

література



Навчально-методична

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра автоматизації
технологічних процесів і
виробництв

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи № 4
«Робота з віртуальним пультом
управління FlexPendant в програмному
середовищі RobotStudio»
з курсу «Гнучкі комп'ютеризовані системи та
робототехніка»
для студентів спеціальності
151 «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

Тернопіль
2019

«Робота з віртуальним пультом управління FlexPendant в програмному середовищі RobotStudio» методичні вказівки до лабораторної роботи № 4 з курсу “Гнучкі комп'ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укл. Р.І. Михайлишин, В.Б. Савків. – Тернопіль: ТНТУ, 2019. – 23 с.

Рецензент: д.т.н., професор Стухляк П.Д.

Методичні вказівки розглянуто і схвалено на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів та виробництв.

Схвалено і рекомендовано до друку Науково-методичною радою факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії.

Зміст

Правила техніки безпеки	4
Лабораторна робота № 4. Робота з віртуальним пультом управління FlexPendant в програмному середовищі RobotStudio	5
1. Віртуальний FlexPendant у RobotStudio	5
1.1 Меню HotEdit	6
1.2 Inputs and outputs, меню I/O	8
1.3 Меню Jogging	9
1.4 Вікно Production	11
1.5 Program editor (Редактор програм)	12
1.6 Program data (Програмні дані)	13
1.7 Меню Quickset	14
2. Створення інструменту в FlexPendant	15
3. Хід роботи	20
4. Порядок оформлення звіту	20
5. Контрольні запитання	20
Рекомендована література	21

Правила техніки безпеки

До лабораторних робіт студенти допускаються тільки з дозволу викладача в його присутності або інженера.

При виконанні роботи студенти повинні виконувати наступні вимоги з техніки безпеки.

1. Перед початком роботи:

1.1. Привести в порядок одяг: застібнути рукави, заправити одяг так, щоб не було звисаючих кінців.

1.2. Оглянути робоче місце, впевнитися у відсутності можливих перешкод на шляху рухомих вузлів.

1.3. Переконатись у правильності і надійності під'єднання з'єднуючих кабелів.

1.4. Перевірити надійність заземлення.

2. Під час роботи:

2.1. Виконувати роботу у суворій відповідності з отриманим завданням.

2.2. Забороняється:

- залишати включене обладнання без нагляду;
- проводити самотійно ремонт обладнання;
- безконтрольно маніпулювати клавіатурою.

2.3. Не брати і не передавати через установку будь-які предмети.

2.4. Після вводу тексту керуючої програми перевірити правильність її роботи в покроковому режимі.

2.5. При виникненні в процесі роботи збоїв роботу потрібно негайно припинити.

3. Після закінчення роботи:

3.1. Виключити електрообладнання.

3.2. Привести в порядок робоче місце.

3.3. Повідомити викладачу про всі виявлені недоліки у роботі обладнання.

Лабораторна робота № 4. Робота з віртуальним пультом управління FlexPendant в програмному середовищі RobotStudio

Мета роботи: отримання студентами навичок запуску віртуального FlexPendant, який інтегрований у програмне середовище RobotStudio, використання меню FlexPendant та створення робочого інструменту за допомогою FlexPendant.

1. Віртуальний FlexPendant у RobotStudio

Компанія ABB назвала пульт для навчання FlexPendant. RobotStudio надає нам змогу використовувати віртуальний навчальний пульт. Ми можемо використовувати віртуальний FlexPendant у RobotStudio після визначення робототехнічної системи (маніпулятор і активний контролер). Щоб запустити віртуальний пристрій ABB FlexPendant (Рис. 2 і 3), перейдіть до меню Controller і виберіть FlexPendant (Рис. 1).

