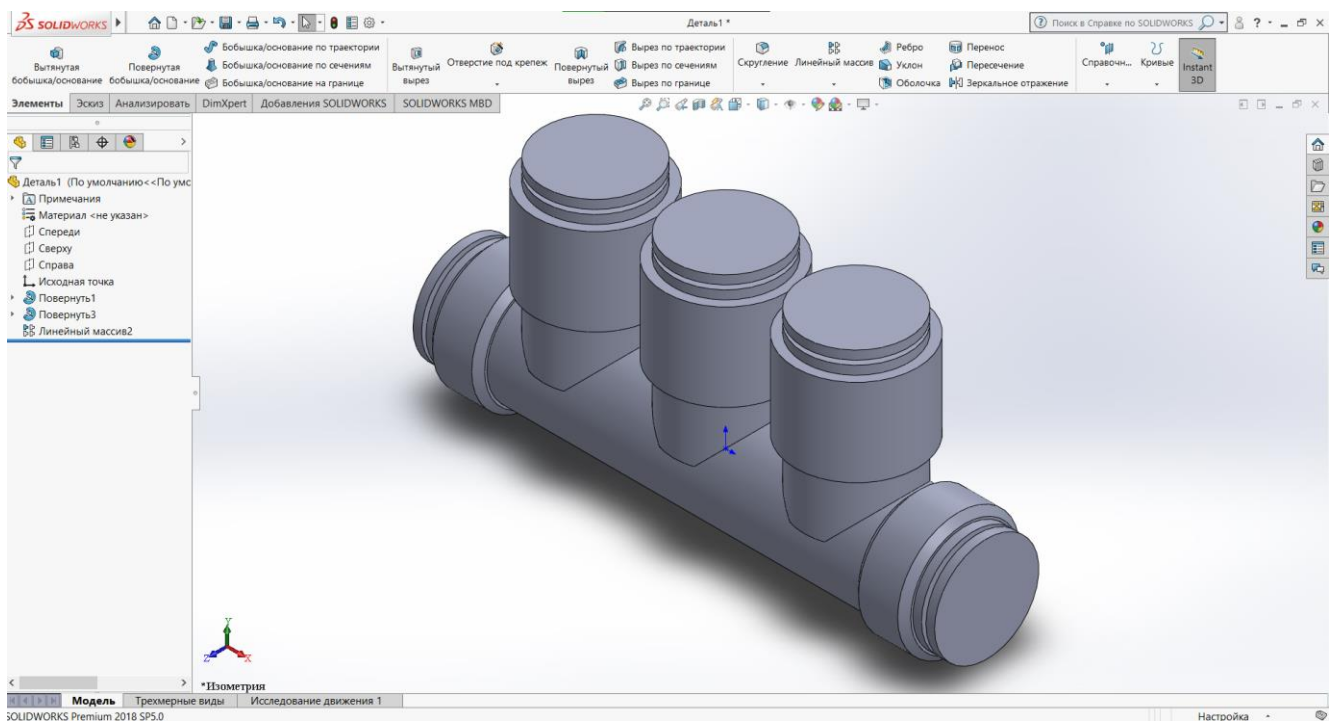


Рисунок 3.23 – Трійник в одному з процесів моделювання

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ				

Наступним кроком створюємо на нашій моделі створюємо елементи кріплення, процес створення з побудованим ескізом та використання операції «Витягнута бобишка» зображено на рисунку 3.24.

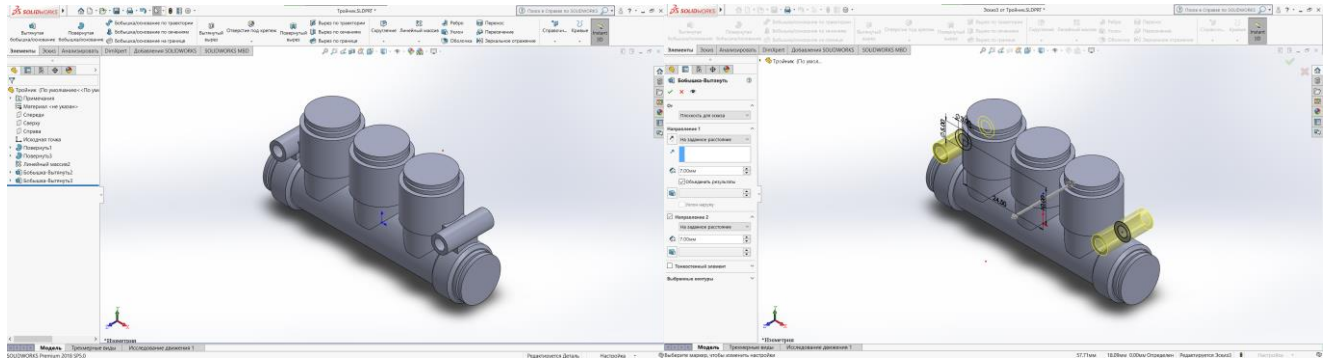


Рисунок 3.24 – Створення елементів кріплення трійника

Тепер створюємо систему отворів всередині нашого трійника, використовуючи уже знайому нам команду «Витягнутий виріз» (рисунок 3.25).

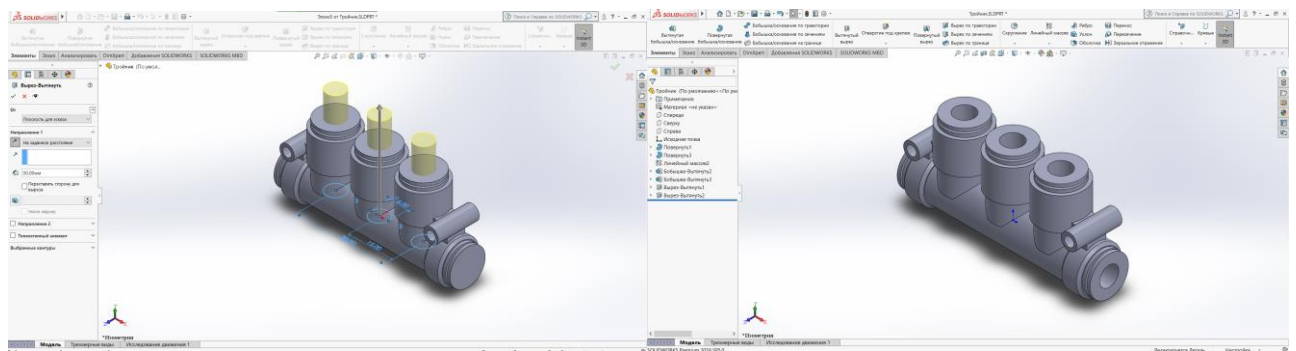


Рисунок 3.25 – Система отворів трійника

Завершальним етапом побудови твердотільної моделі трійника є додавання з допомогою команди «Заокруглення» характерних для деталі даного типу заокруглень на кромках моделі та встановлення відповідних кольорів. Готова модель пневмороздільного трійника зображена на рисунку 3.26.

Аналогічно виконуємо моделювання таких елементів як : пневмоциліндра воріт та вентиляції, штуцерів звичайної та г-подібно форми (рисунок 3.27).

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

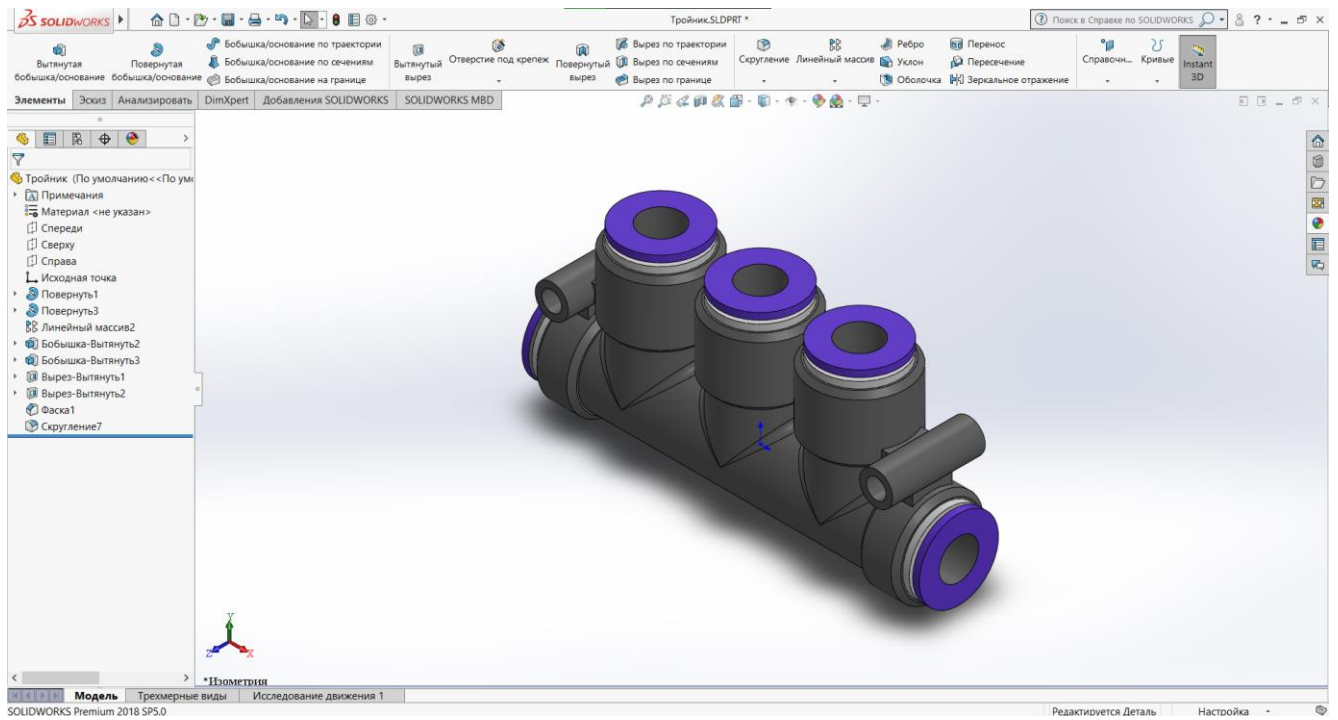
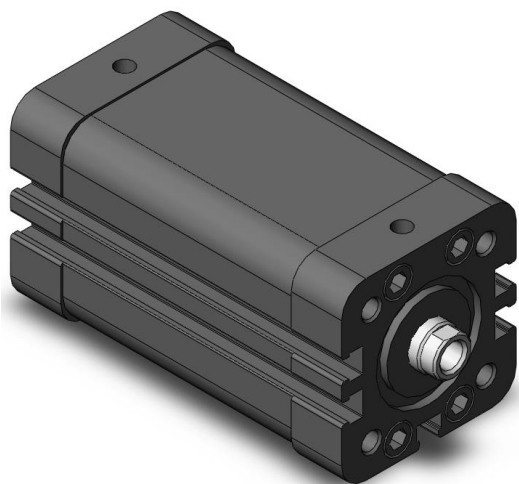
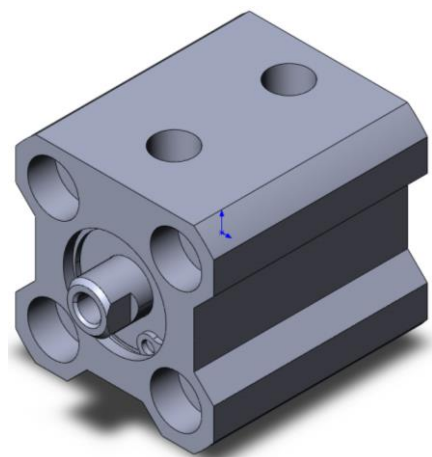


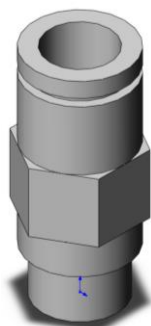
Рисунок 3.26 – Твердотільна модель пневморозподільного трійника



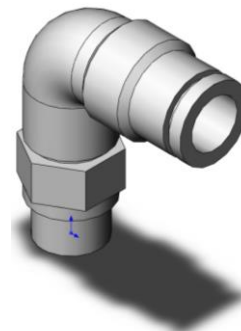
а – пневмоциліндр воріт



б – пневмоциліндр вентиляції



в – штуцер

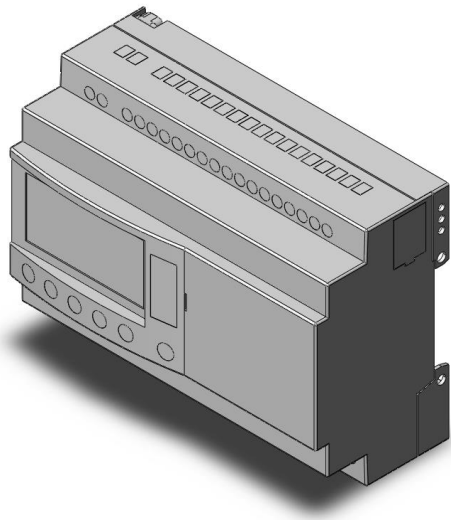


г – штуцер г-подібний

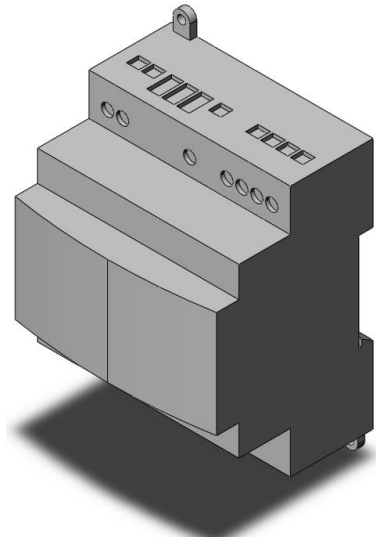
Рисунок 3.27 – Елементи моделі

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

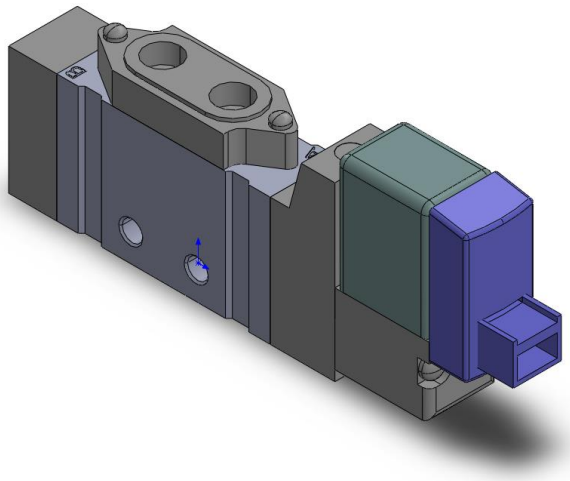
Для наступних кроків також реалізуємо 3D-моделі таких елементів як: інтелектуальне реле, модульного блоку живлення, пневморозподільника та кінцевика з ричагом (рисунок 3.28).



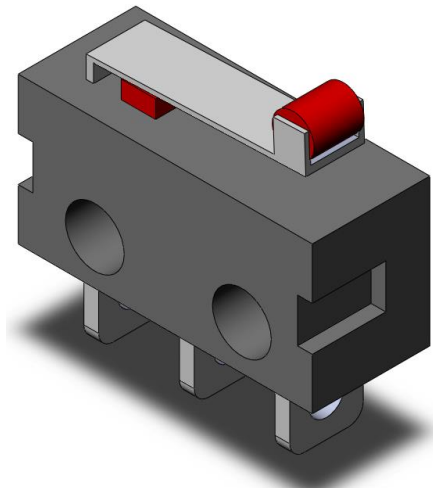
а – інтелектуальне реле



б – модульний блок живлення



в – пневморозподільник



г – кінцевик з ричагом

Рисунок 3.28 – Елементи моделі

Моделі кріпильних елементів, так як гвинти та гайки беремо з бібліотеки елементів в самому SolidWorks.

Таким чином виконавши побудову більшості елементів та деталей моделі шлюзової камери холодильника наводимо їх у додатку А.

3.2.2 Побудова збірки електронної моделі шлюзової камери

SolidWorks є потужним інструментом для створення збірок, що широко використовується в промисловості і техніці. Процес створення збірки в SolidWorks має декілька основних особливостей:

1. Використання моделей деталей та суб-збірок: Збірка в SolidWorks складається з моделей деталей та суб-збірок, які додаються до проєкту. Ми можете використовувати власні деталі, які були створено попередньо в SolidWorks або імпортувати їх з інших джерел. Суб-збірки - це групи деталей, які можуть бути використані разом, щоб спростити процес проєктування.

2. Умови сполучення, прив'язки та обмеження: SolidWorks використовує умови сполучення (механічні взаємодії між деталями) та обмеження для визначення розташування та орієнтації деталей в збірці. Сполучення можуть бути концентричними, каскадними, паралельними, перпендикулярними та іншими. Обмеження використовуються для задання конкретних відстаней або кутів між деталями (рисунок 3.29).

3. Динамічна збірка та перевірка зіткнень: SolidWorks дозволяє створювати динамічні збірки, в яких деталі можуть рухатися відносно одна одної. Ми можемо використовувати цю функцію для симуляції руху механізмів і перевірки можливих зіткнень.

4. Масштабування та візуалізація: Ми можемо масштабувати збірку для детального огляду деталей або візуалізувати її в цілому. SolidWorks надає розширені інструменти візуалізації, включаючи рендеринг, анімацію та інтерактивний 3D-огляд.

Створення збірки в SolidWorks - це ітеративний процес, який вимагає планування, творчого мислення і технічних навичок. Детальне розуміння у студента функціональних та конструктивних вимог до виробу допоможе мені ефективно використовувати можливості SolidWorks і створити високоякісну 3D-модель [13].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

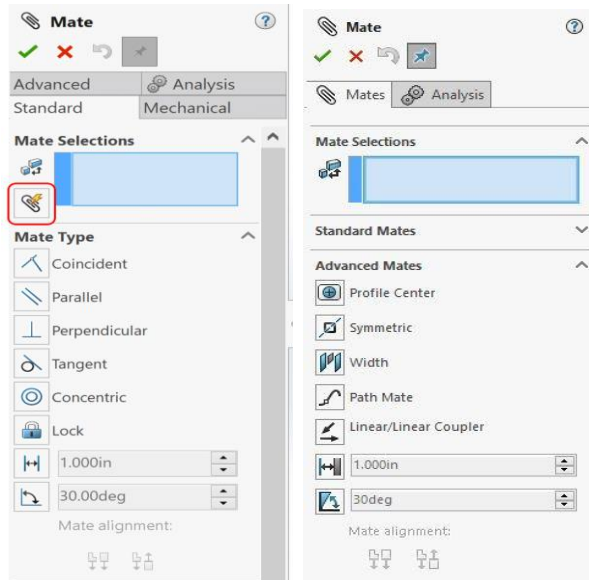


Рисунок 3.29 - Умови сполучення та обмеження збірки

Ознайомившись з основними особливостями створення збірки в SolidWorks, приступимо до її виконання. Перед побудовою повноцінної моделі шлюзової камери холодильника, для зручності, створимо суб-збірки окремих модулів, таких як: ворота шлюзової камери, кришка вентиляції, пневмоциліндри воріт і вентиляції та пневморозподільника.

Розглянемо процес створення збірки кришки вентиляції. Збірка починається з вибору основного елемента, який буде розміщено в початковій точці та зафіксовано, після чого ми послідовно або відразу додаємо усі елементи які будуть використані у збірці. У нашом випадку ми фіксуємо саму кришку, а потім додаємо такі елементи, як: завіси, ричаг механізму відкриття кришки вентиляції, гвинти М3 x 10, та гайки М3 (рисунок 3.30).

Після чого, ми зберігаючи відповідну послідовність починаємо кріпити елементи на кришку за допомогою прив'язок та обмежень, при цьому не додаємо лишнього для збереження ступенів вільності цільної деталі. Для прикріплення ричага використовуємо умову сполучення «Концентричність» для отвору який є на ричагу та самій кришці, положення у просторі корегуємо за допомогою прив'язки «Паралельність» де обираємо сторону ричага та сторону кришки. Для повноцінного кріплення нам необхідно додати гвинт та гайку, які аналогічно

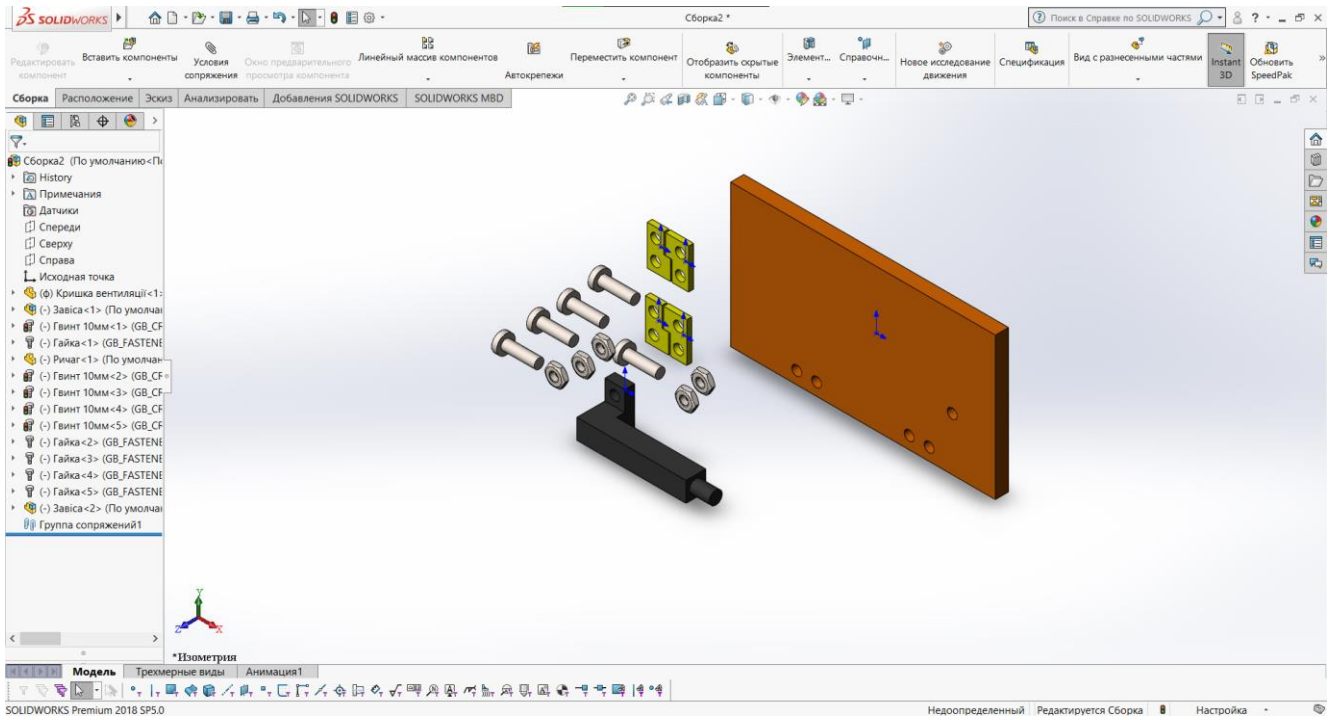


Рисунок 3.30 – Збірка кришки вентиляції

до отворів кришки та рычага буде прив'язуватися по умові сполучення «Концентричність», а для фіксації нам необхідно використати умову сполучення «Співпадіння», де ми обираємо нижню поверхню головки гвинта, поверхню гайки та прикріплюємо відповідно до поверхні рычага та зворотньої поверхні кришки.