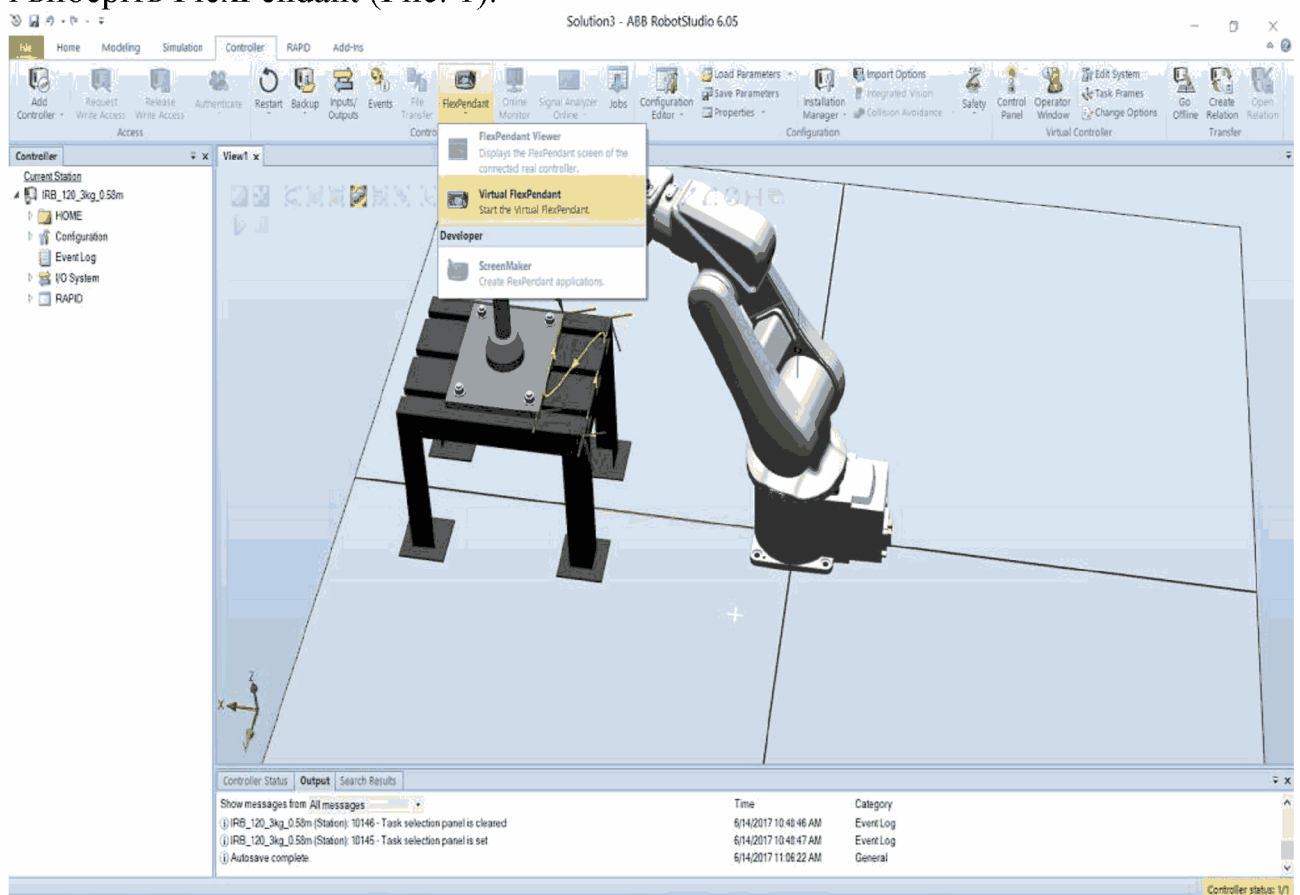


Рис. 1 Запуск віртуального FlexPendant у RobotStudio

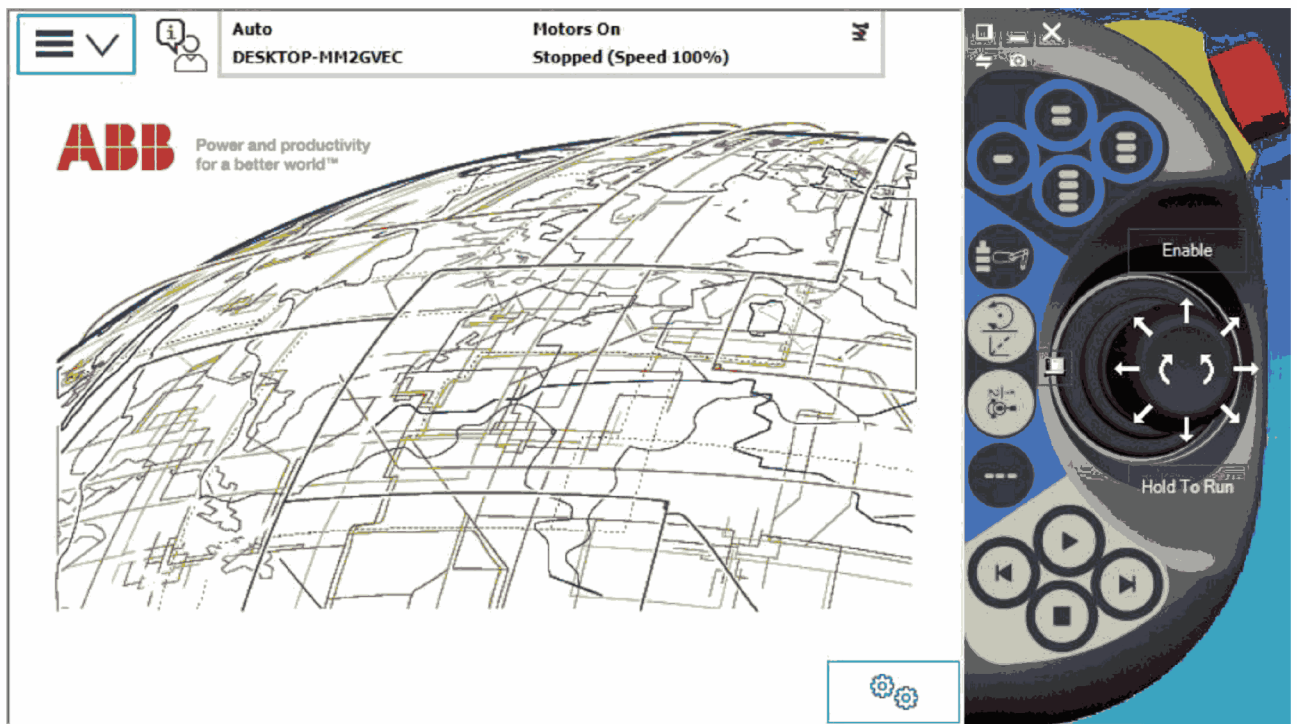


Рис. 2 Стартове вікно FlexPendant

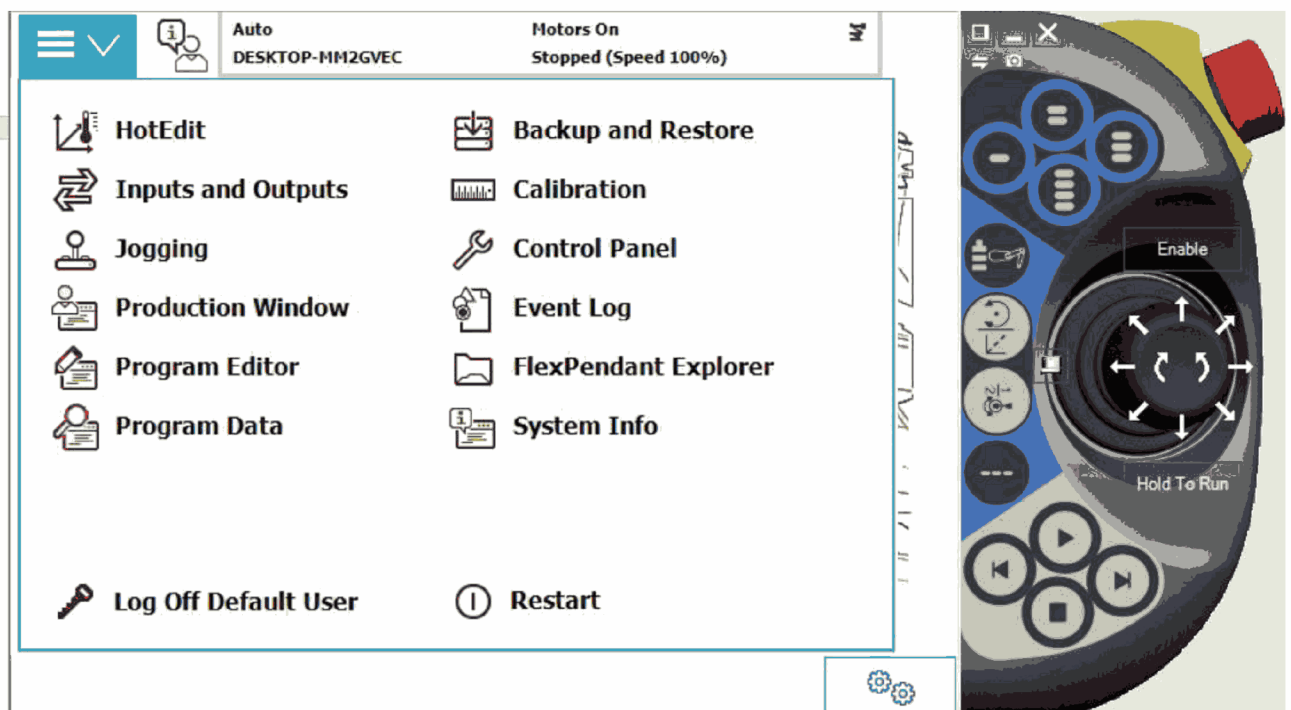


Рис. 3 Ілюстрація меню FlexPendant

1.1 Меню HotEdit

«HotEdit» (Рисунки 4 і 5) є функцією для налаштування запрограмованих позицій. Це можна зробити у всіх режимах роботи, навіть під час роботи програми. Можна налаштувати як координати, так і орієнтацію. «HotEdit» може використовуватися тільки для іменованих позицій визначеного «robtarget». Функції, доступні в «HotEdit», можуть бути обмежені системою авторизації

користувача (САК).

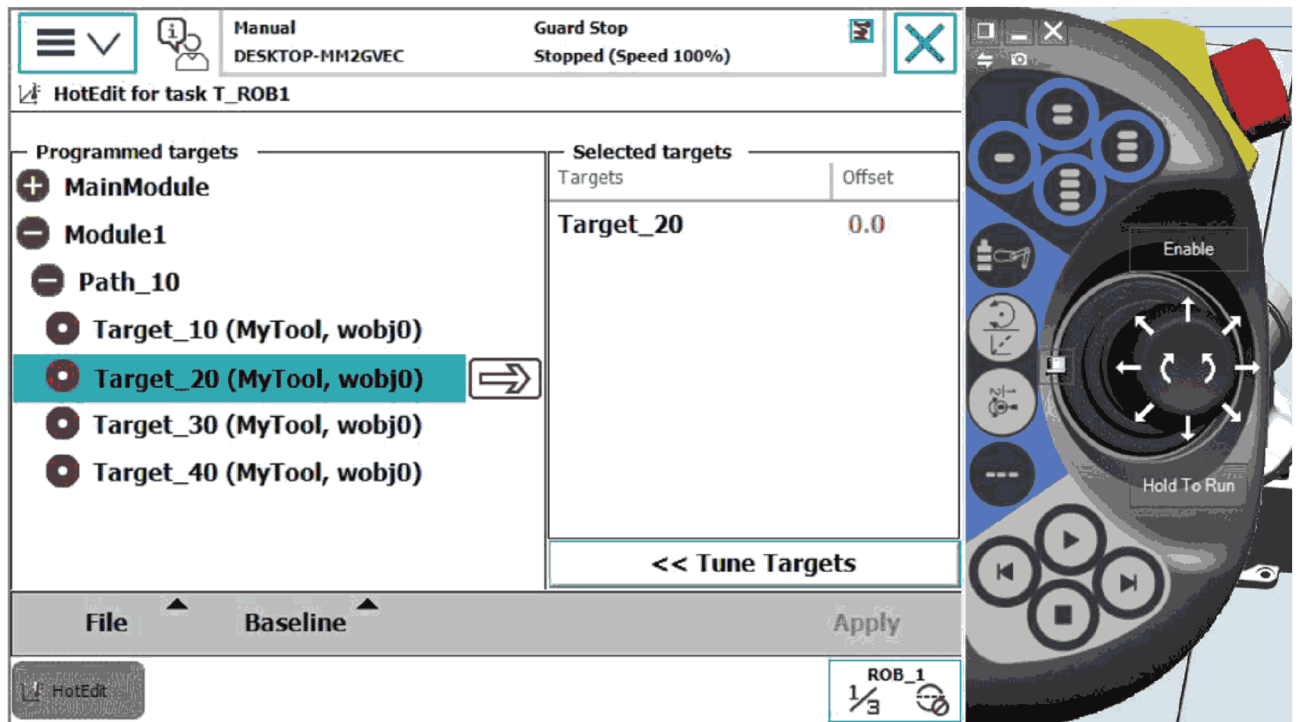


Рис. 4 Ілюстрація меню «HotEdit»