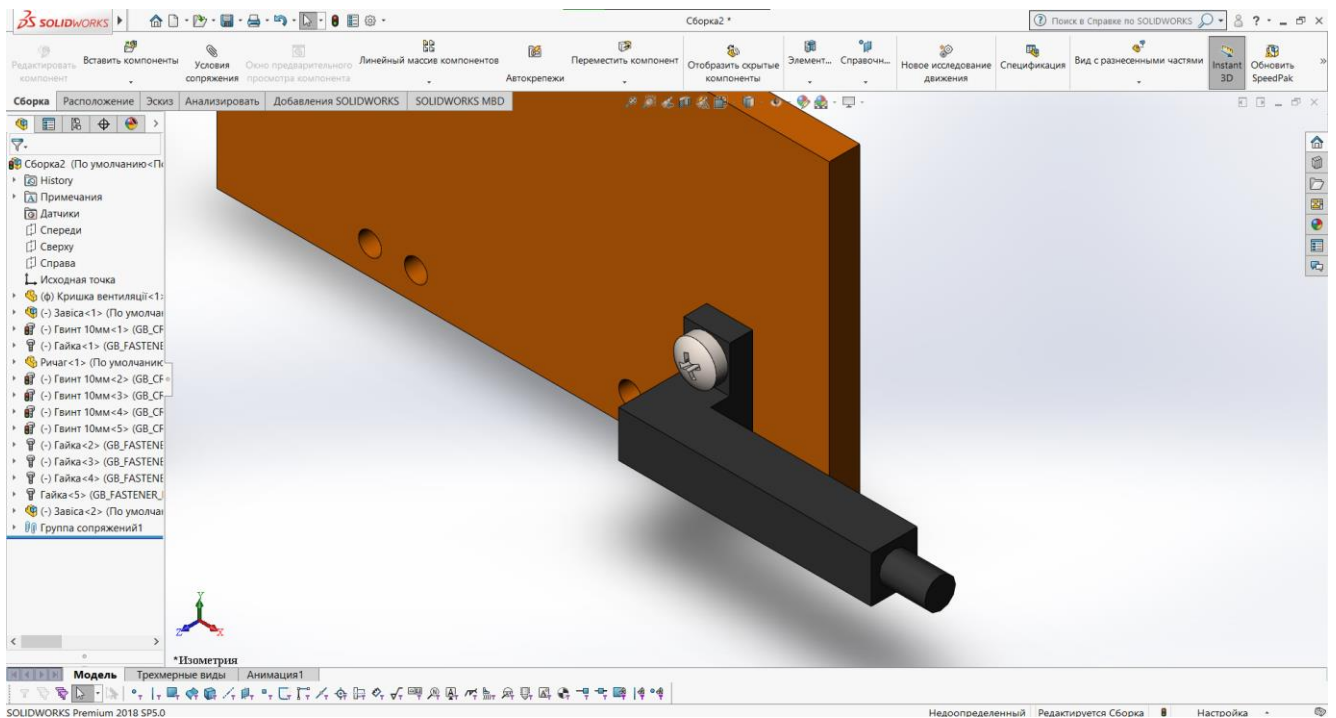


Рисунок 3.31 – Кріплення рычага на кришку

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Завіси ми прикріплюємо аналогічно, концентруємо отвори та додаємо зв'язки співпадіння поверхонь. Готова суб-збірка кришки показана на рисунку 3.32.

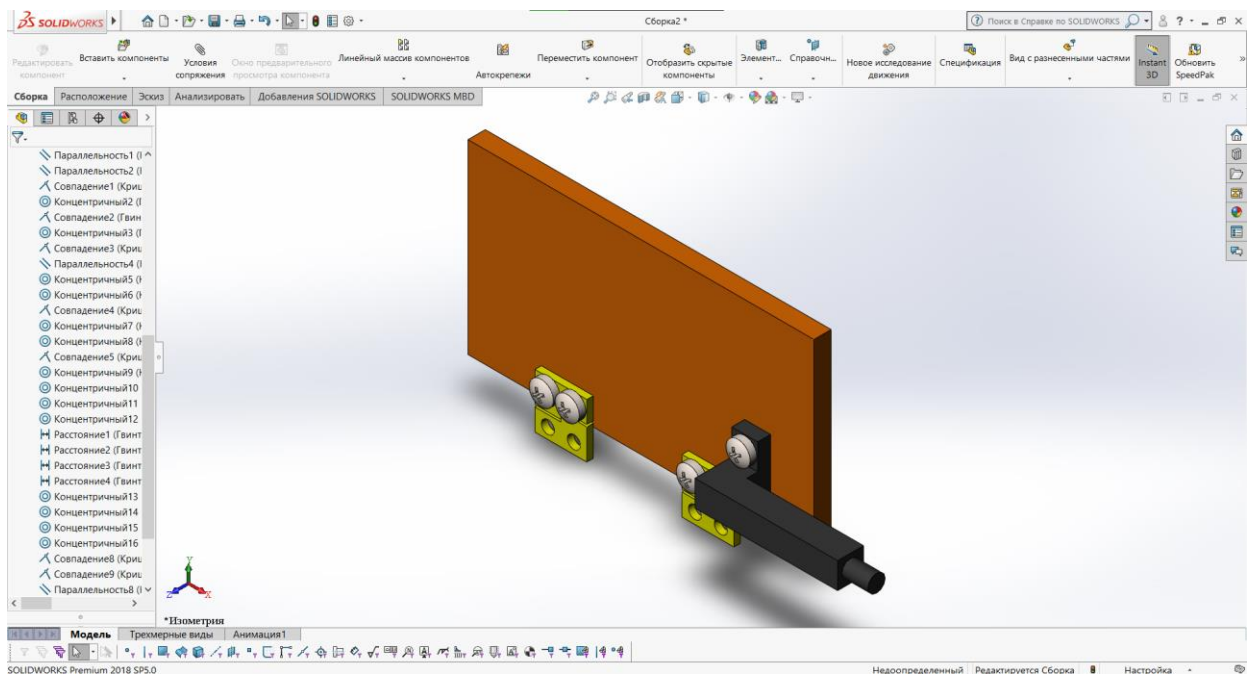
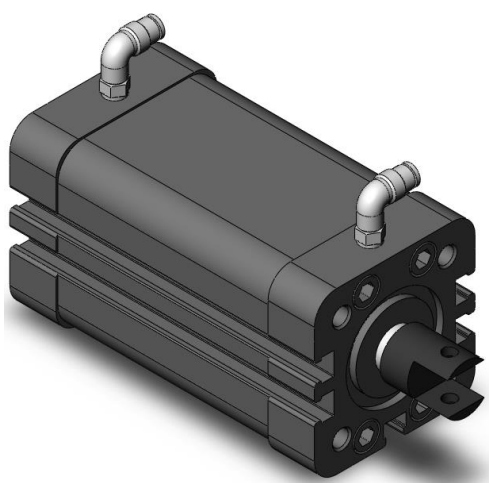
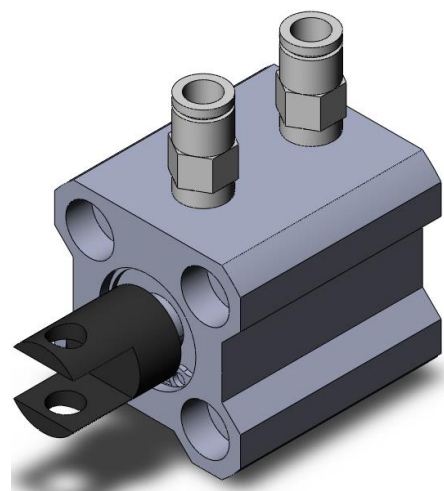


Рисунок 3.32 – Суб-збірка кришки вентиляції

Аналогічно виконуємо суб-збірки і інших модулів елементів збірки. Прикріплюємо на ворота завіси та кронштейн механізму відкриття воріт пневмоциліндром, на пневмоциліндри кріпимо втулку та штуцери (рисунок 3.33, а, б), робимо дві суб-збірки пневморозподільника з різними конфігураціями штуцерів (рисунок 3.34).



а – Суб-збірка пневмоциліндр воріт



б – Суб-збірка пневмоциліндр вентиляції

Рисунок 3.33 – Суб-збірки пневмоциліндрів

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

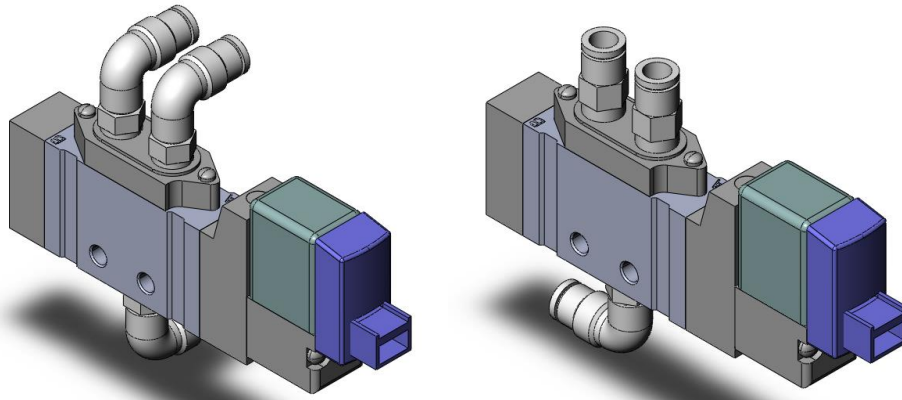


Рисунок 3.34 - Суб-збірки пневморозподільників

Виконавши ці всі попередні суб-збірки, тепер ми можемо спокійно приступати до створення збірки повноцінної моделі шлюзової камери. Як ми уже знаємо починаємо з вибору основно деталі – фіксуємо корпус з центральною точкою (рисунок 3.35). Після чого починаємо у відповідній послідовності добавляти деталі та суб-збірки і кріпити їх на корпус.

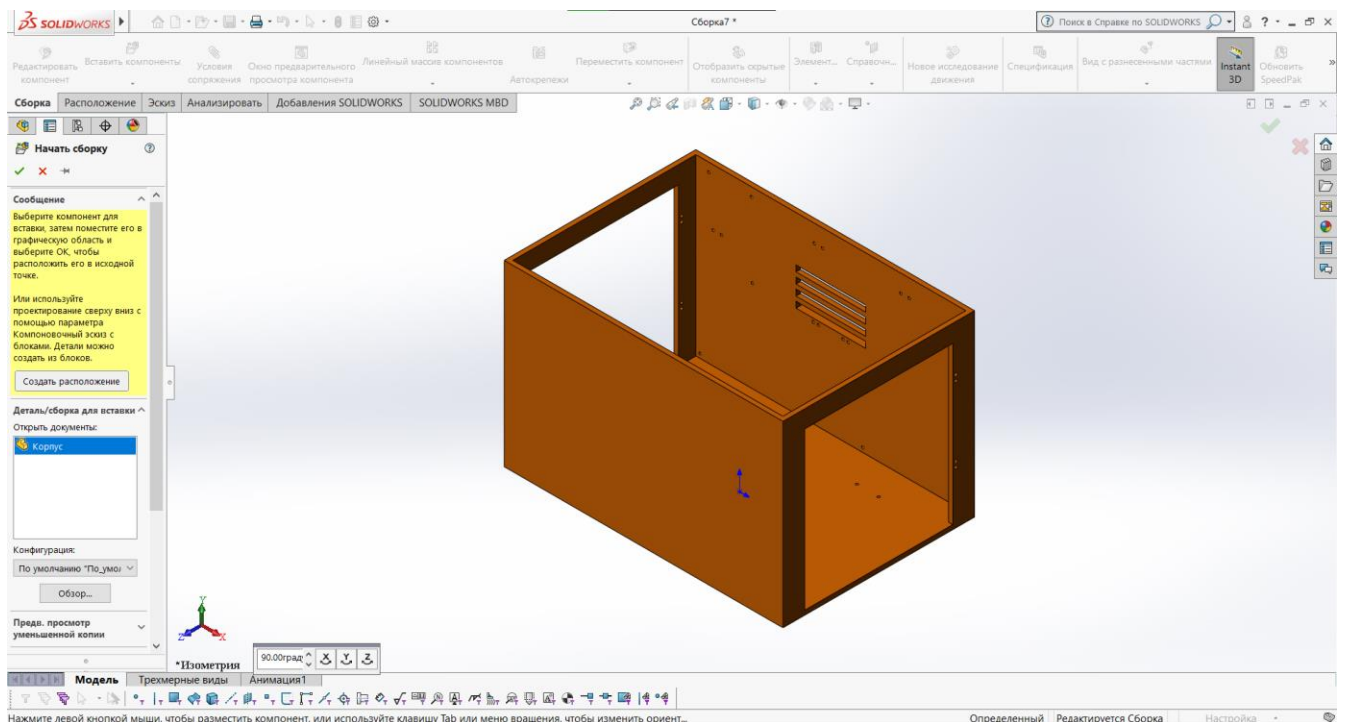


Рисунок 3.35 – Початок створення збірки

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Добавляємо дві пари дверей, які ми будемо кріпити на завіси уже відомими нам прив'язками «Концентричності» та «Співпадіння». Використовуємо гвинти М3 x 10 та відповідні гайки М3. Для запобігання зіткнень створюємо обмеження на кут відкривання дверей в межах від 0 до 90 градусів (рисунок 3.36).

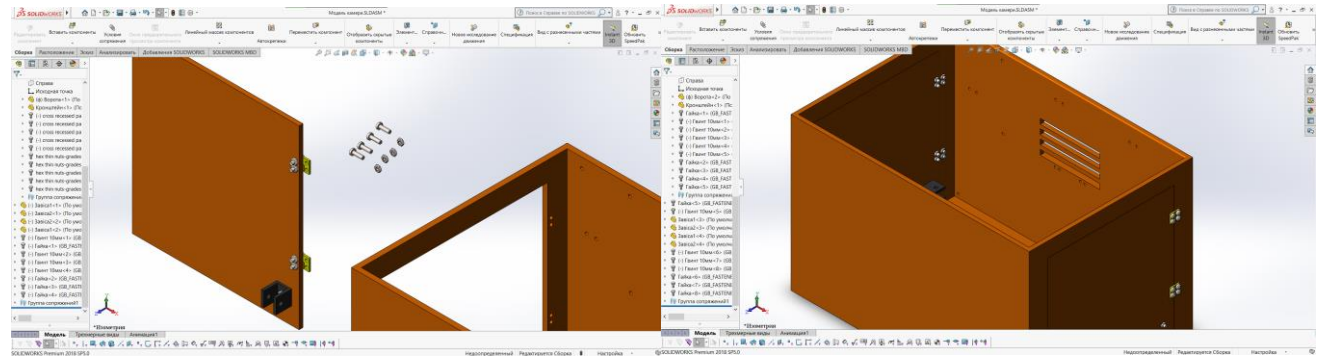


Рисунок 3.36 – Прикріплення дверей до корпусу

Аналогічно зі зворотньої сторони корпусу прикріплюємо суб-збірку кришки вентиляції, тільки тепер використовуємо декілька гвинтів більшої довжини (рисунок 3.37).

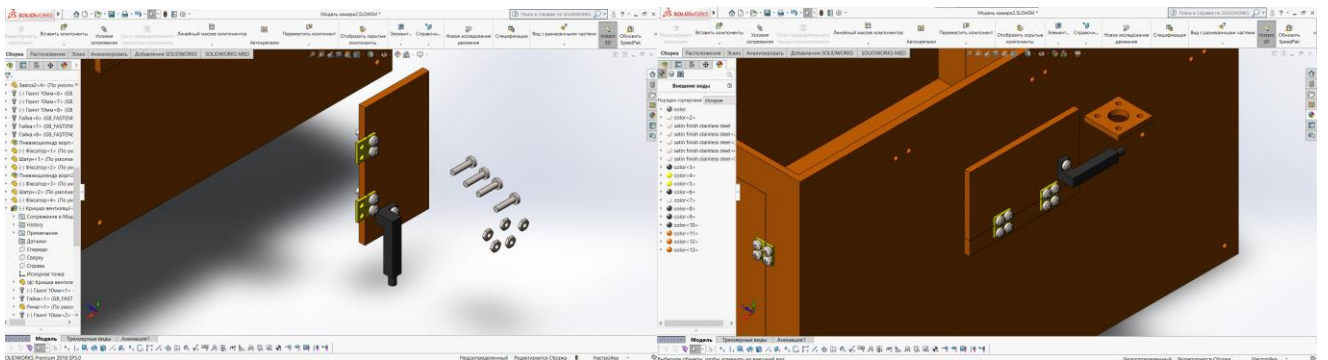


Рисунок 3.37 – Прикріплення кришки вентиляції до корпусу

Переходимо до прикріплення пневмоциліндрів відкриття воріт. Їх кріплення буде відбуватися за допомогою гвинтів і гайки т-форми, яка буде вставлятися в кріпильні пази на корпусі пневмоциліндра, і буде фіксуватися в кріпильних отворах нижньої поверхні корпусу. Попередньо на двері встановлюємо шарнірний механізм, який буде з'єднаний з попередньо встановленою втулкою на шток пневмоциліндра. Висування штоку в збірці ми забезпечуємо за допомогою умов сполучень та прив'язок «Ширина» і «Відстань» (рисунок 3.38).

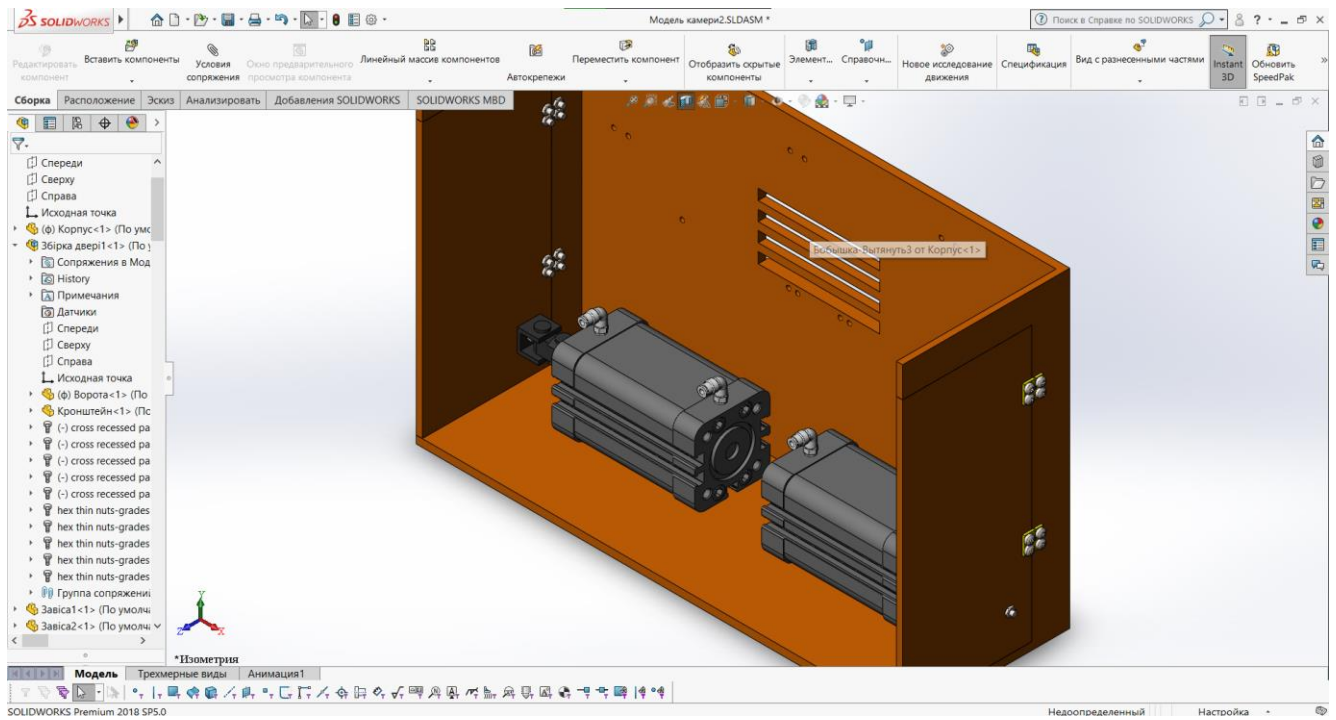


Рисунок 3.38 – Встановлення пневмоциліндрів відкривання воріт

Пневмоциліндр воріт кріпимо на відведено для нього місце за допомогою 4 гвинтів, попередньо з'єднуючи механізм відкривання кришки шлюзу (рисунок 3.39).



Рисунок 3.39 – Кріплення пневмоциліндру кришки вентиляції

Наступні елементи ми без проблем фіксуємо за допомогою гвинтів різної довжини та гайок на уже відведені для них кріпильні отвори. Вигляд моделі з

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

прикріпленими пневморозподільниками, трійником, модульним блоком живлення та інтелектуальним реле показуємо на рисунку 3.40 та рисунку 3.41.

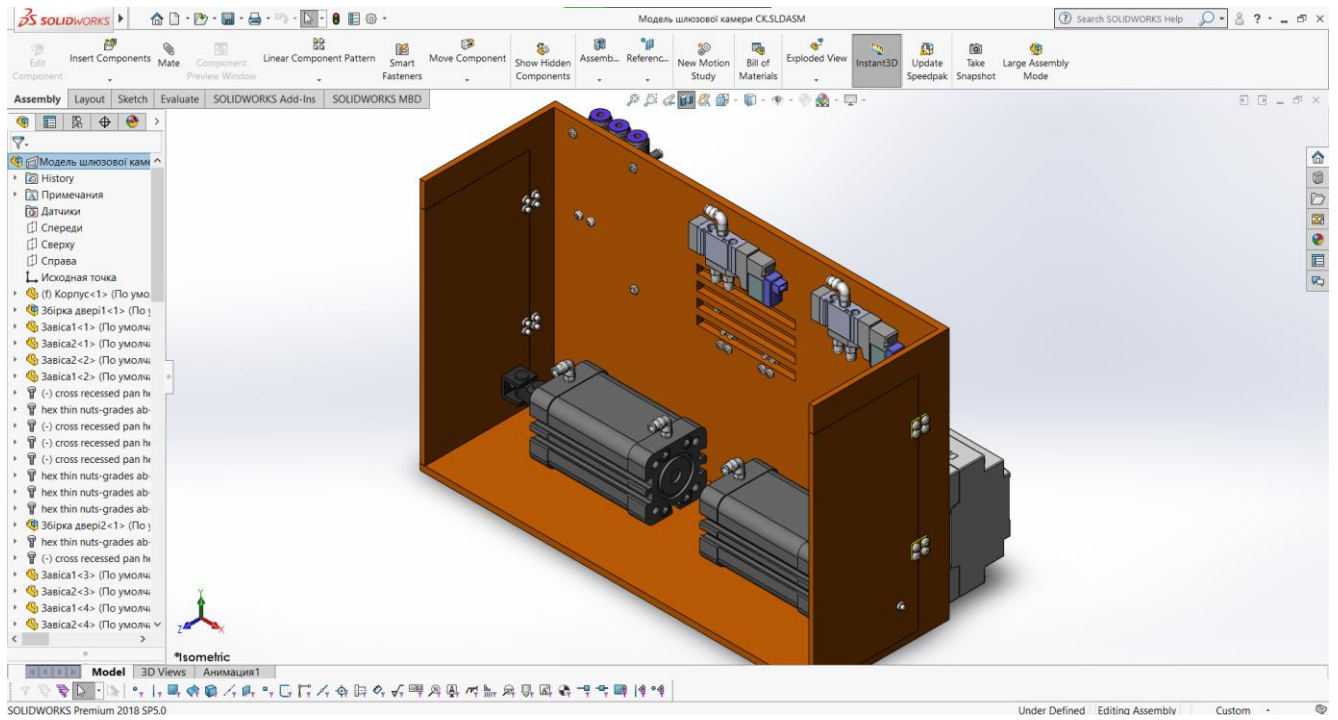


Рисунок 3.40 – Модель шлюзової камери холодильника

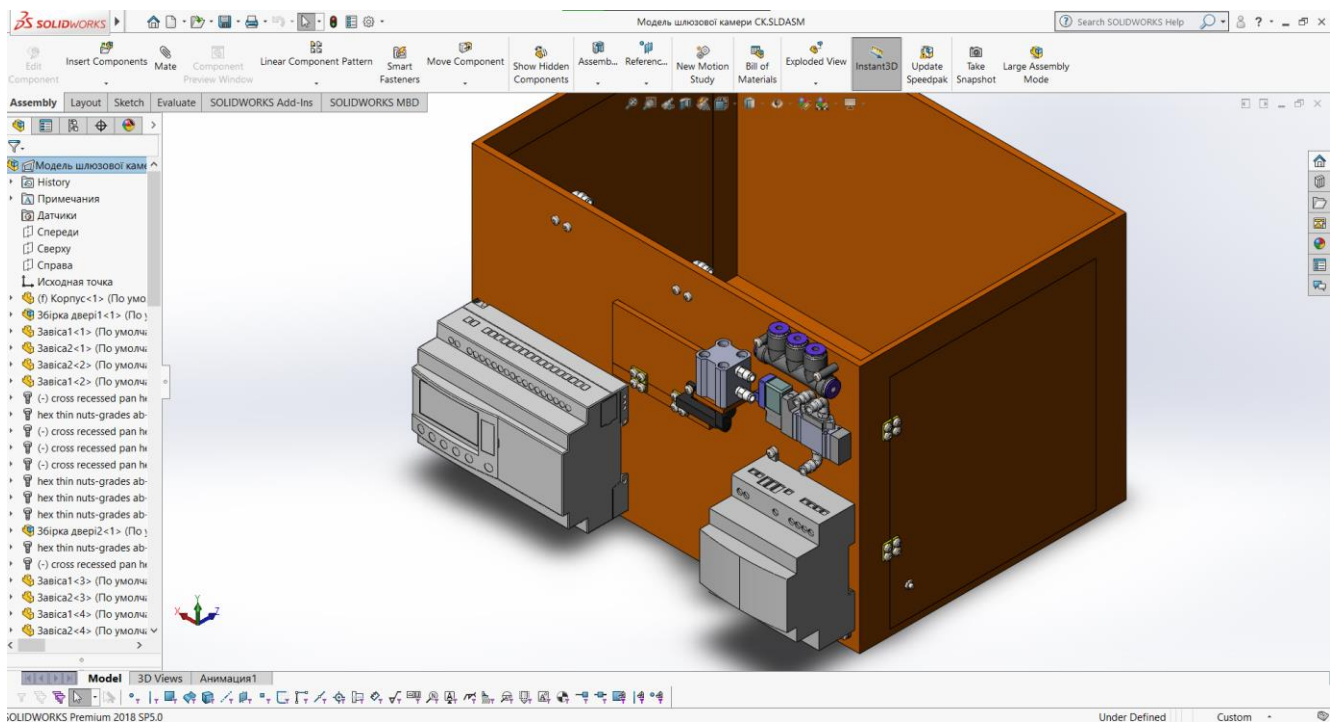


Рисунок 3.41 – Зворотня сторона моделі шлюзової камери холодильника

3.2.3 Створення креслень елементів шлюзової камери

SolidWorks також володіє зручним модулем створення креслень. Це спеціалізоване робоче середовище, призначене для побудови з нуля 2D-креслень або виведення їх з 3D-моделей. Розглянемо процес створення креслення способом виведення видів деталі з уже готової 3D-моделі деталі .

Створюємо новий документ креслення. Відкриваємо меню File > New > Drawing, тут обираємо потрібний формат листа та оформлення основного напису відповідно стандартів ДСТУ.

Вибір моделі та її видів. Вибираємо View Layout > Model View і обираємо готову модель, яку хочемо вставити на лист. Обираємо необхідні проекції моделі (наприклад, вид зверху, знизу, збоку та ін.) (рисунок 3.42). Solidworks володіє чудовою можливістю налаштування видів, від задання масштабу до імпорту всіх приміток, розмірів та анотацій.

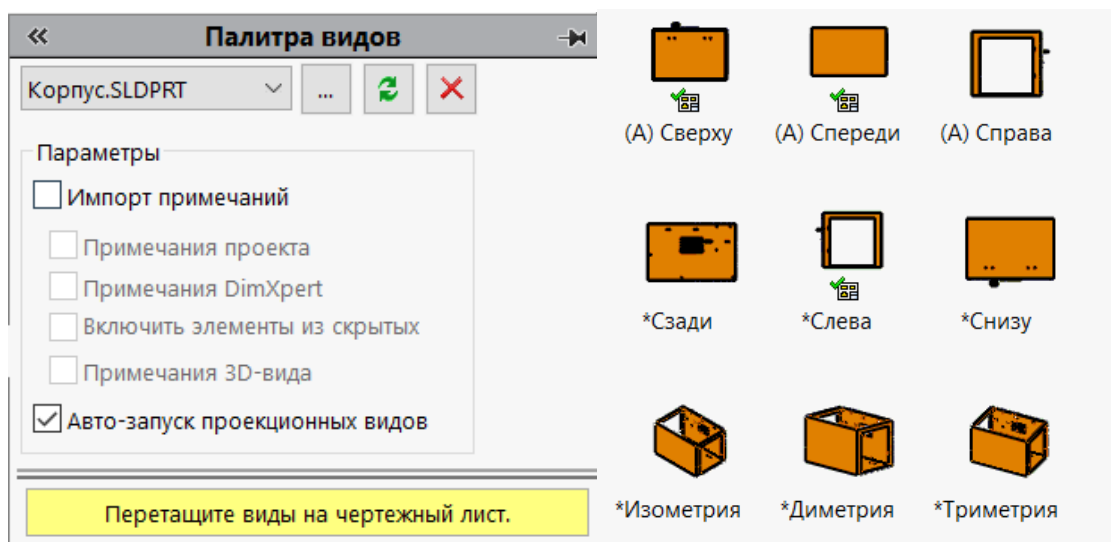


Рисунок 3.42 – Палітра видів обраної деталі

Вивівши всі необхідні нам вигляди, ми можемо імпортувати разом з ними розміри та анотації, або за допомогою інструментів додати на креслення всі необхідні розміри, маркування та примітки. Виконавши це, ми можемо заповнити основний напис таблички та зберегти готовий кресленник для друку (рисунок 3.43) [14].

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

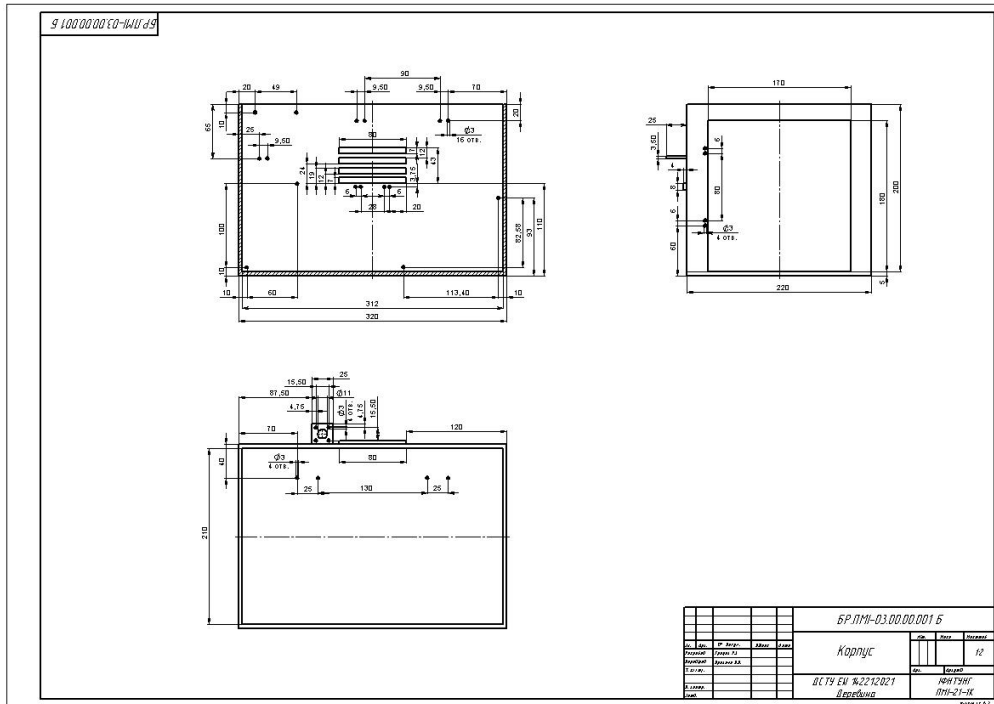


Рисунок 3.43 – Готовий кресленик корпусу

Аналогічно виконуємо кресленики усіх інших деталей та елементів та вносимо у додатки Б, створюємо складальне креслення моделі моделі шлюзової камери холодильника (рисунок 3.44), а перелік всієї документації і деталей оформлюємо в специфікації і вносимо у додаток В.

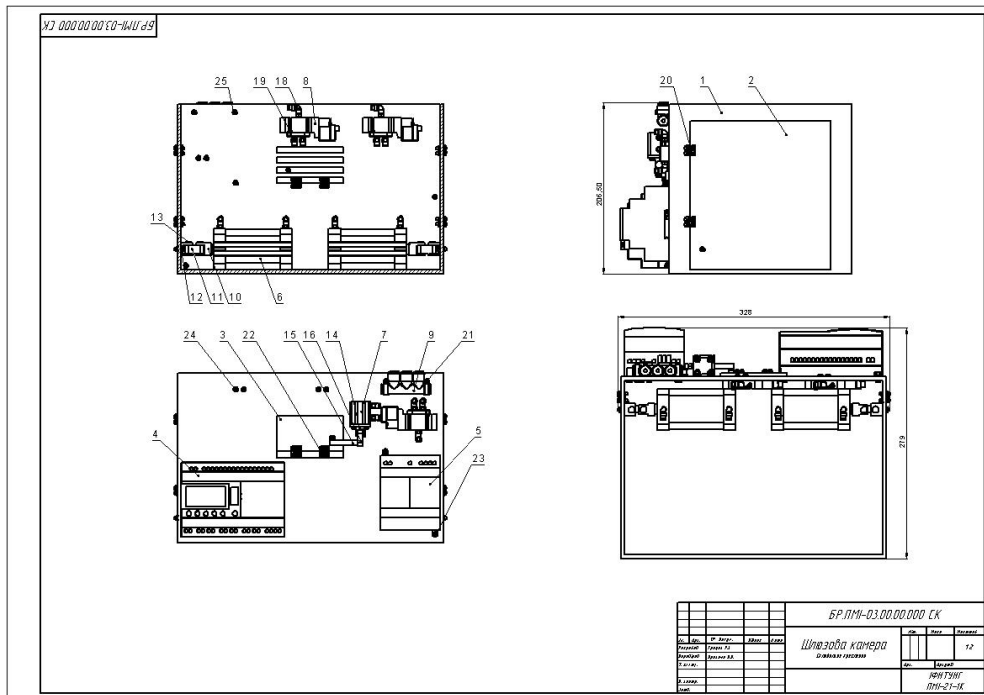


Рисунок 3.44 – Складальне креслення моделі шлюзової камери

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ

Арк.

54

3.3 Створення проєкту нагляду за системою у візуальному редакторі проєктів EasyBuilder Pro для сенсорної панелі Weintek

Створення будь-якого проєкту для сенсорної панелі оператора Weintek відбувається у візуальному редакторі EasyBuilder Pro.

EasyBuilder Pro є високоефективним інструментом для створення проєктів для НМІ (Human Machine Interface) сенсорних панелей від компанії Weintek. Ця програма надає величезний обсяг можливостей, що спрощують роботу з інтерфейсами, починаючи від проєктування та закінчуючи реалізацією.

EasyBuilder Pro включає в себе багатий набір вбудованих інструментів, які допомагають інтегрувати різноманітні протоколи комунікації в мехатронні системи та забезпечує процеси діагностики та налагодження, які допомагають виявляти та усувати проблеми в проєктах.

У програмі також вбудований редактор макросів, що дозволяє створювати складні програми для керування логікою НМІ. Окрім того, EasyBuilder Pro надає можливість розширення функціональності за допомогою використання сценаріїв на мові програмування VBScript.

EasyBuilder Pro має інтуїтивний і зручний інтерфейс, що полегшує роботу та ознайомлення з програмою. Він допомагає інженерам розробляти, тестувати та впроваджувати проєкти НМІ швидко та ефективно.

Першим кроком створення нового проєкту є вибір моделі сенсорної панелі Weintek MT610XH для якої він буде створюватися (рисунок 3.45). Після чого нам пропонують налаштувати при необхідності системні параметри, такі як налаштування з'єднання, конфігурація дати та часу, вибір мови інтерфейсу та інші параметри. В цих параметрах ми додаємо пристрій, а саме наше інтелектуальне реле Schneide Zelio.

Тепер нам відкривається вікно з робочим полем, на якому ми створюємо інтерфейс користувача. Цей етап включає створення екранів, вставку та налаштування об'єктів на екранах, таких як кнопки, текстові поля, графіки,

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

Після того, як ви завершили налаштування інтерфейсу користувача та написання макросів, ви можете використовувати вбудований симулятор для перевірки роботи вашого проєкту (рисунок 3.47). Симулятор дозволить вам перевірити всі функції вашого НМІ перед тим, як завантажувати проєкт на реальний пристрій.

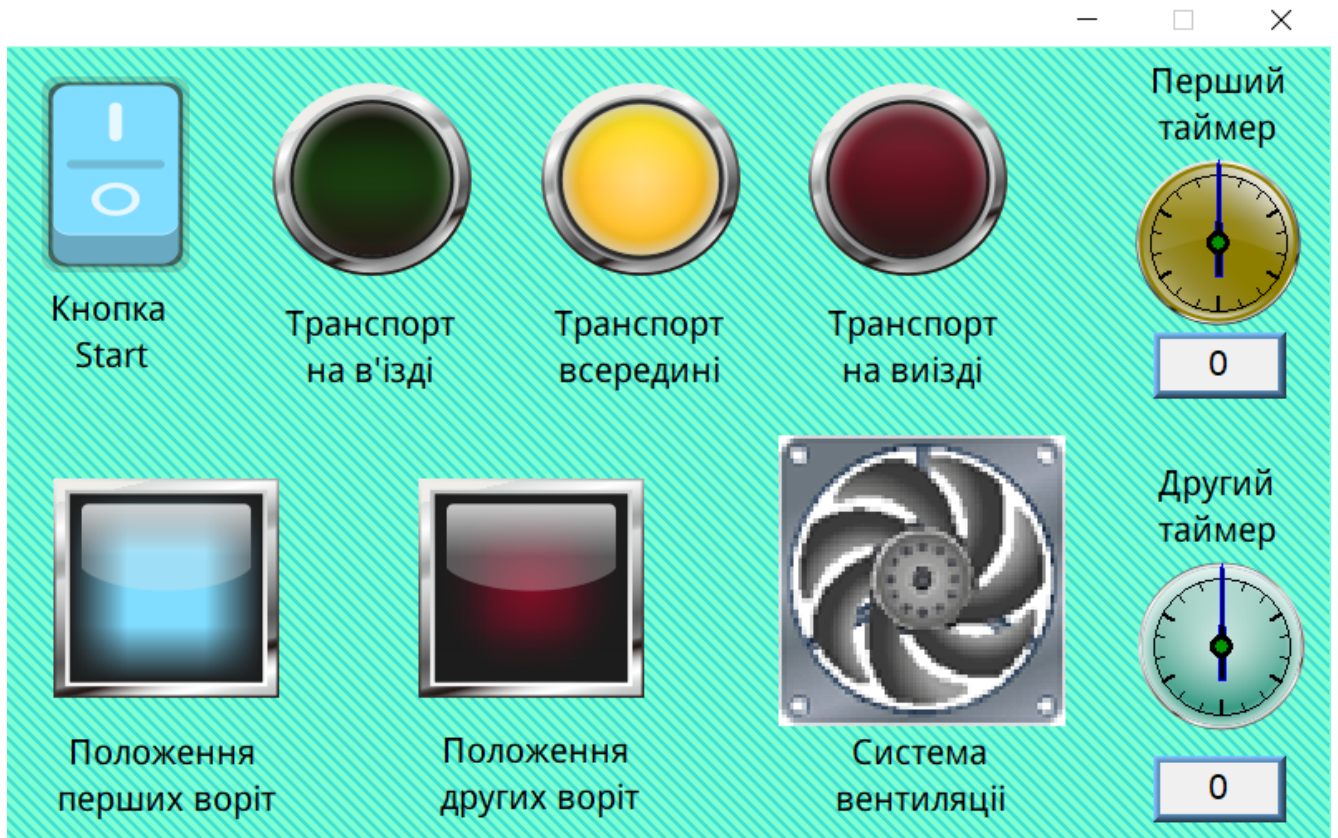


Рисунок 3.47 – Симуляція роботи проєкту

Коли ми переконались, що все працює правильно, ми можемо завантажити проєкт на реальний пристрій НМІ. Це й процес буде описаний в наступному підпункті [15].

3.4 Принципи інтеграції і взаємодії сенсорної панелі та контроллера мехатронної системи шлюзової камери

Підключення сенсорної панелі оператора Weintek з інтелектуальним реле Schneider zelio відбувається за допомогою додаткового комунікаційного модулю ModBus або Ethernet (рисунок 3.48)



Рисунок 3.48 – Комунікаційний модуль

Після чого, підключення відбувається за такою послідовністю:

1. Переконаємося, що наша панель Weintek і інтелектуальне реле Schneider мають підтримку однієї зі спільних комунікаційних протоколів, таких як Modbus TCP/IP, Modbus RTU або Ethernet/IP. Попередньо, перевіряємо документацію обох пристроїв для підтвердження підтримки протоколів зв'язку.

2. Переконаємося, що панель Weintek та інтелектуальне реле Schneider підключені до однієї локальної мережі. Це може бути Ethernet мережа або RS485 мережа, залежно від типу підключення.

3. На панелі Weintek відкриваємо програмне забезпечення EasyBuilder Pro і відкриваємо існуючий проект.

4. Додаємо до проекту комунікаційний об'єкт для встановлення зв'язку з інтелектуальним реле Schneider. У програмному забезпеченні Weintek це може бути об'єкт "Modbus TCP/IP", "Modbus RTU" або "Ethernet/IP", в залежності від використовуваного протоколу зв'язку.

5. Налаштовуємо параметри комунікації, такі як IP-адреса (для Modbus TCP/IP або Ethernet/IP) або швидкість передачі даних та адреса (для Modbus RTU). Ці параметри повинні відповідати налаштуванням нашого інтелектуального реле Schneider.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

6. Після налаштування комунікаційних параметрів ми можемо звернутися до вузлів інтелектуального реле Schneider і отримувати або встановлювати значення регістрів, використовуючи елементи інтерфейсу на панелі Weintek.

7. Зберігаємо і завантажуюмо проєкт на панель Weintek. Після завантаження ми можемо взаємодіяти з інтелектуальним реле Schneider за допомогою панелі Weintek[16].

Отже, результатом виконання конструкторської частини бакалаврської роботи стало опанування сучасними технологіями для проєктування та моделювання моделей різної складності. Було створено комплект тривимірних 3D-моделей елементів шлюзової камери та оформлення їх креслеників. Розроблено модель шлюзової камери холодильника в САПР SolidWorks. Створено проєкт нагляду за системою у візуальному редакторі проєктів EasyBuilder Pro для сенсорної панелі оператора Weintek та розглянуто принцип інтеграції і взаємодії сенсорної панелі з інтелектуальним реле мехатронної системи шлюзової камери

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської роботи здійснено розробку моделі повітряного шлюзу для виїзду та в'їзду транспорту з приміщення холодильного цеху.

Першим етапом розробки стало загальне ознайомлення та вивчення структури шлюзової камери холодильника. На основі чого ми здійснили аналіз її функціональних та конструктивних особливостей, підібрали основні елементи конструкції моделі на основі відповідних умов доступності, легкості монтажу і налаштування, ефективності, надійності та довговічності.

Наступним кроком обрали інтерактивний засіб нагляду та керування мехатронною системою моделі шлюзової камери – сенсорну панель оператора Weintek MT610XH.

Етап розробки твердотільної моделі шлюзової камери почався з вибору середовища для побудови тривимірних деталей SolidWorks. В даному середовищі було виконано параметричну побудову 3D-моделей, створення збірки моделі та оформлення креслень елементів шлюзової камери холодильника.

На завершальному етапі було створено проєкт нагляду за мехатронною системою моделі шлюзової камери у візуальному редакторі проєктів EasyBuilder Pro для сенсорної панелі Weintek. Вивчено принципи інтеграції і взаємодії сенсорної панелі та контроллера мехатронної системи шлюзової камери

Отже, виконання бакалаврської роботи дало змогу закріпити навички та фахові компетентності отримані в процесі навчання в університеті, які визначатимуть здатність успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

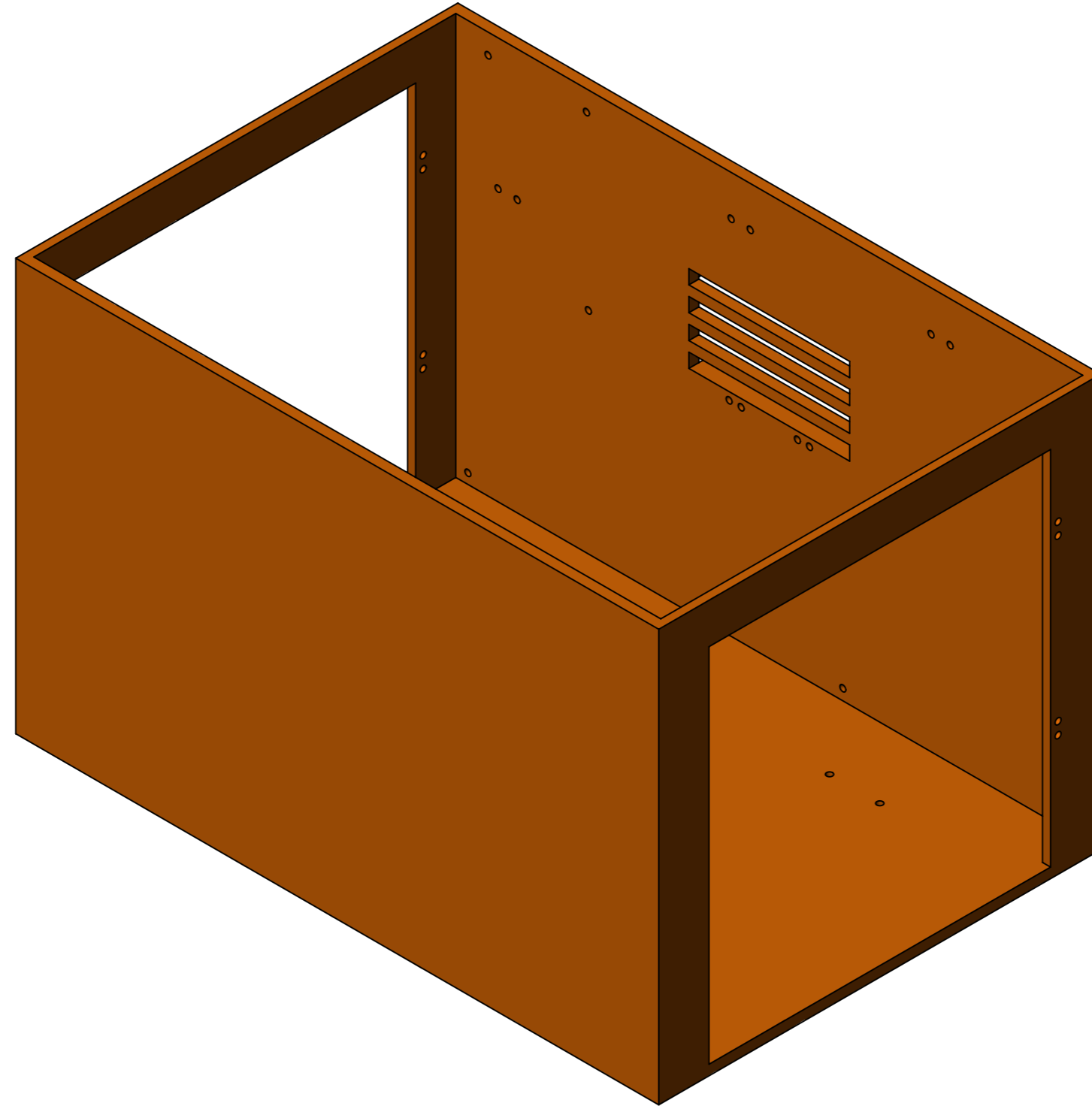
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панчук В.Г. Освітньо-професійна програма «Інженерія мехатронних систем» підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 131 / Панчук В.Г., Одосій З.М., Войтенко П.І. ; Вид-во Нац. ун-ту «ІФНТУНГ», 2018 -12 с.
2. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні: навч. посіб. / Б. В. Орловський. — Київ: КНУТД, 2018. — 416 с.
3. Зима Т. І. Гідротехнічні споруди: навч. посіб. : європ. кредит.-трансфер. система: для студ. напряму підготов. 6.060103 / Т. І. Зима, М. М. Хлапук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. — Рівне: НУВГП, 2010. — 211 с.
4. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
5. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с.
6. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. ОСНОВИ ТВОРЕННЯ МАШИН / [За редакцією О.В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с.
7. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова.- К.: НТУУ «КПІ», 2016.- 160с.
8. Технічне проектування: Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень. Інженерно-технічне спрямування. / За ред. Мадзігона В.М. - К.: Педагогічна думка, 2010. - 167 с

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

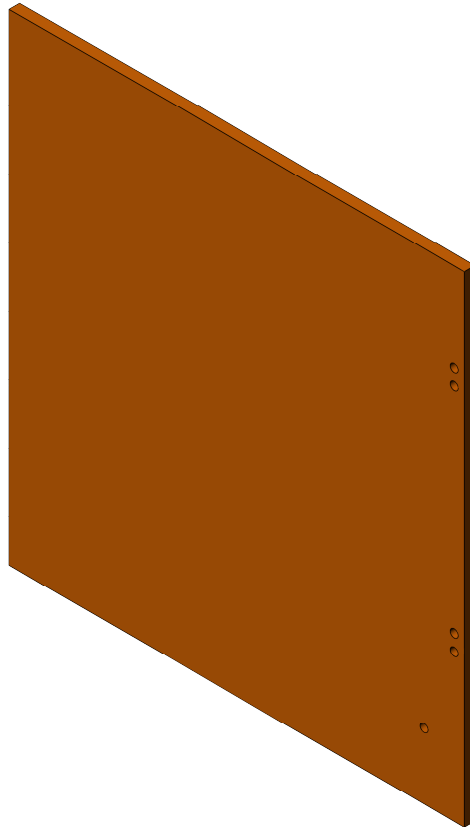
9. Weintek HMI MT-600/8000 series. Installation Instruction / Copyright © 2011 Weintek Labs., Inc. All rights reserved. – 9 с.
10. Система автоматизованого проектування SolidWorks [Електронний ресурс]. – 2020. – URL: <https://www.solidworks.com/>
11. Сучасне 3D моделювання / Д. О. Драченко, ст. гр. КМ17-3ск, О. Є. Тесленко, асистент. каф. ПКСМ - Центральноукраїнський національний технічний університет, 2017. – 2 с.
12. Твердотільне параметричне моделювання : курс лекцій / Ю. В. Булік, О. В. Замуруєва, А. М. Коровицький, Н. В. Ольхова. – Луцьк, 2017. – 58 с.
13. Базовий курс з SolidWorks [Електронний ресурс]. – 2020. – URL: <https://softico.ua/uk/bazovij-kurs-z-solidworks/>
14. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.
15. Weintek EasyBuilder Pro User Manual / Copyright © 2015 Weintek Labs., Inc. All rights reserved. – 717 с.
16. Weintek PLC Connection Guide / Copyright © 2013 Weintek Labs., Inc. All rights reserved. – 1470 с.
17. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка: методичні вказівки для виконання курсової роботи. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. 20 с.