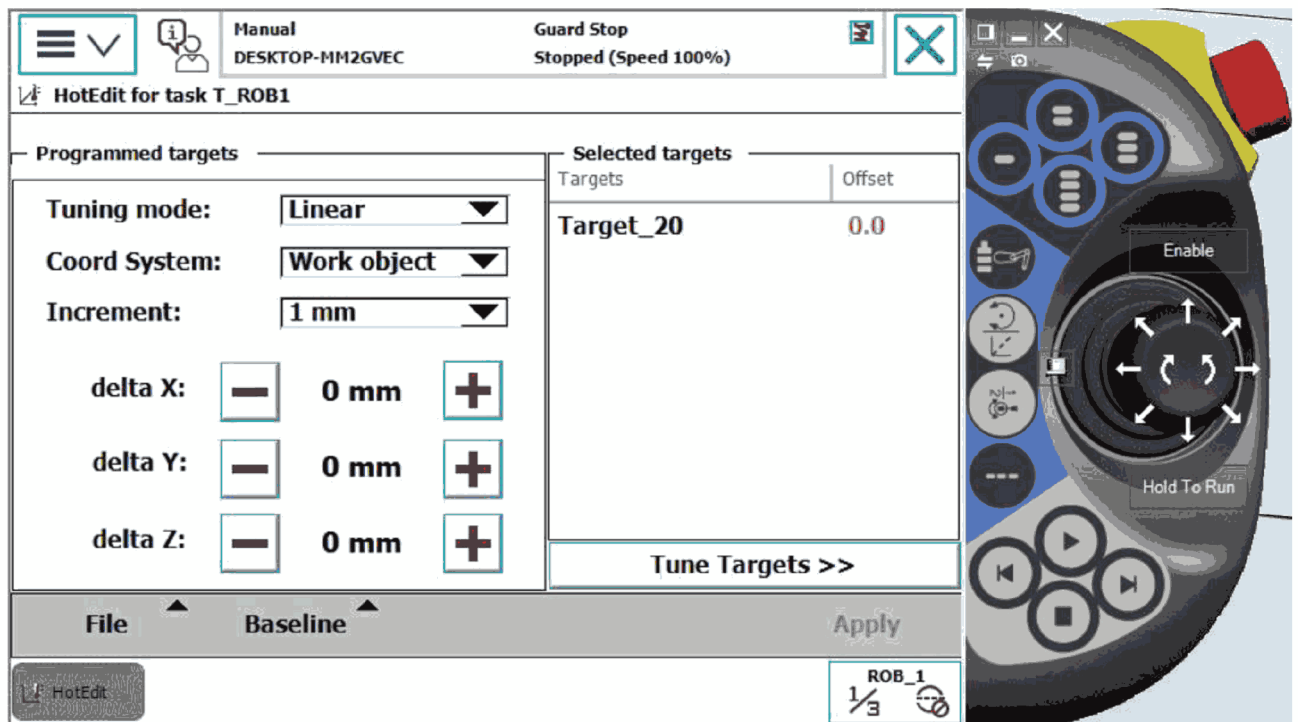


Рис. 5. Деталі меню «HotEdit» – «Tune Targets»

Функції, доступні в меню «HotEdit», представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Функції в «HotEdit»

«Target selections» Вибір базової точки	Перелік усіх іменних позицій у вигляді дерева. Виберіть позиції та додайте їх до розділу, натиснувши стрілку. Зауважте, що якщо позиція використовується в більш, ніж одному режимі, вона буде відображатися у всіх використаних місцях, а будь-які зміни, внесені в зсув, будуть однаковими для всіх, де вона використовується.
«Selected targets» Вибрані базові точки	Перераховує всі вибрані позиції та їх поточне зміщення. Торкніться кошика праворуч від імені позиції щоб видалити їх з вибору.
«File» Файл	Ви можете зберігати та завантажувати вибрану часто використовувану позицію за допомогою меню «Файл». Якщо ваша система використовує САК, це може бути єдиний спосіб вибору позицій для редагування.
«Baseline» Базова лінія	Меню базової лінії використовується для застосування або відхилення змін базової лінії.
«Tune targets» Налаштування базової точки	Натисніть «Настроїти базову точку» щоб відобразити іконки для редагування значень зміщення (координати та орієнтацію).
«APPLY»	Натисніть APPLY (Застосувати) щоб застосувати зміни, внесені в меню «Tune Cij». Примітка: це не змінює початкових значень позицій!