					<i>БР.ПМІ-03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62



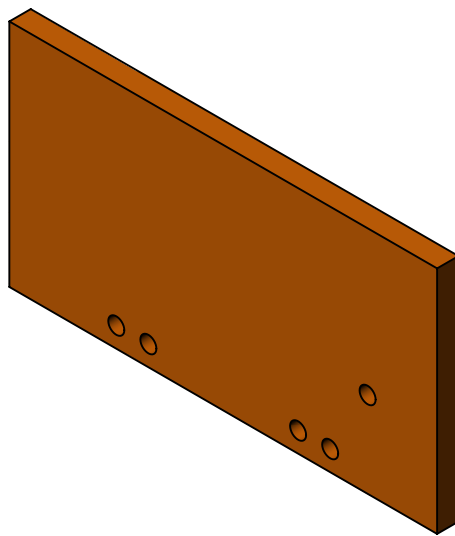
					БР.ПМІ-03.00.00.001 А			
					Корпус 3D – модель	<i>Літ.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				1:2
<i>Розробив</i>		Грицак Р.І.						
<i>Перев.</i>		Врюкало В.В.						
<i>Т. контр.</i>						<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Н. контр.</i>					ДСТУ EN 14221:2021			ІФНТУНГ ПМІ-21-1К
<i>Затв.</i>		Панчук В.Г.			Деревина			

БР.ПМІ-03.00.00.002 А



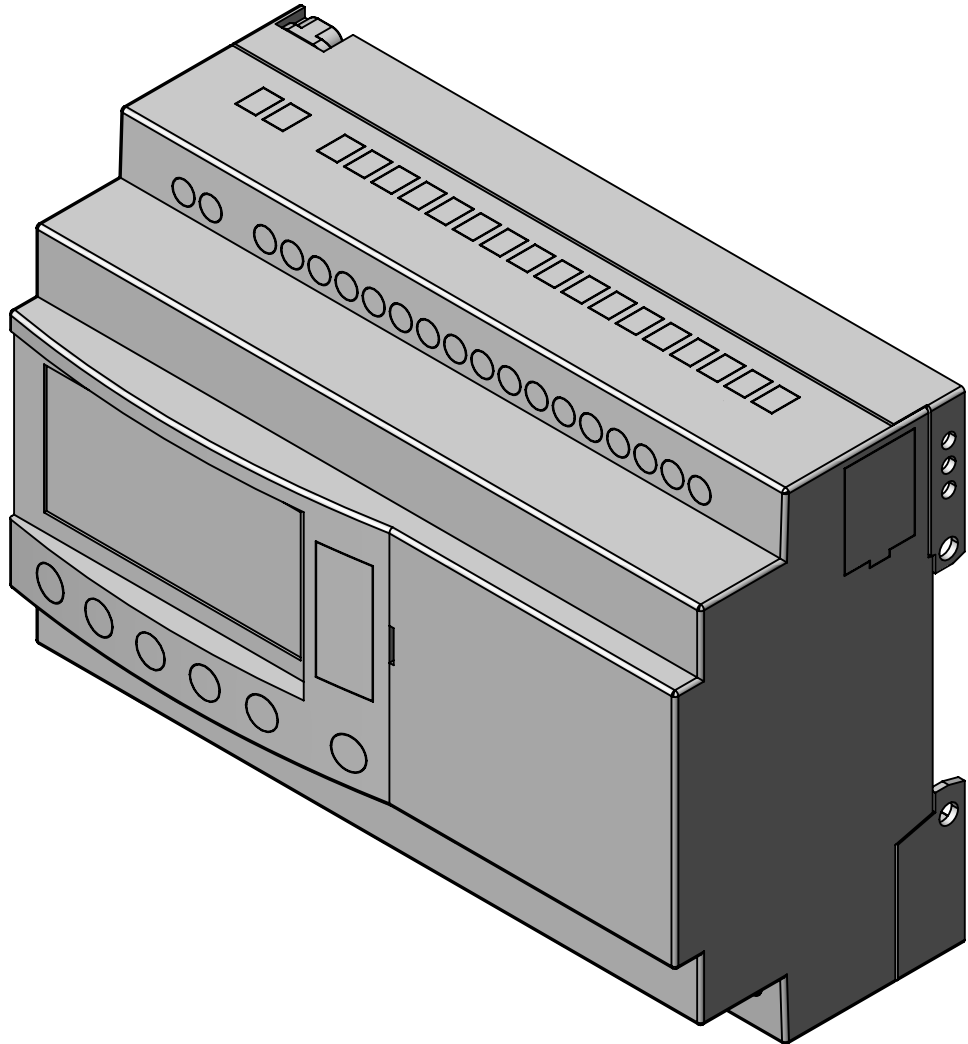
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.002 А</i>				
					<i>Ворота 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>		<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>					<i>1:2</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>							
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>							
<i>Т. контр.</i>						<i>Арк.</i>		<i>Аркушів</i>	
					<i>ДСТУ EN 14221:2021 Деревина</i>	<i>ІФНТУНГ ПМІ-21-1К</i>			
<i>Н. контр.</i>									
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>							

БР.ПМІ-03.00.00.003 А



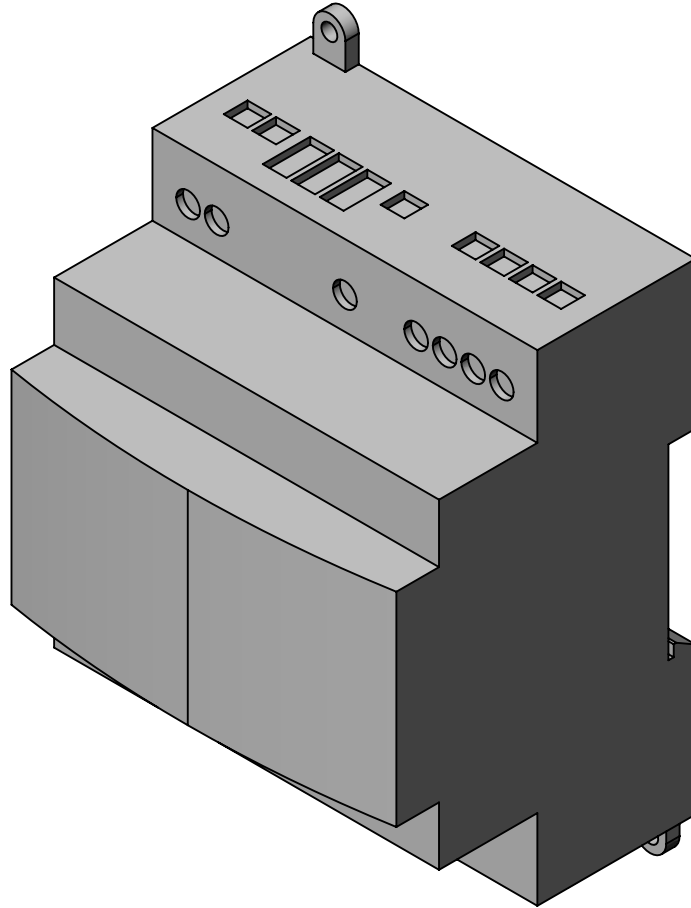
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.003 А</i>			
					<i>Кришка вентиляції 3D-модель</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>					<i>1:1</i>	
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>					<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Н. контр.</i>					<i>ДСТУ EN 14221:2021 Деревина</i>			
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						
					<i>ІФНТУНГ ПМІ-21-1К</i>			

БР.ПМІ-03.00.00.004 А



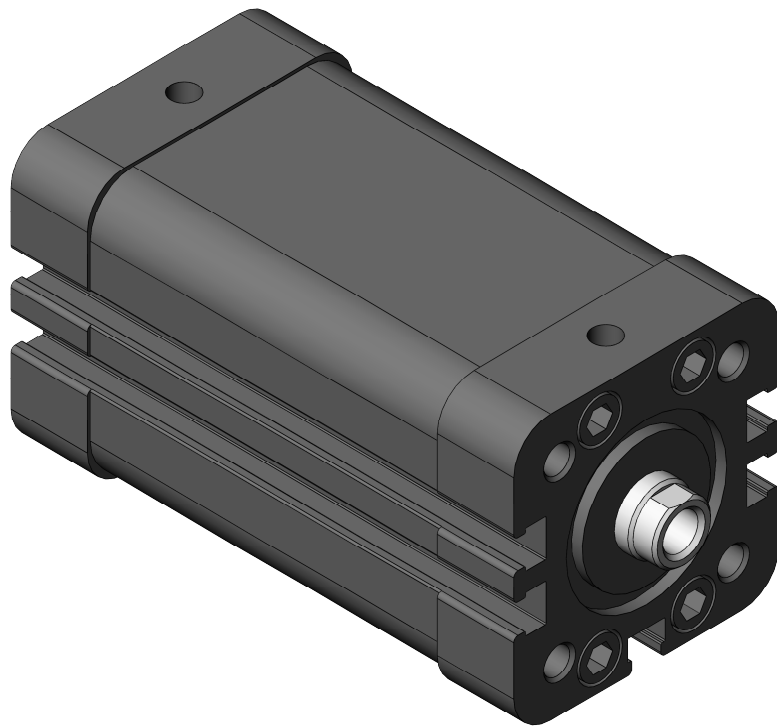
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.004 А</i>			
					<i>Інтелектуальне реле Schneider SR3 3D-модель</i>	<i>Літ.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>1:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>						<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ ПМІ-21-1К</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						

БР.ПМІ-03.00.00.005 А



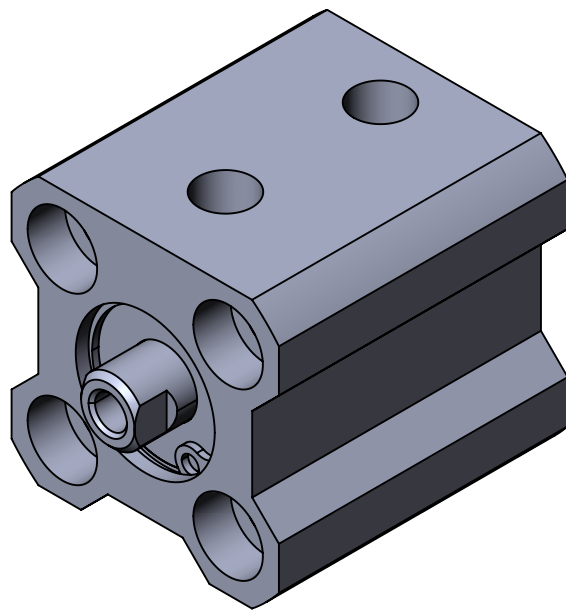
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.005 А</i>			
					<i>Модульний блок живлення Schneider ABL7 3D-модель</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>			<i>1:1</i>	
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>					<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Н. контр.</i>					<i>ІФНТУНГ ПМІ-21-1К</i>			
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						

БР.ПМІ-03.00.00.006 А



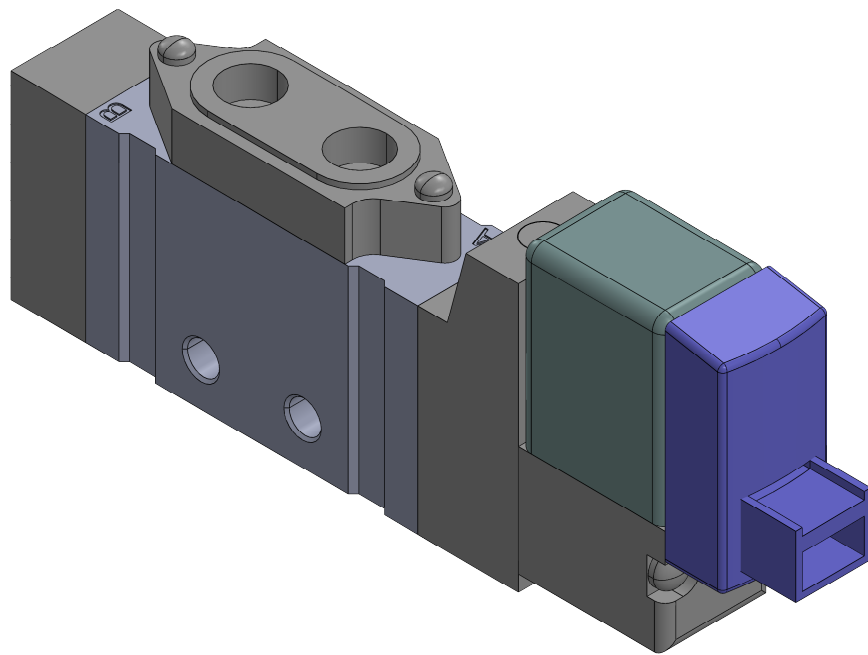
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.006 А</i>			
					<i>Пневмоциліндр Samozzi 32F2A025A050 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>1:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>				<i>ПМІ-21-1К</i>		

БР.ПМІ-03.00.00.007 А



					БР.ПМІ-03.00.00.007 А			
					Пневмоциліндр SMC CQ2B12-10D 3D-модель			
					Лит.	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			2:1	
Разробив		Грицак Р.І.						
Перев.		Врюкало В.В.						
Т. контр.					Арк.	Аркушів		
Н. контр.					ІФНТУНГ ПМІ-21-1К			
Затв.		Панчук В.Г.						

БР.ПМІ-03.00.00.008 А



БР.ПМІ-03.00.00.008 А

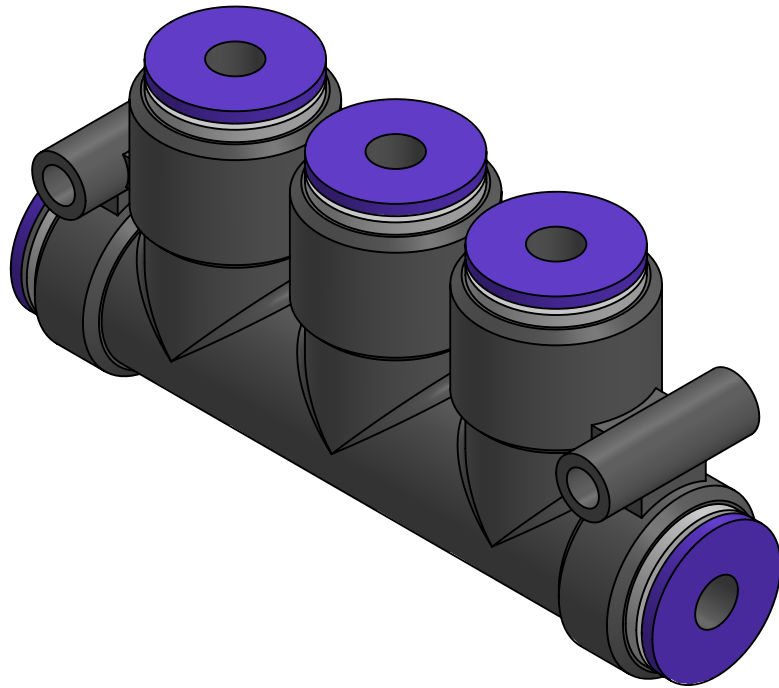
Пневморозподільник SMC
SY3120-5LOU-M5-Q
3D-модель

Лит.	Маса	Масштаб
		2:1
Арк.		Аркушів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Разробив		Грицак Р.І.		
Перев.		Врюкало В.В.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

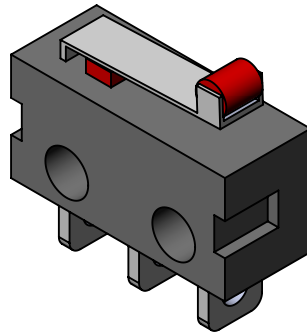
ІФНТУНГ
ПМІ-21-1К

БР.ПМІ-03.00.00.009 А



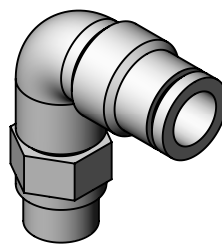
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.009 А</i>			
					<i>Ш-подібний трійник 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>2:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>				<i>ПМІ-21-1К</i>		

БР.ПМІ-03.00.00.017 А



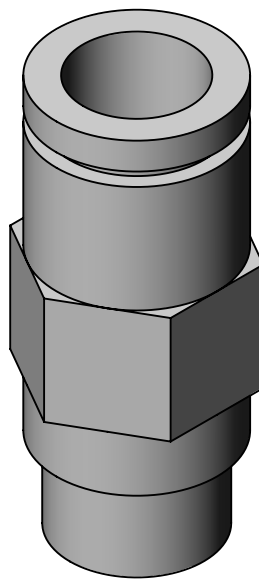
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.017 А</i>			
					<i>Кінцевик з ричагом 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>2:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>				<i>ПМІ-21-1К</i>		

БР.ПМІ-03.00.00.018 А



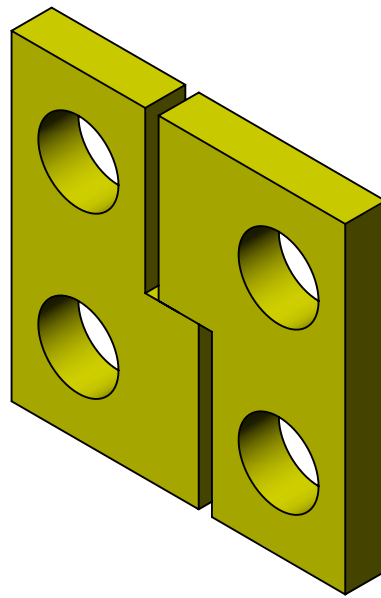
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.018 А</i>			
					<i>Г-подібний штуцер 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>2:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>				<i>ПМІ-21-1К</i>		

БР.ПМІ-03.00.00.019 А

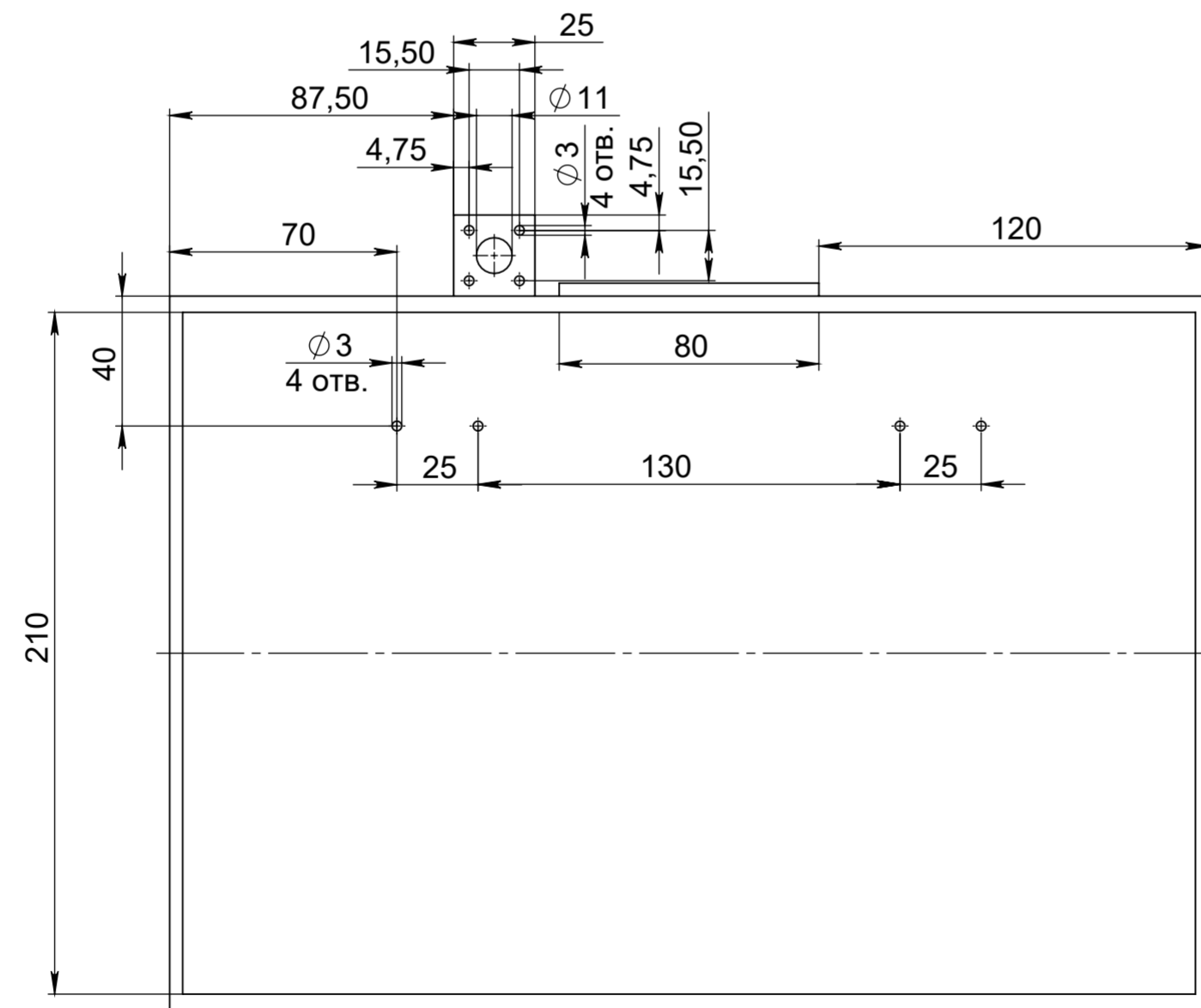
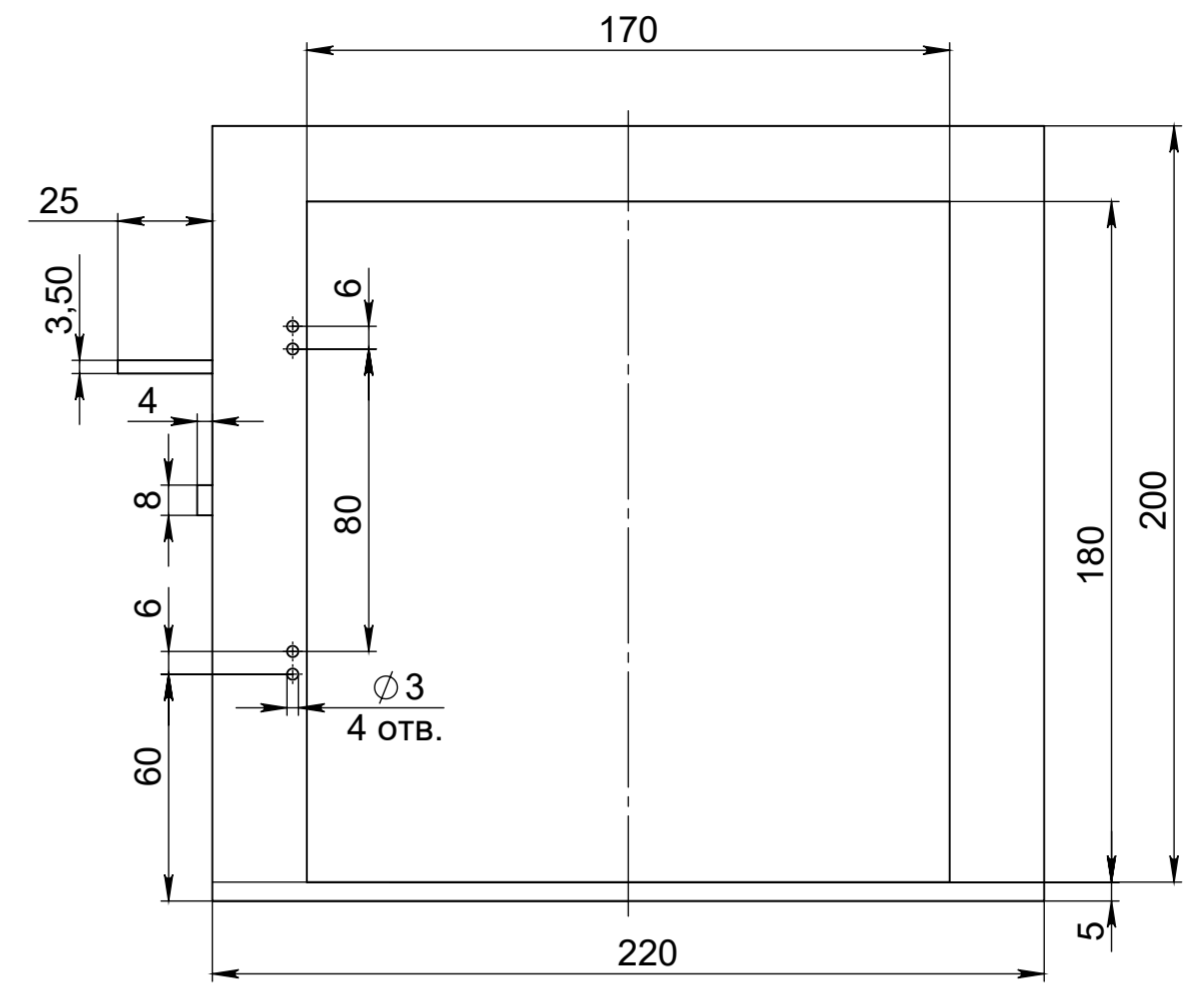
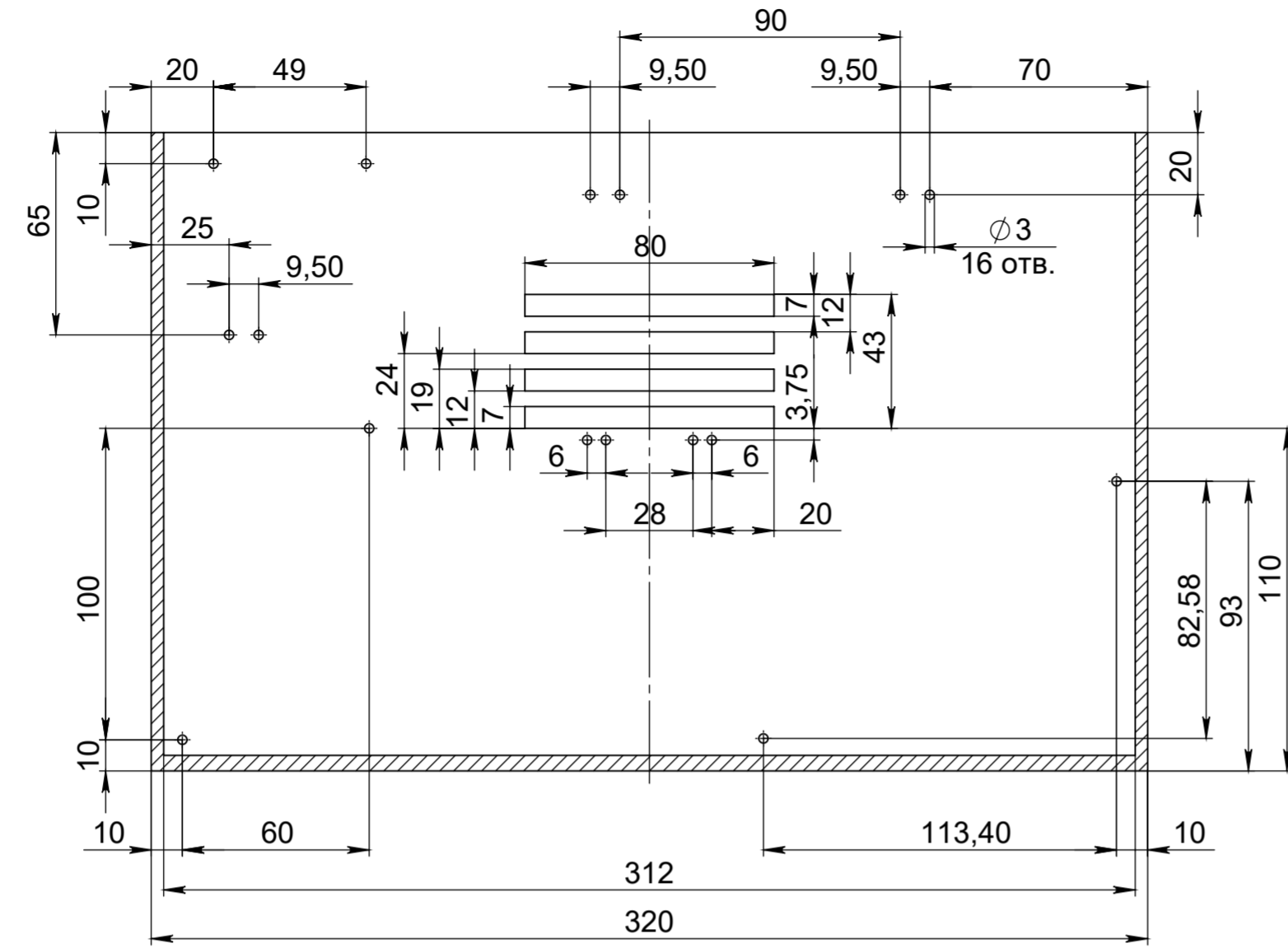


					<i>БР.ПМІ-03.00.00.019 А</i>			
					<i>Штуцер 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>5:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>						<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ ПМІ-21-1К</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						

БР.ПМІ-03.00.00.020 А

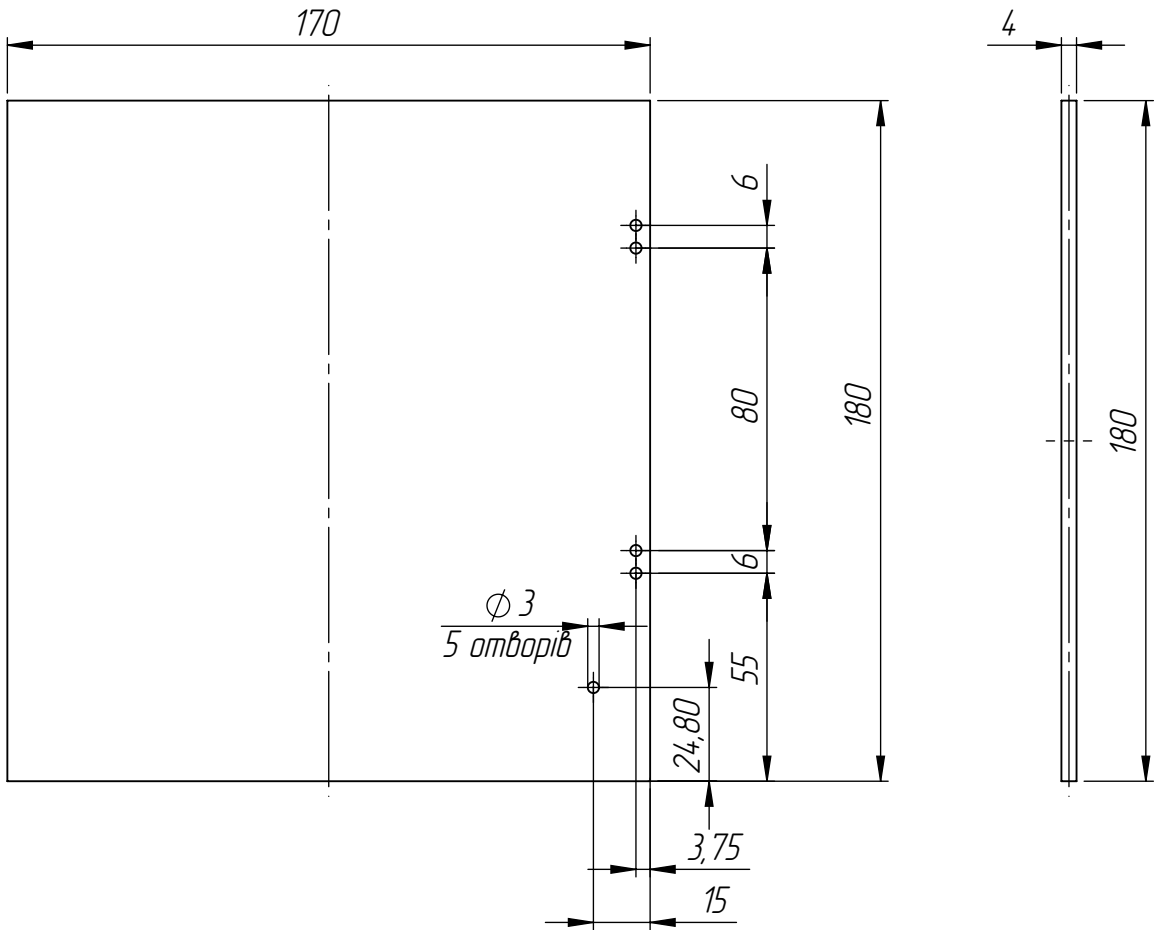


					<i>БР.ПМІ-03.00.00.020 А</i>			
					<i>Завіса 3D-модель</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>5:1</i>
<i>Розробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>						<i>ІФНТУНГ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>				<i>ПМІ-21-1К</i>		



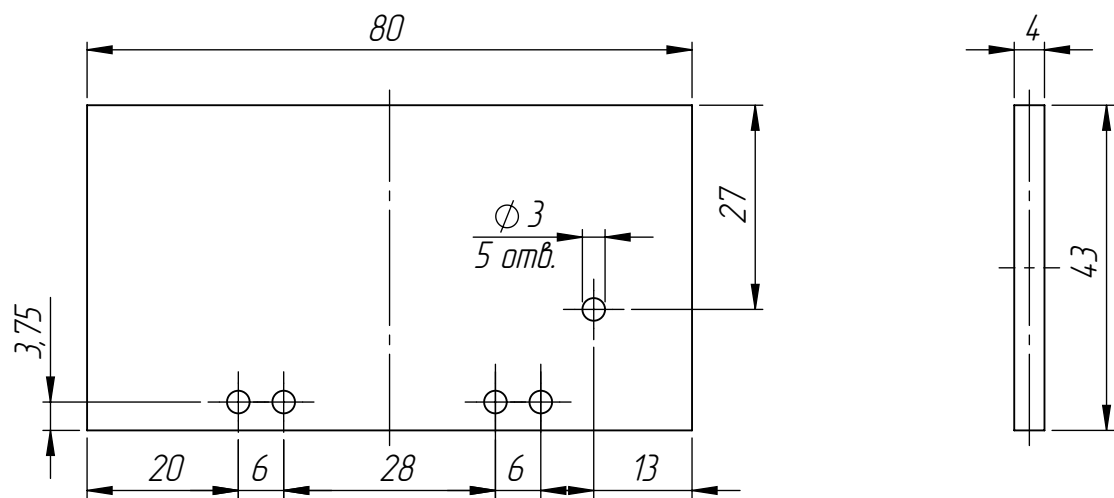
					БР.ПМ-03.00.00.001 Б			
Эм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Корпус	Лит.	Маса	Масштаб
Разробив		Грицак Р.І.						1:2
Перевірич		Врюжало В.В.				Арк.	Аркуші	
Н. контр.					ДСТУ EN 14221:2021		ІФНТУНГ	
Затв.		Панчук В.Г.			Дерешина		ПМ-21-1К	

БР.ПМІ-03.00.00.002 Б



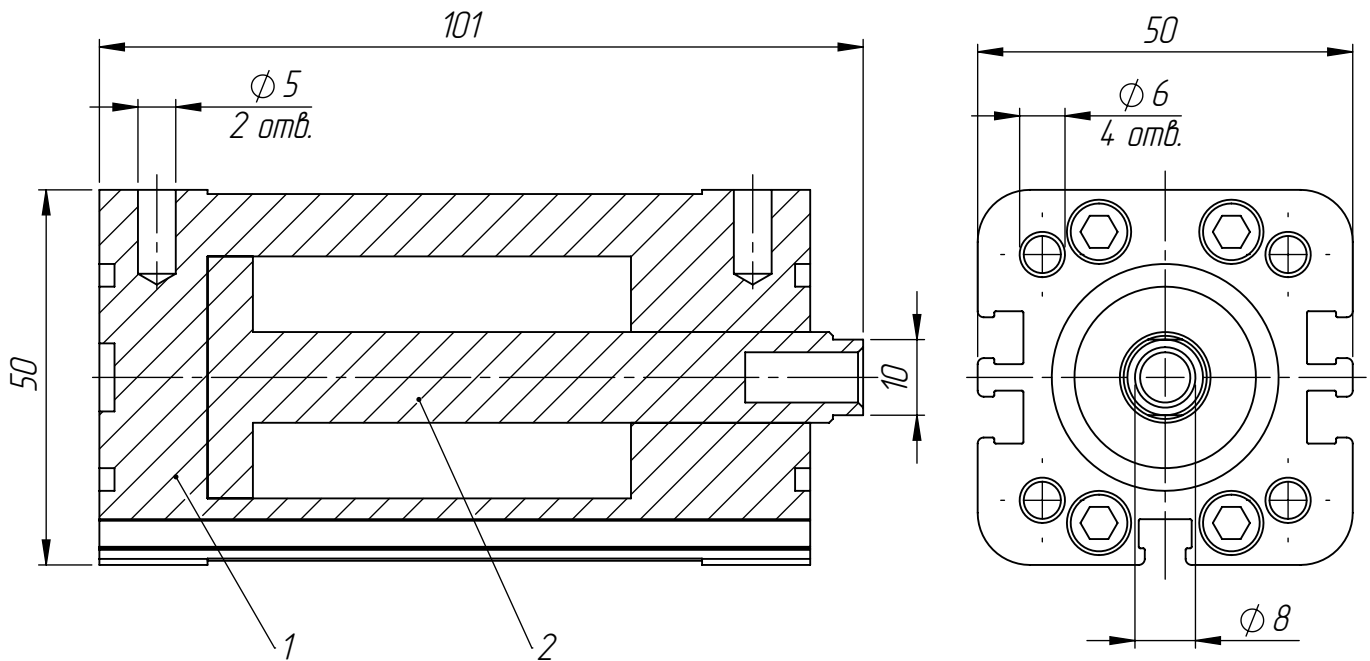
					БР.ПМІ-03.00.00.002 Б			
					Ворота			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб	
Разробив		Грицак Р.І.					1:2	
Перев.		Врюкало В.В.			Арк.	Аркушів		
Т. контр.					ДСТУ EN 14221:2021			
Н. контр.					Деревина			
Затв.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ			
					ПМІ-21-1К			

БР.ПМІ-03.00.00.003 Б



					БР.ПМІ-03.00.00.003 Б			
					Кришка вентиляції			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Разробив		Грицак Р.І.					1:1	
Перев.		Врюкало В.В.			Арк.		Аркушів	
Т. контр.					ДСТУ EN 14221:2021 Деревина			
Н. контр.								
Затв.		Панчук В.Г.						

БР.ПМІ-03.00.00.006 СК Б



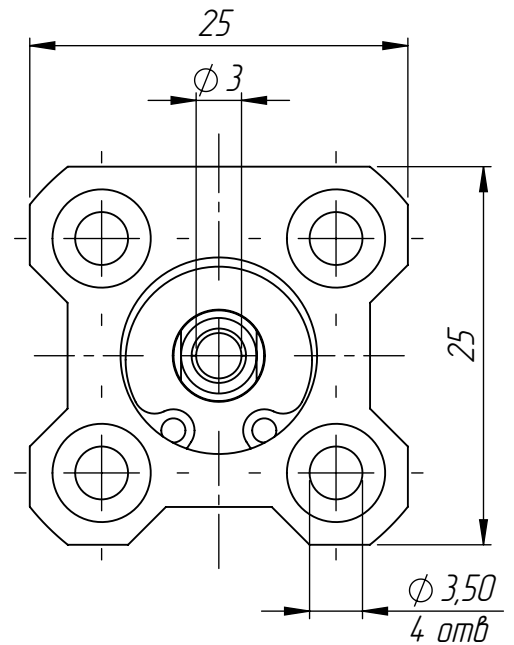
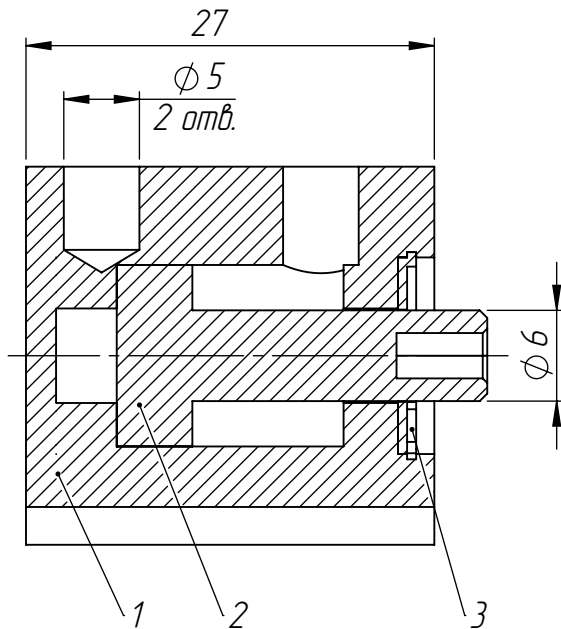
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Деталі</u>		
		1		Корпус циліндра	1	
		2		Поршень	1	

БР.ПМІ-03.00.00.006 СК Б

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.			Маса	Масштаб
Розробив		Грицак Р.І.							1:1
Перев.		Врюкало В.В.							
Т. контр.					Арк.			Аркушів	
Н. контр.									ІФНТУНГ ПМІ-21-1К
Затв.		Панчук В.Г.							

Пневмоциліндр Satozzi
32F2A025A050

БР.ПМІ-03.00.00.007 СК Б



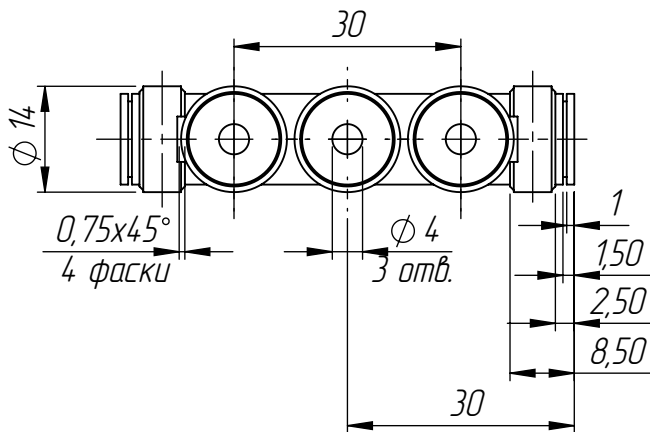
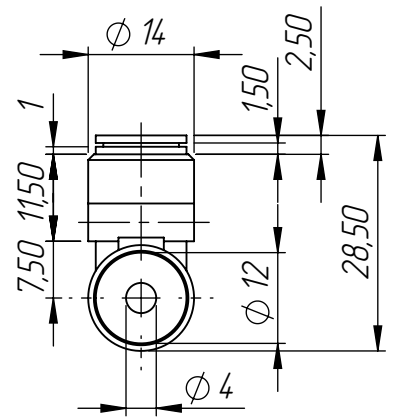
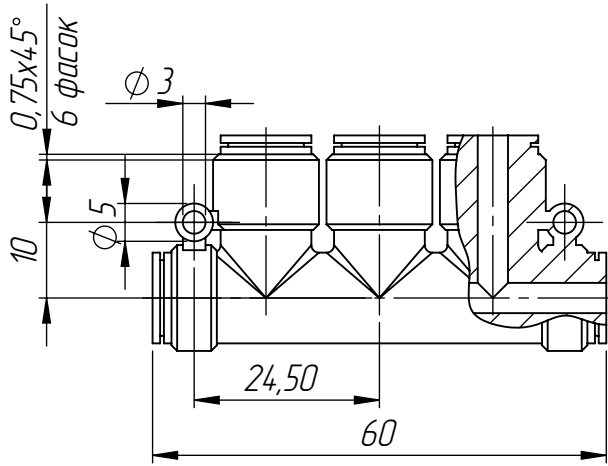
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<i>Деталі</i>		
		1		Корпус циліндра	1	
		2		Поршень	1	
		3		Стопорне кільце	1	

БР.ПМІ-03.00.00.007 СК Б

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разробив		Грицак Р.І.					
Перев.		Врюкало В.В.			Арк.	Аркушів	
Т. контр.					ІФНТУНГ ПМІ-21-1К		
Н. контр.							
Затв.		Панчук В.Г.					

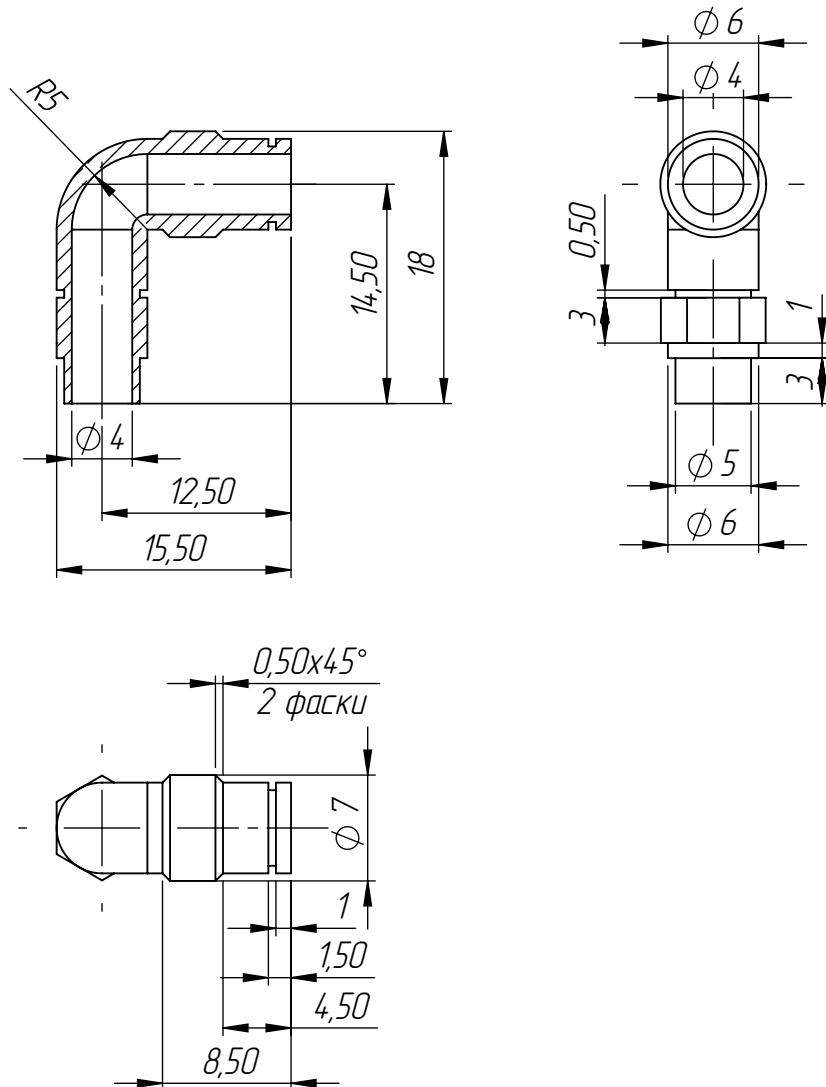
Пневмоциліндр SMC
CQ2B12-10D

БР.ПМІ-03.00.00.009 Б



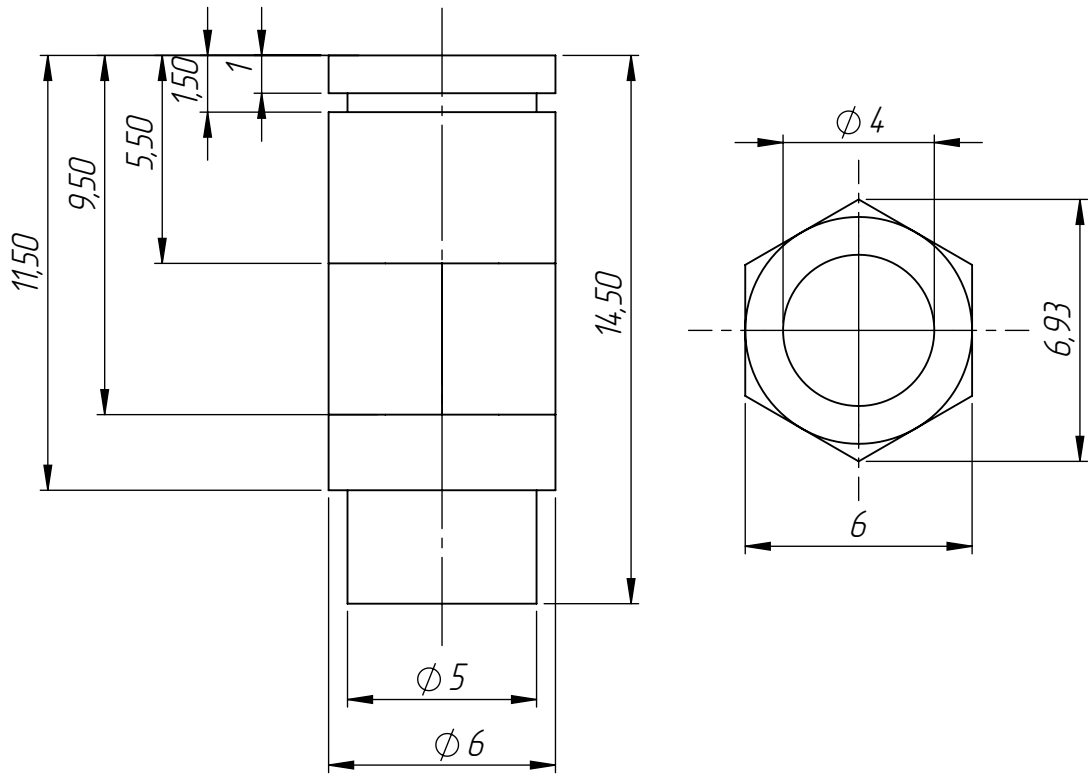
					БР.ПМІ-03.00.00.009 Б			
					Ш-подібний трійник			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Разробив		Грицак Р.І.					1:1	
Перев.		Врюкало В.В.			Арк.		Аркушів	
Т. контр.					ІФНТУНГ			
Н. контр.					ПМІ-21-1К			
Затв.		Панчук В.Г.						

БР.ПМІ-03.00.00.019 Б



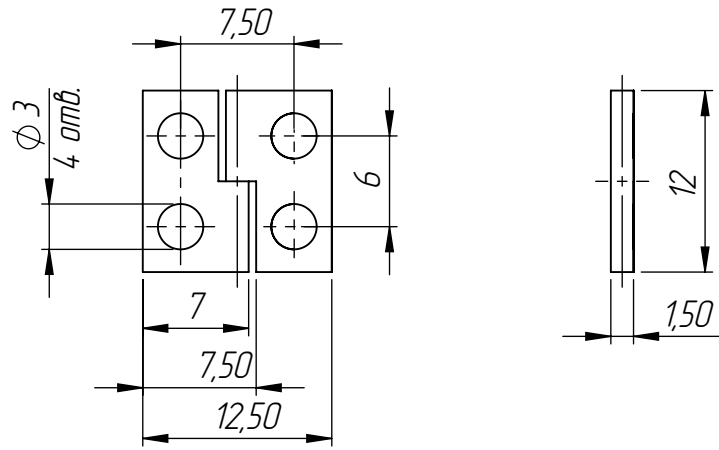
					БР.ПМІ-03.00.00.019 Б			
					Г-подібний штанцер			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб	
Разробив		Грицак Р.І.					2:1	
Перев.		Врюкало В.В.						
Т. контр.					Арк.	Аркушів		
Н. контр.					ІФНТУНГ			
Затв.		Панчук В.Г.			ПМІ-21-1К			

БР.ПМІ-03.00.00.019 Б



					БР.ПМІ-03.00.00.019 Б			
					Штуцер			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Разробив		Грицак Р.І.					5:1	
Перев.		Врюкало В.В.			Арк.		Аркушів	
Т. контр.					ІФНТУНГ ПМІ-21-1К			
Н. контр.								
Затв.		Панчук В.Г.						

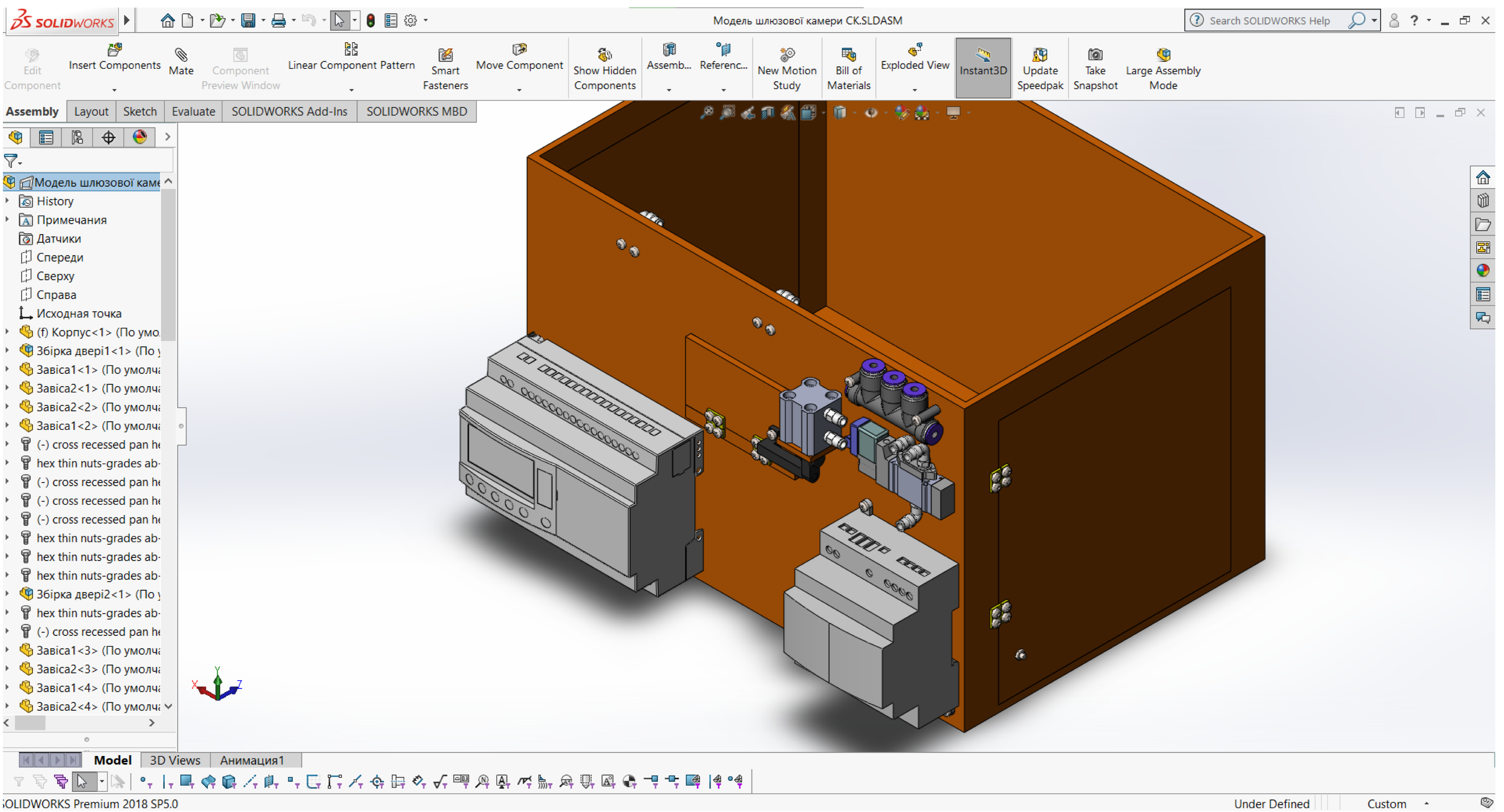
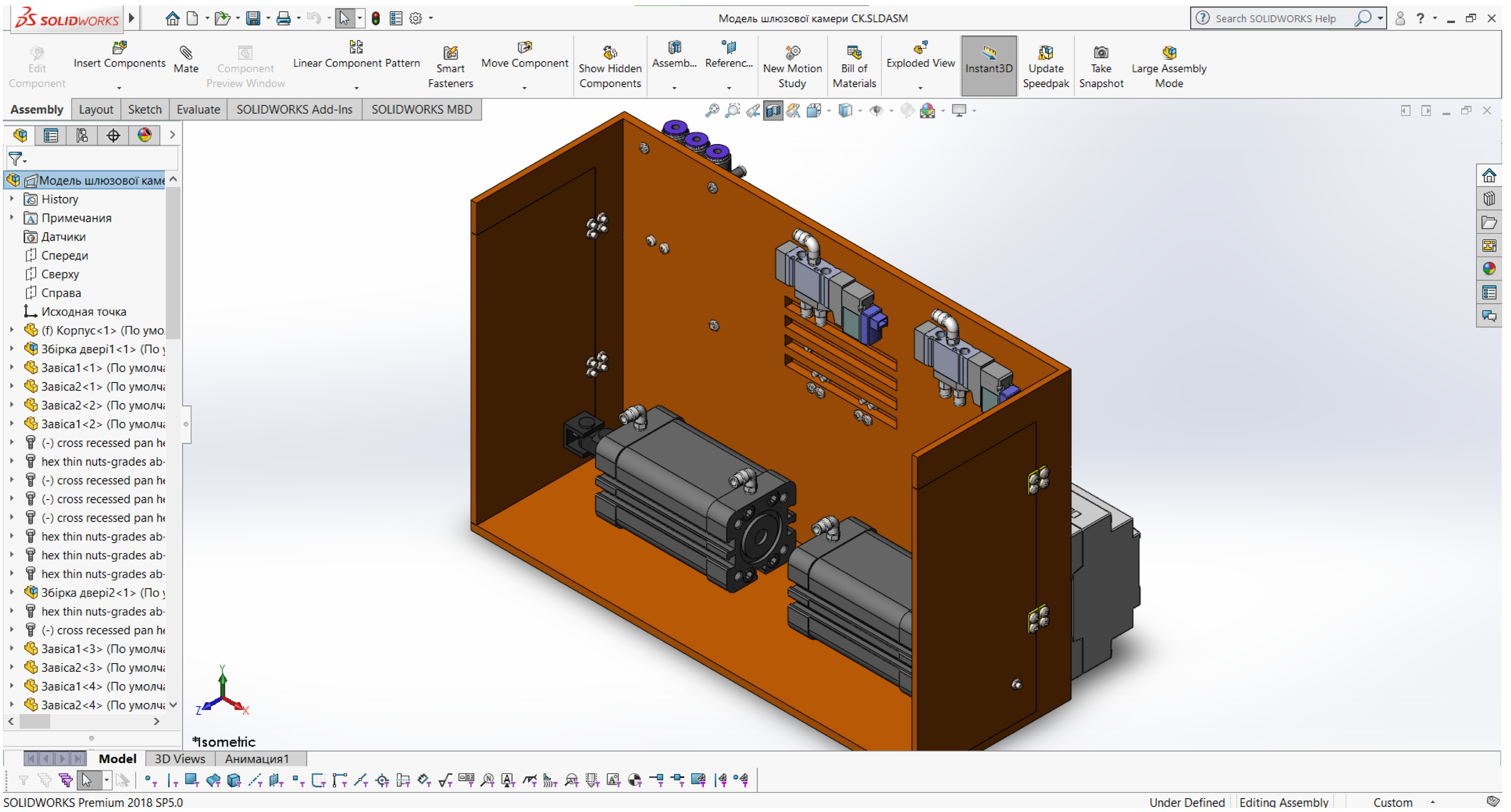
БР.ПМІ-03.00.00.020 Б



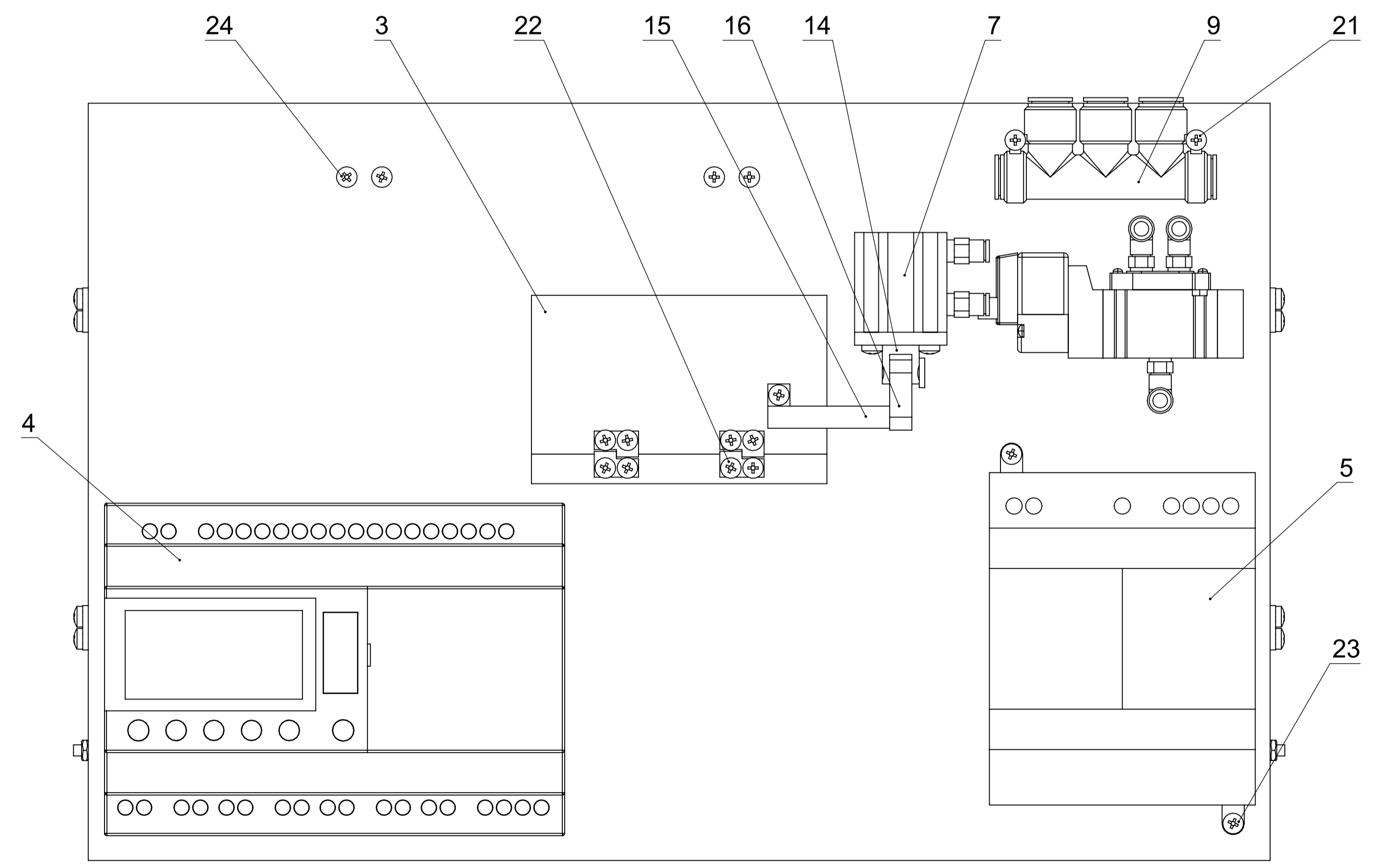
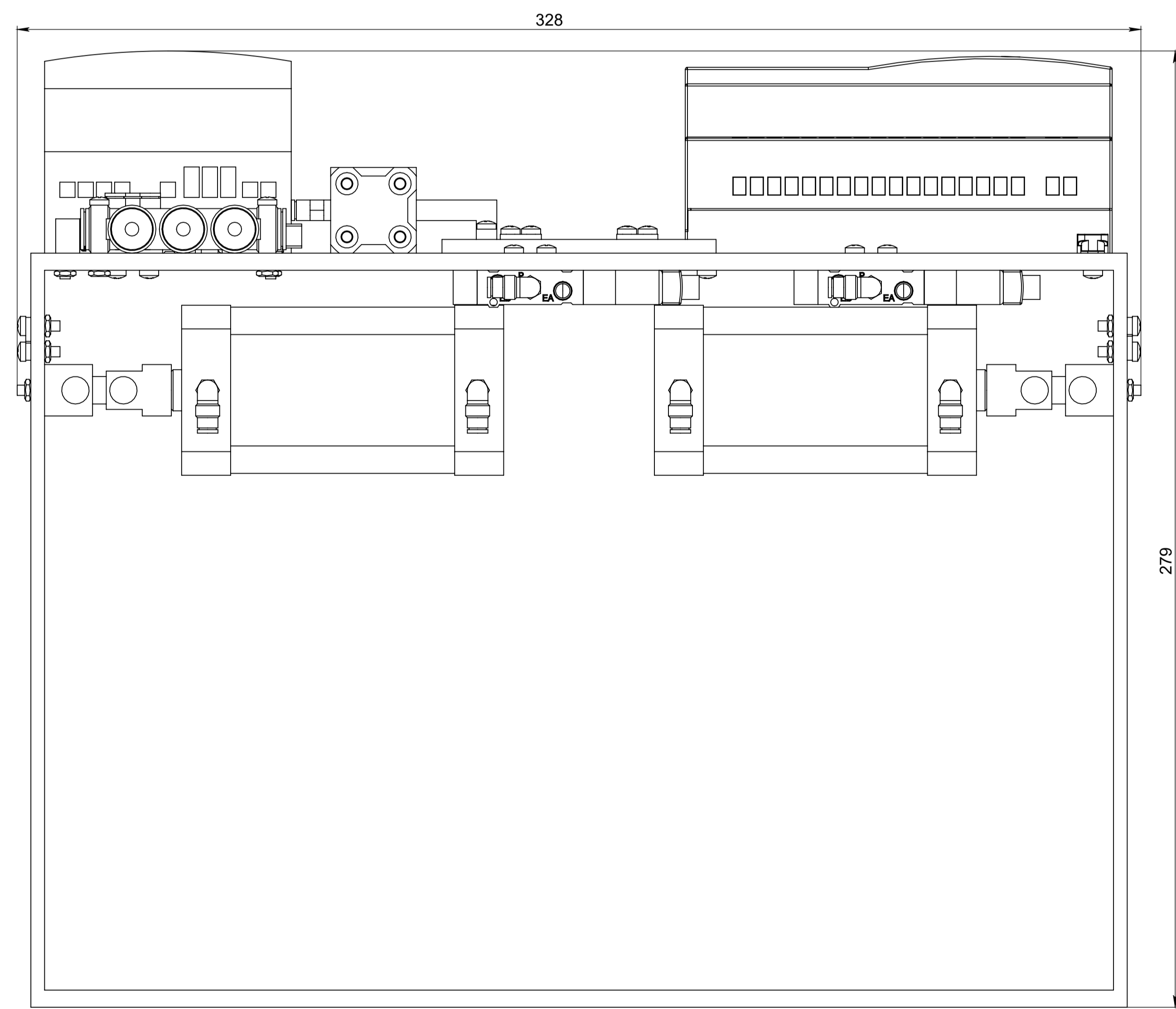
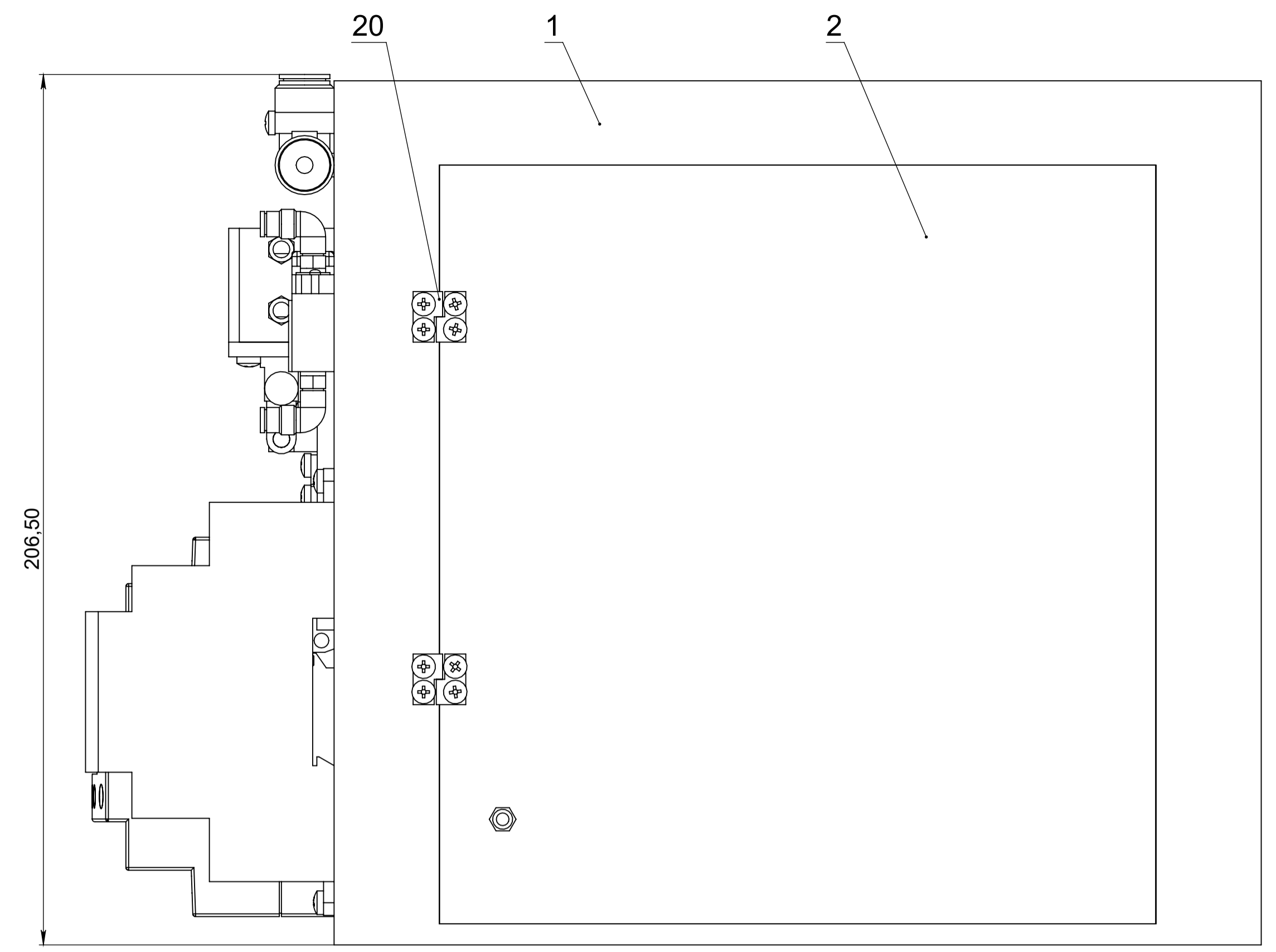
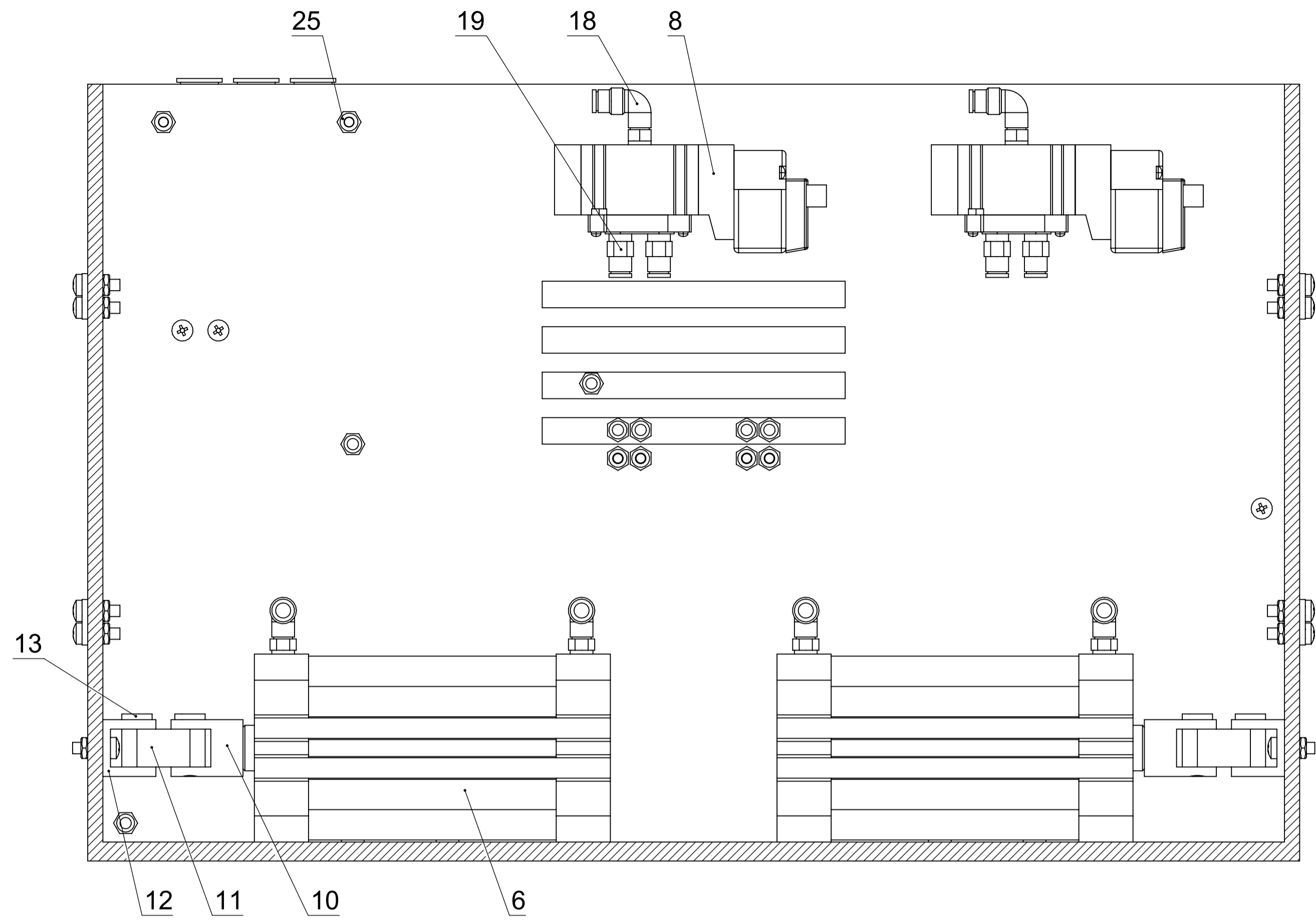
					<i>БР.ПМІ-03.00.00.020 Б</i>				
					<i>Завіса</i>				
									Лит.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				2:1	
<i>Разробив</i>		<i>Грицак Р.І.</i>			<i>Арк.</i>			<i>Аркушів</i>	
<i>Перев.</i>		<i>Врюкало В.В.</i>							
<i>Т. контр.</i>					<i>ІФНТУНГ ПМІ-21-1К</i>				
<i>Н. контр.</i>									
<i>Затв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМІ-03.00.00.000 ЕЛ	Електронна модель	1	
A2			БР.ПМІ-03.00.00.000 ЕС	Електронна структура	1	
A1			БР.ПМІ-03.00.00.000 СК	Складальний кресленник	1	
				<u>Складані креслення</u>		
A4	6		БР.ПМІ-03.00.00.006 СК	Пневмоциліндр	2	
A4	7		БР.ПМІ-03.00.00.007 СК	Пневмоциліндр	1	
				<u>Деталі</u>		
A2	1		БР.ПМІ-03.00.00.001	Корпус	1	
A4	2		БР.ПМІ-03.00.00.002	Ворота	2	
A4	3		БР.ПМІ-03.00.00.003	Кришка вентиляції	1	
A4	4		БР.ПМІ-03.00.00.004	Інтелектуальне реле	1	
A4	5		БР.ПМІ-03.00.00.005	Модульний блок живлення	1	
A4	8		БР.ПМІ-03.00.00.008	Пневморозподільник	3	
A4	9		БР.ПМІ-03.00.00.009	Ш-подібний трійник	1	
A4	10		БР.ПМІ-03.00.00.010	Втулка	2	
A4	11		БР.ПМІ-03.00.00.011	Шатун	2	
A4	12		БР.ПМІ-03.00.00.012	Кронштейн	2	
A4	13		БР.ПМІ-03.00.00.013	Фіксатор	3	
A4	14		БР.ПМІ-03.00.00.014	Втулка	1	
A4	15		БР.ПМІ-03.00.00.015	Ричаг	1	
A4	16		БР.ПМІ-03.00.00.016	Шатун	1	
A4	17		БР.ПМІ-03.00.00.017	Кінцевик з ричагом	6	
A4	18		БР.ПМІ-03.00.00.018	Г-подібний штуцер	9	
A4	19		БР.ПМІ-03.00.00.019	Штуцер	6	
A4	20		БР.ПМІ-03.00.00.020	Завіса	6	

					БР.ПМІ-03.00.00.000 В		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав		Грицак Р.І.			Літ.	Арк.	Аркцифр
Перев.		Врюкало В.В.					1
Н.контр.					ІФНТУНГ ПМІ-21-1К		
Затв.		Панчук В.Г.					
Шлюзова камера							

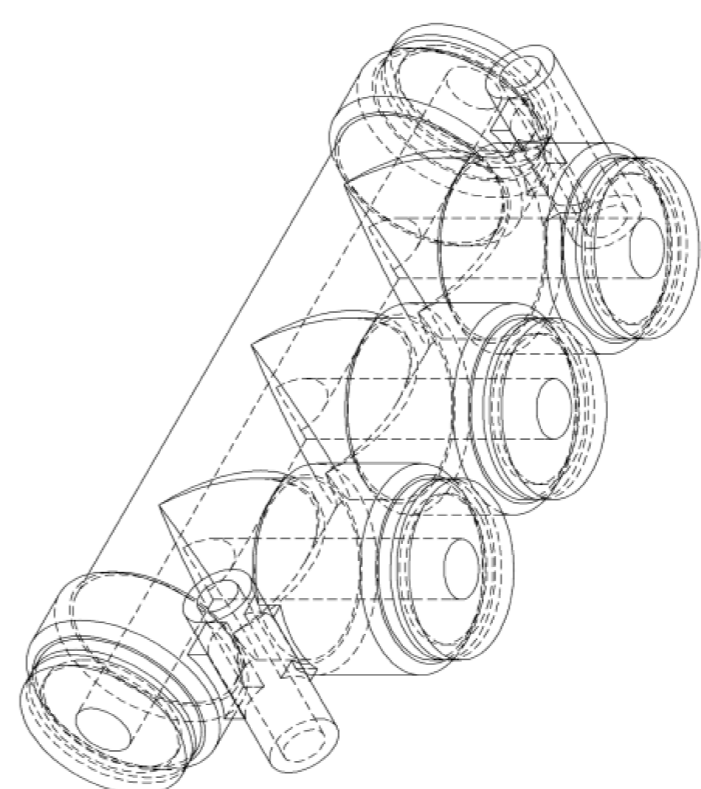
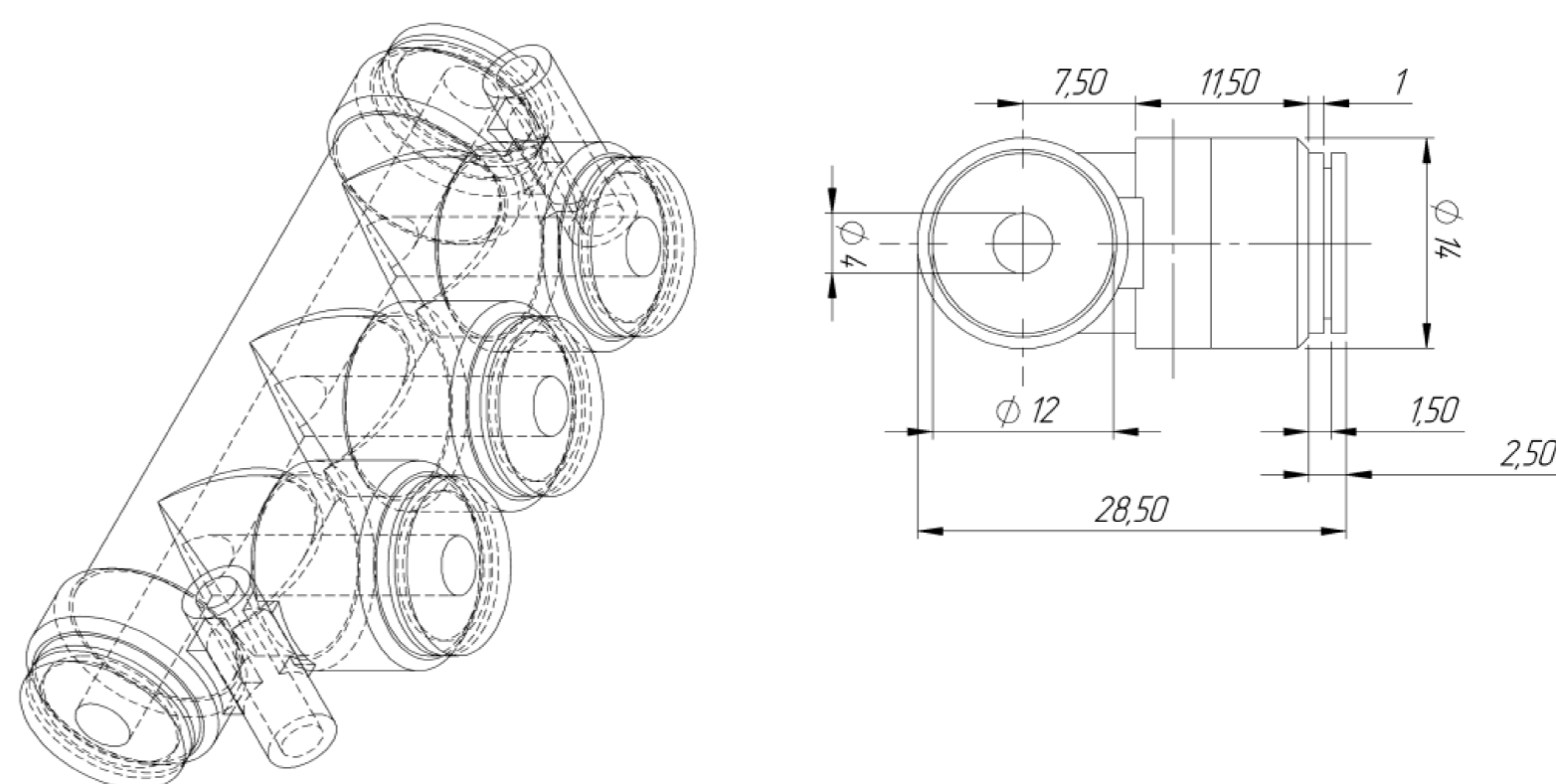
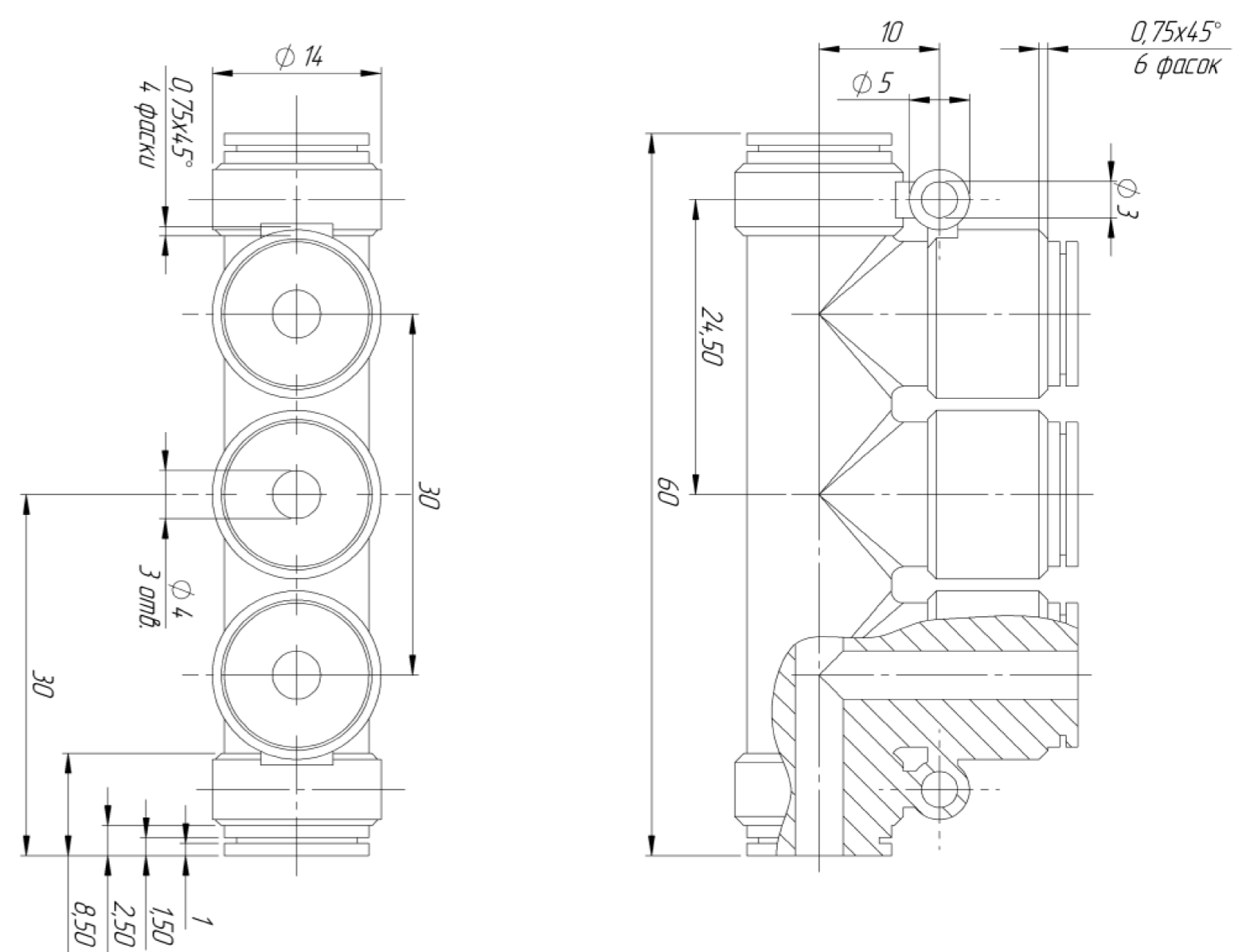


БР.ПМІ-03.00.00.000 ЕМ					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.м.	Підпис	Дата	Шлюзова камера Електронна модель		
Розробив	Григор Р.І.						
Перевірив	Вражало В.В.				Арх.	Архив	
Н. контр.					ІФНТУНГ ПМІ-21-1К		
Зам.	Панчук В.Г.				Формат А1		



БР.ПМІ-03.00.00.000 СК					Лит	Маса	Масштаб
Эк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата			1:1
		Разробив	Григор РІ				
		Перевірив	Вражало ВВ				
		Н. контр.			Арх.	Архив	
		Затв.	Панчук В.Г.				ІФНТУНГ ПМІ-21-1К

БР.ПМІ-03.00.00.009



Эк. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Гришак Р.І.		
Перевірив	Вражало В.В.		
Н. контр.	Затв.	Панчук В.Г.	

БР.ПМІ-03.00.00.009

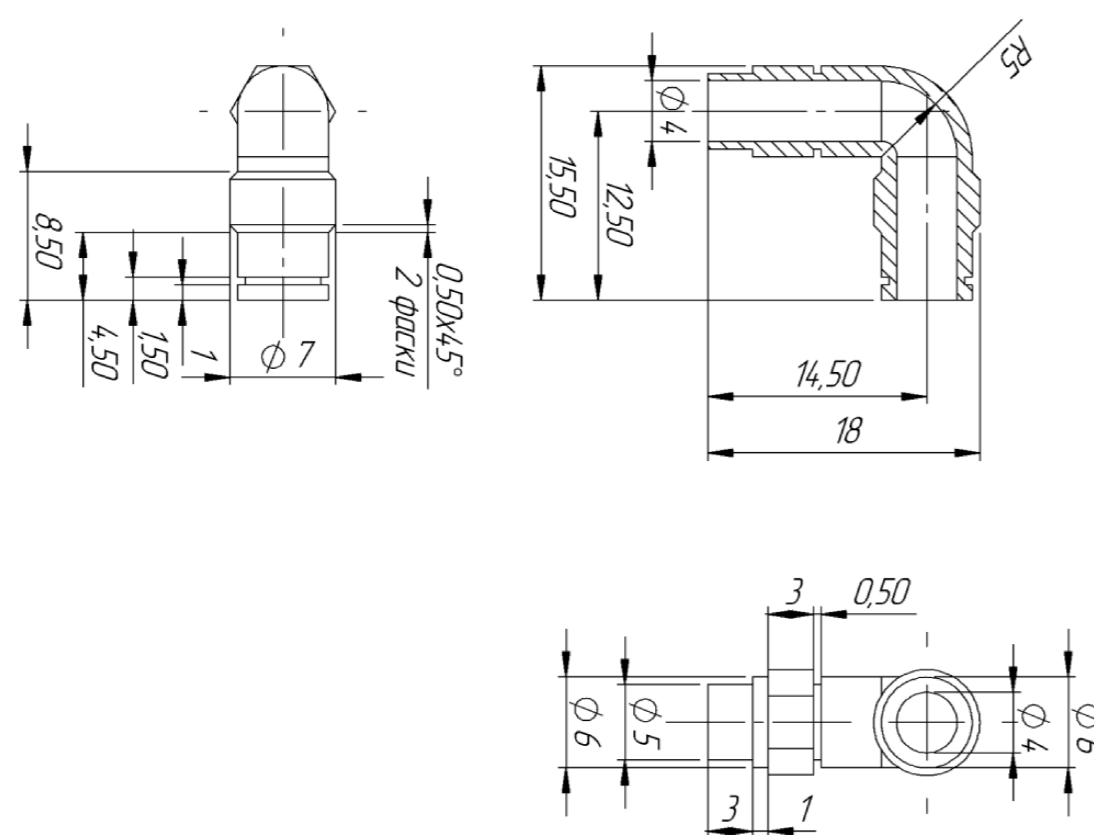
Лист	Маса	Масштаб

Циліндричний трійник

Лист	Маса	Масштаб

**ІФНТУНГ
ПМІ-21-1К**

БР.ПМІ-03.00.00.0019



Эк. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Гришак Р.І.		
Перевірив	Вражало В.В.		
Н. контр.	Затв.	Панчук В.Г.	

БР.ПМІ-03.00.00.0019

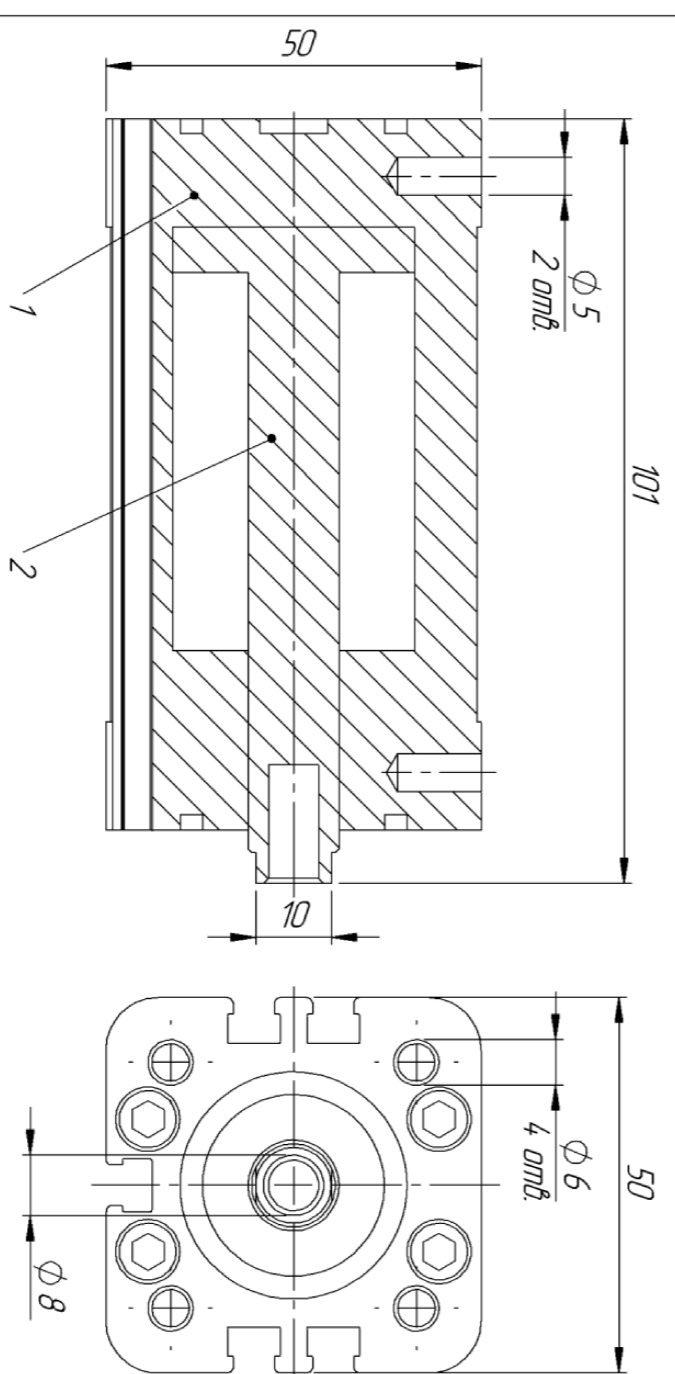
Лист	Маса	Масштаб

Г-подібний штицер

Лист	Маса	Масштаб

**ІФНТУНГ
ПМІ-21-1К**

БР.ПМІ-03.00.00.006 СК



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
		1		Деталі	1	
		2		Корпус циліндра	1	
				Поршень	1	

БР.ПМІ-03.00.00.006 СК

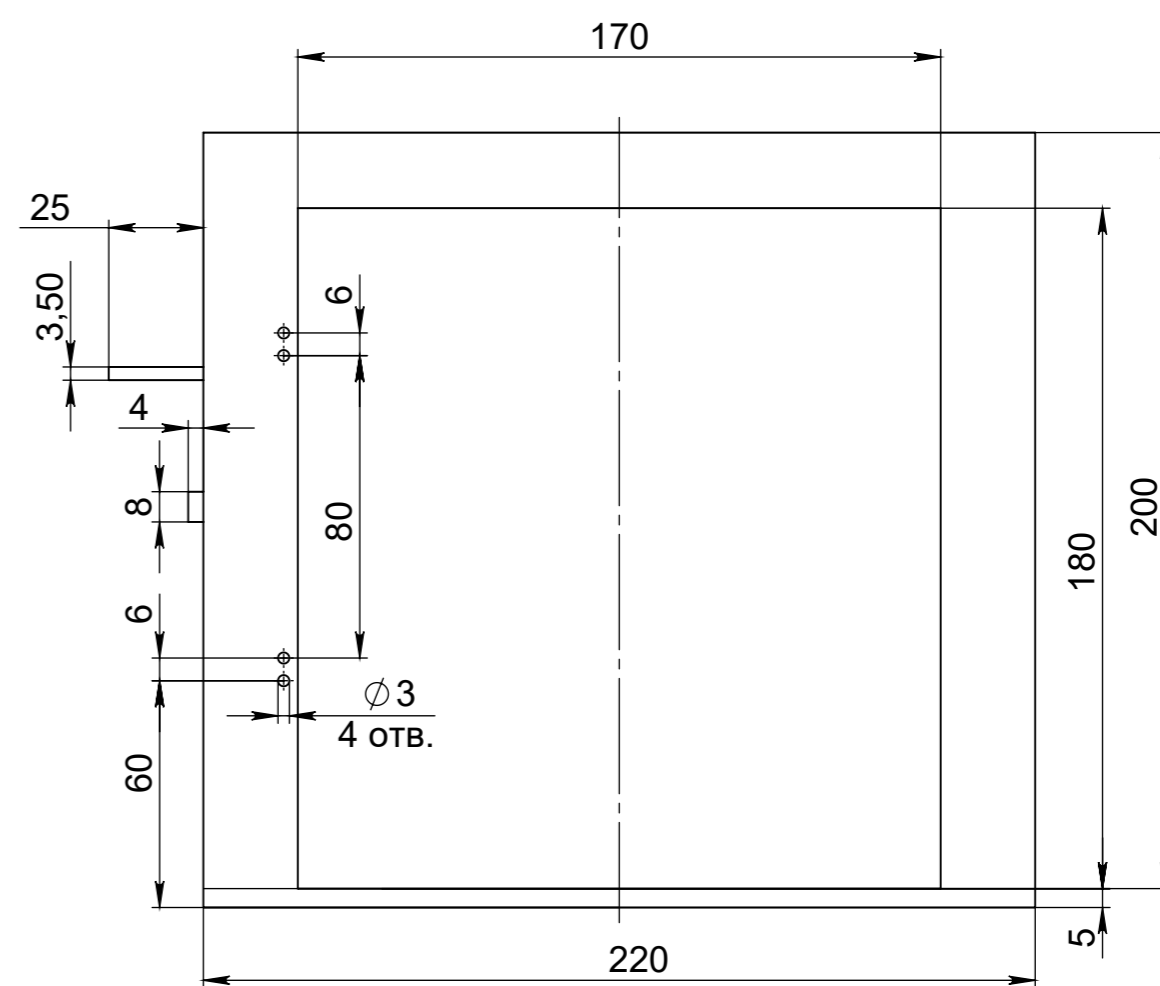
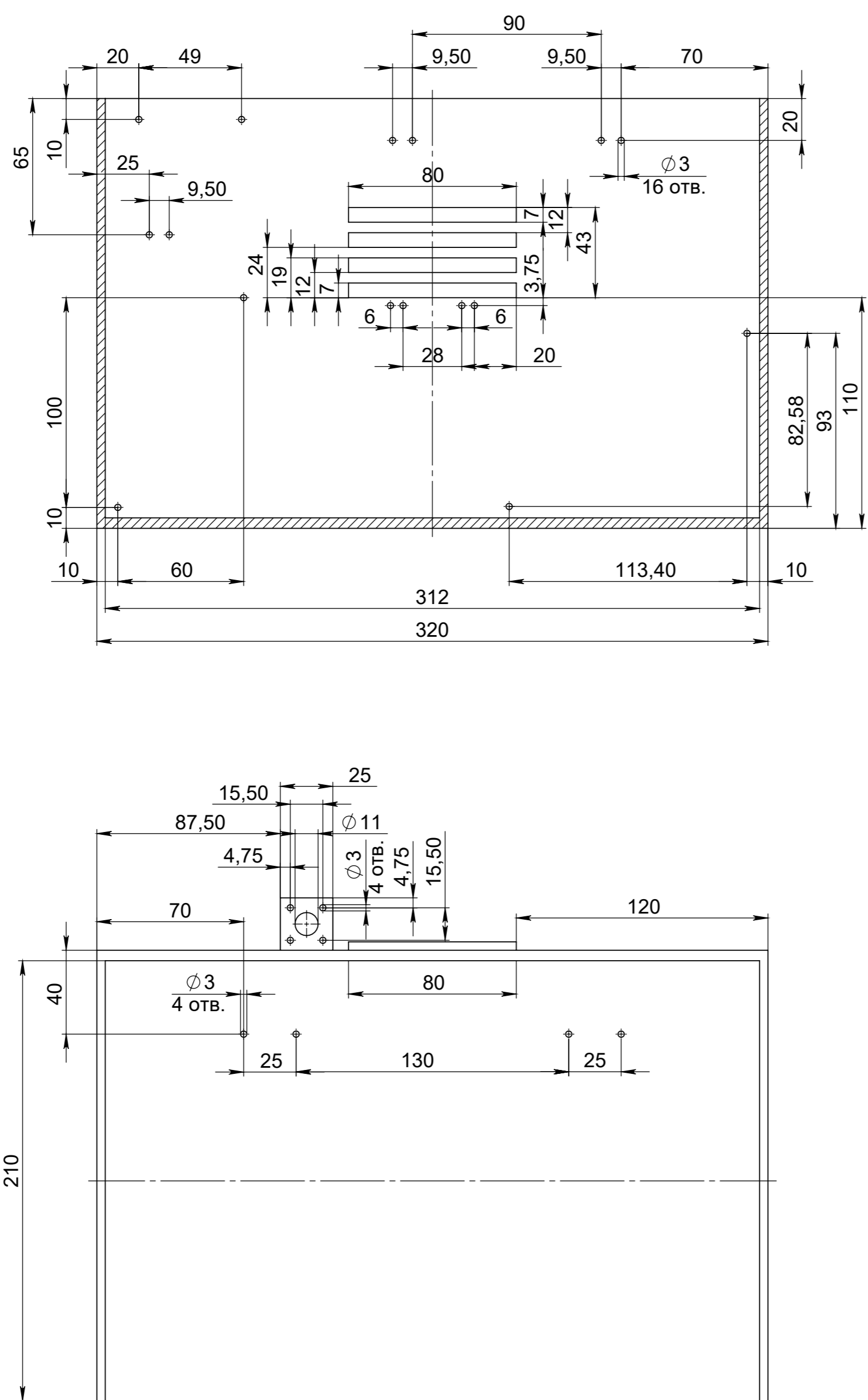
Эк. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Гришак Р.І.		
Перевірив	Вражало В.В.		
Н. контр.	Затв.	Панчук В.Г.	

**Пневмоциліндр Samozzi
3ZF2A025A050**

Лист	Маса	Масштаб

**ІФНТУНГ
ПМІ-21-1К**

БР.ПМІ-03.00.00.001



БР.ПМІ-03.00.00.001			
Эк. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Гришак Р.І.		
Перевірив	Вражало В.В.		
Н. контр.	Затв.	Панчук В.Г.	

Корпус

Лист	Маса	Масштаб

**ДСТУ EN 14221:2021
Деревина**

Лист	Маса	Масштаб

**ІФНТУНГ
ПМІ-21-1К**

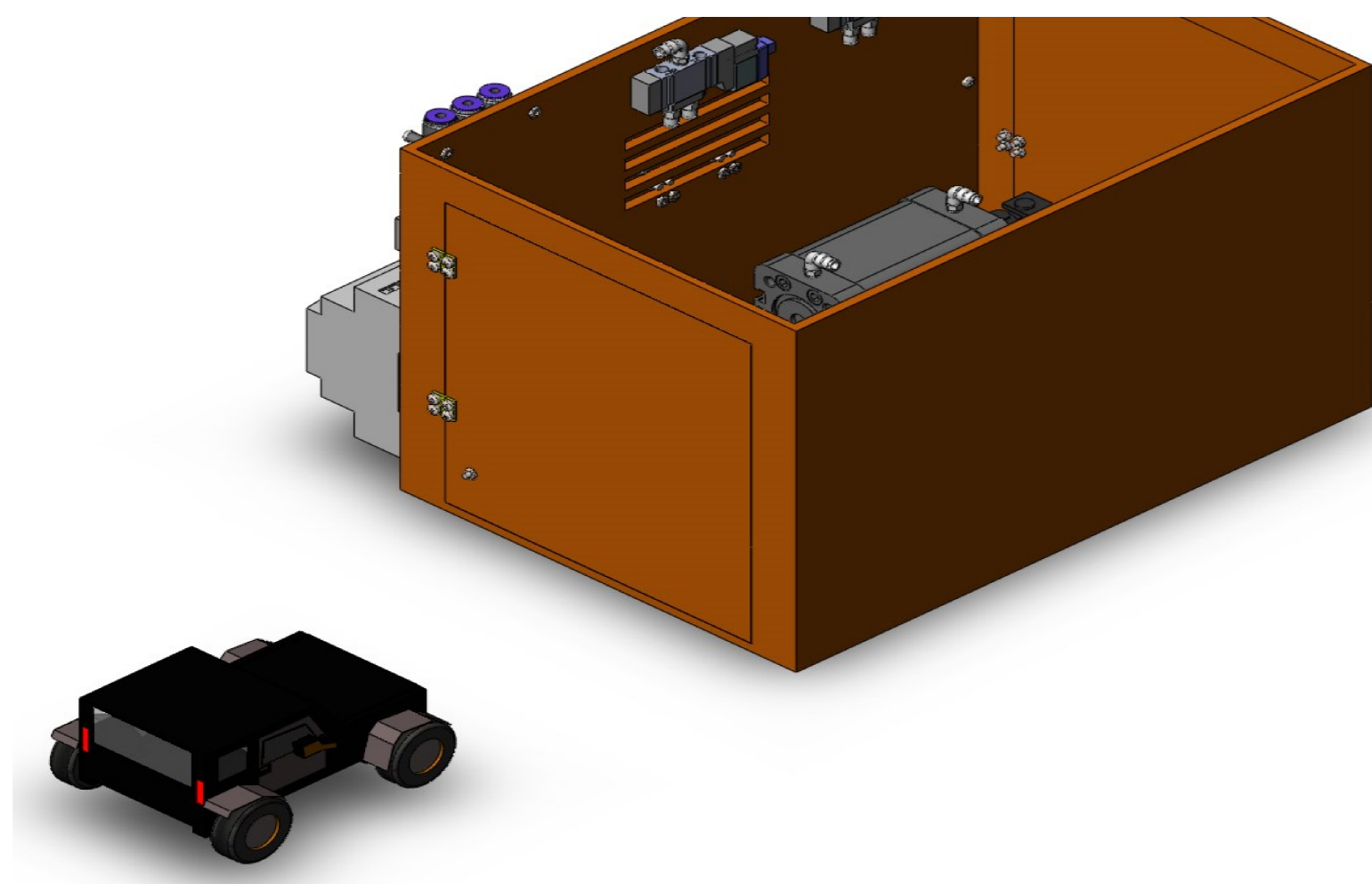


Рисунок 1 – Робота сенсорної панелі коли транспортом перед в'їздом

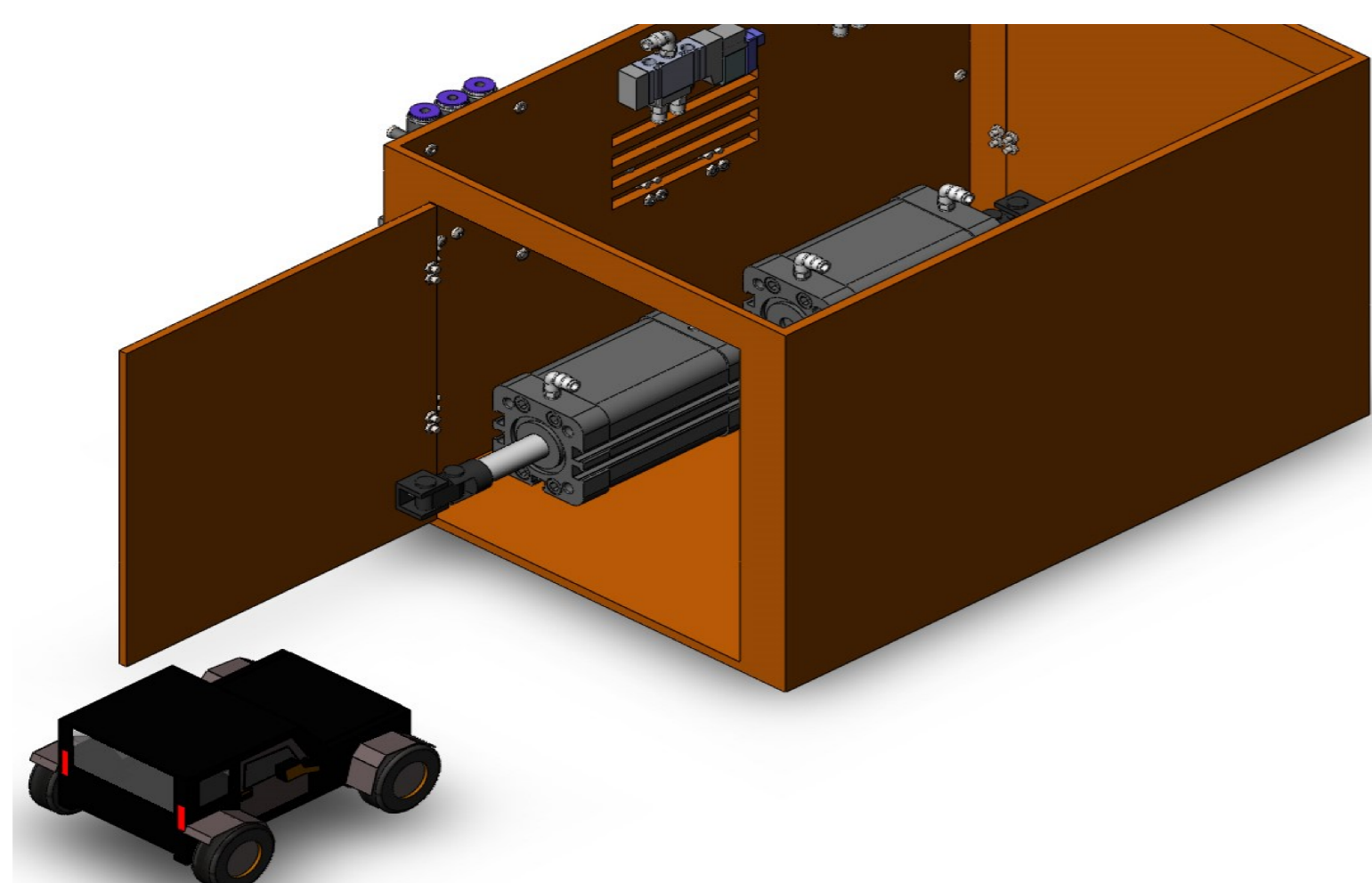


Рисунок 2 – Робота сенсорної панелі при в'їзді транспорту в шлюз

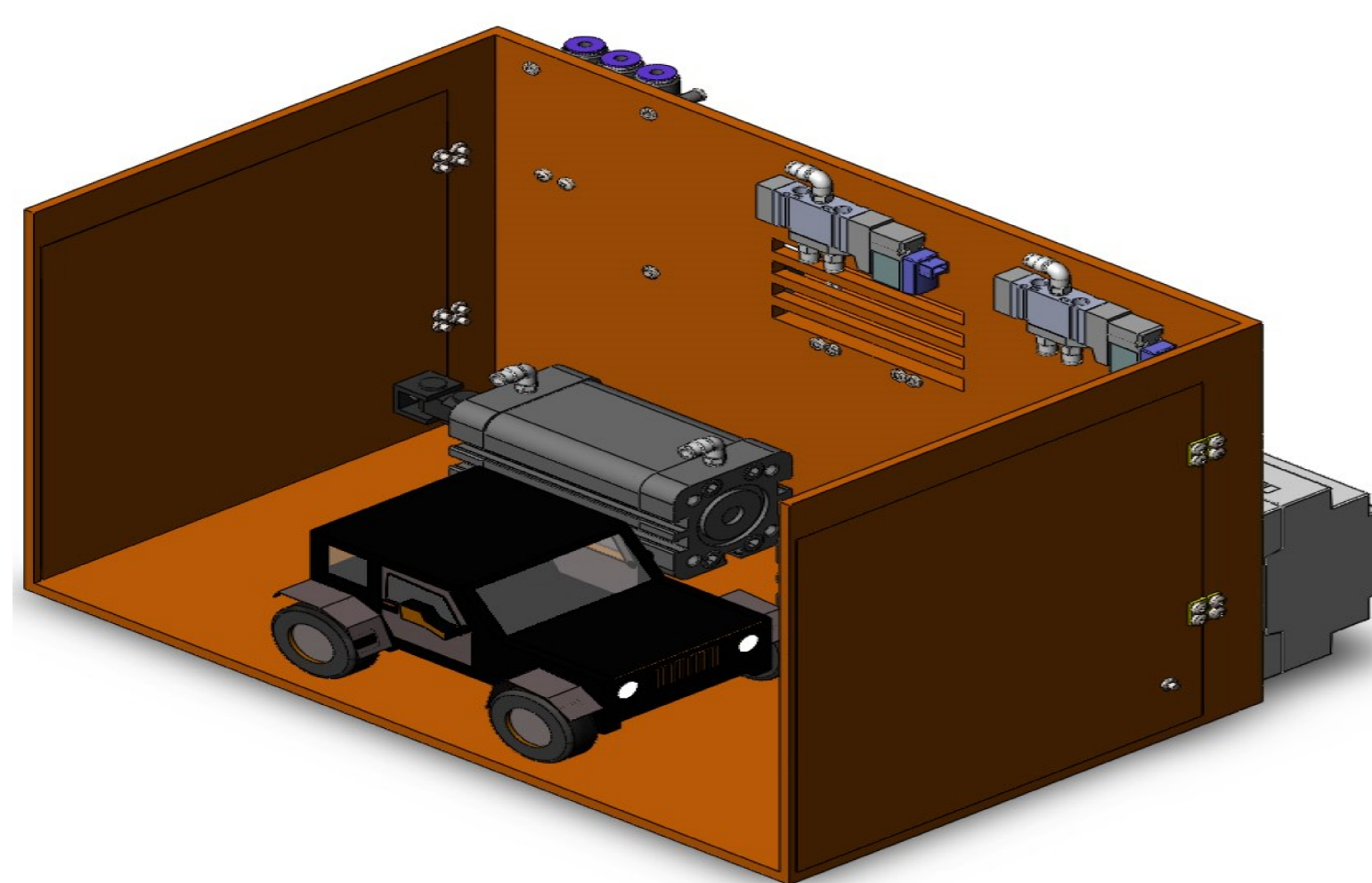


Рисунок 3 – Робота сенсорної панелі коли транспортом знаходиться всередині

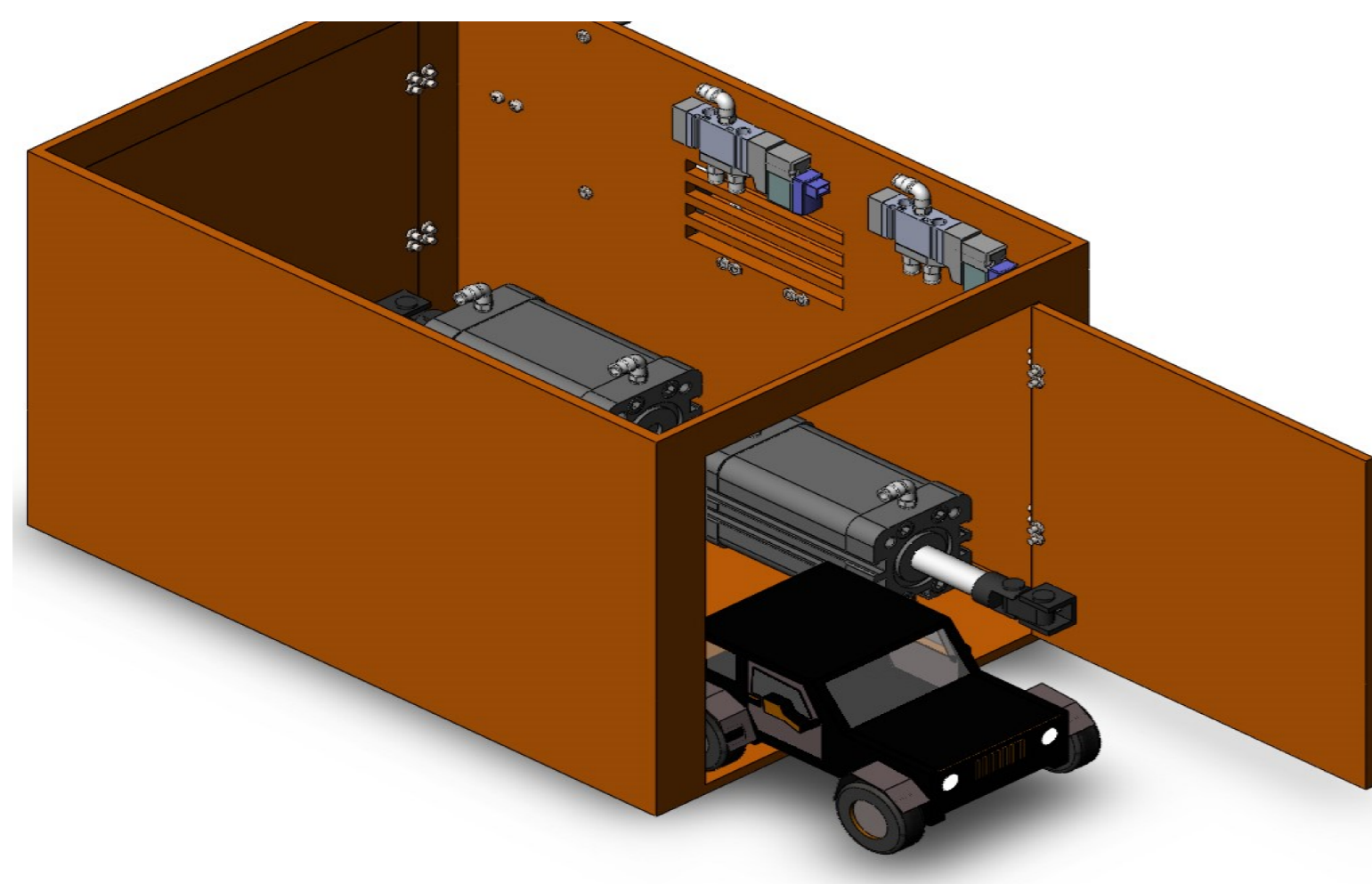


Рисунок 4 – Робота сенсорної панелі при виїзді транспорту

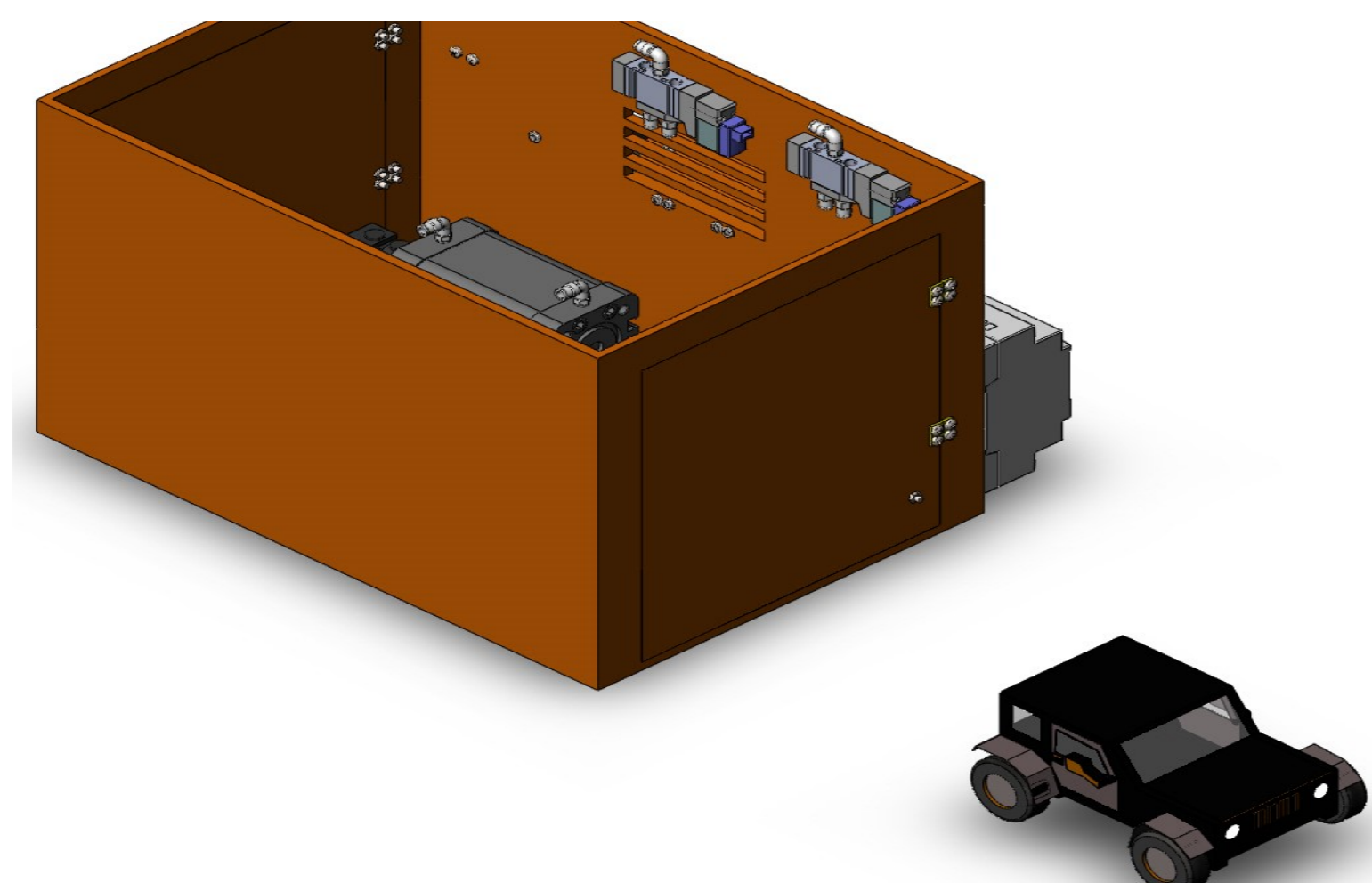


Рисунок 5 – Робота сенсорної панелі коли транспортом виїхав зі шлюзу

				БР.ПМІ-03.00.00.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Інтеграція моделі шлюзової камери та сенсорної панелі Weintek	Лист	Маса	Масштаб
Розробив	Григор Р.І.					Арк.		
Перевірив	Вражало В.В.					Арк.		
Н. контр.	Панчук В.Г.					ІФНТУНГ ПМІ-21-1К		
Затв.						Формат А1		