1.2 Inputs and outputs, меню I/O

Входи та виходи – це сигнали, що використовуються в робототехнічній системі. Сигнал вводу / виводу є логічним програмним забезпеченням сигналу вводу-виводу, розташованого на блоці польової шини, підключеному до польової шини в контролері. Зазначаючи сигнал, створюється логічне подання реального сигналу вводу / виводу. Конфігурація сигналу визначає конкретні параметри системи для сигналу, який буде контролювати поведінку робота (Рис. 6).

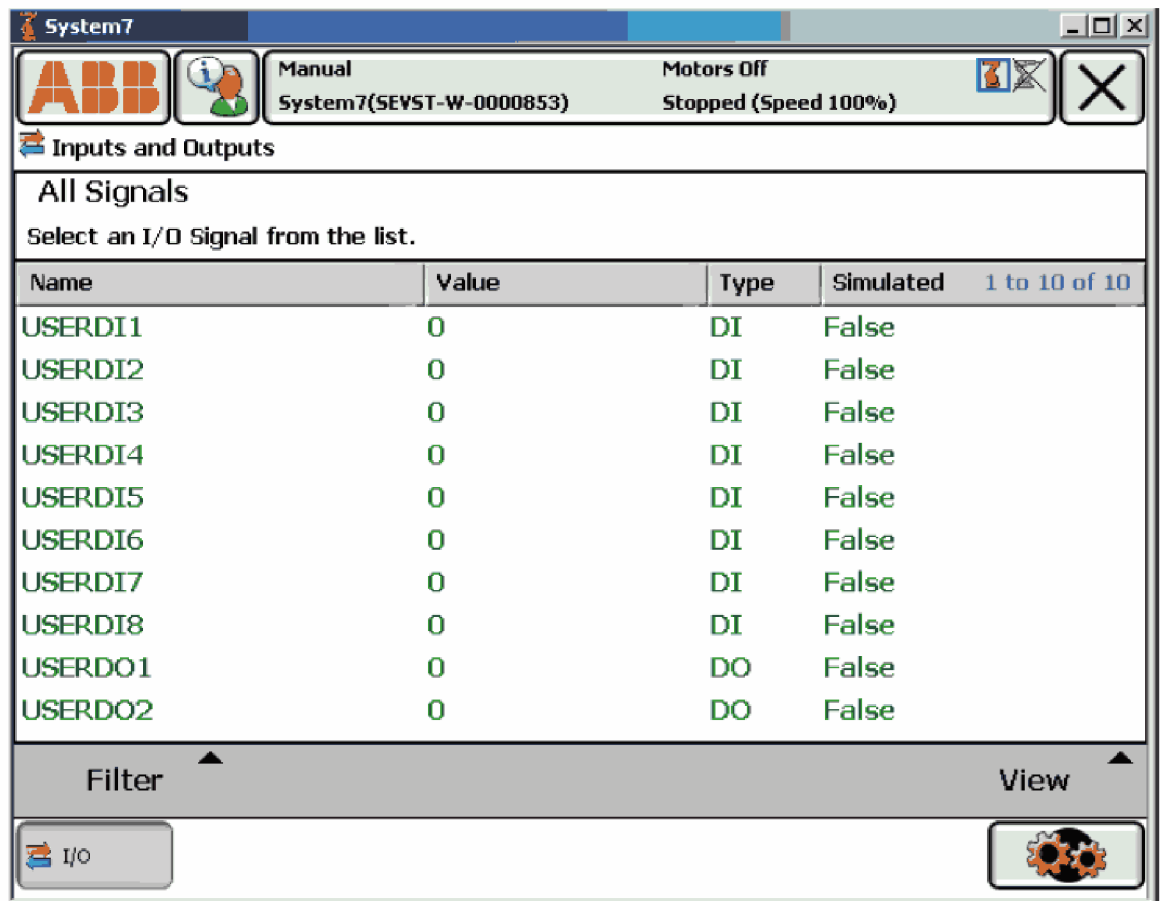


Рис. 6 Входи і виходи, що використовуються в робототехнічній системі

1.3 Меню Jogging

Функції «Jogging» знаходяться у вікні «Jogging» (Рис. 7 та 8), потрапити в яке найшвидше можна з меню «Quickset».

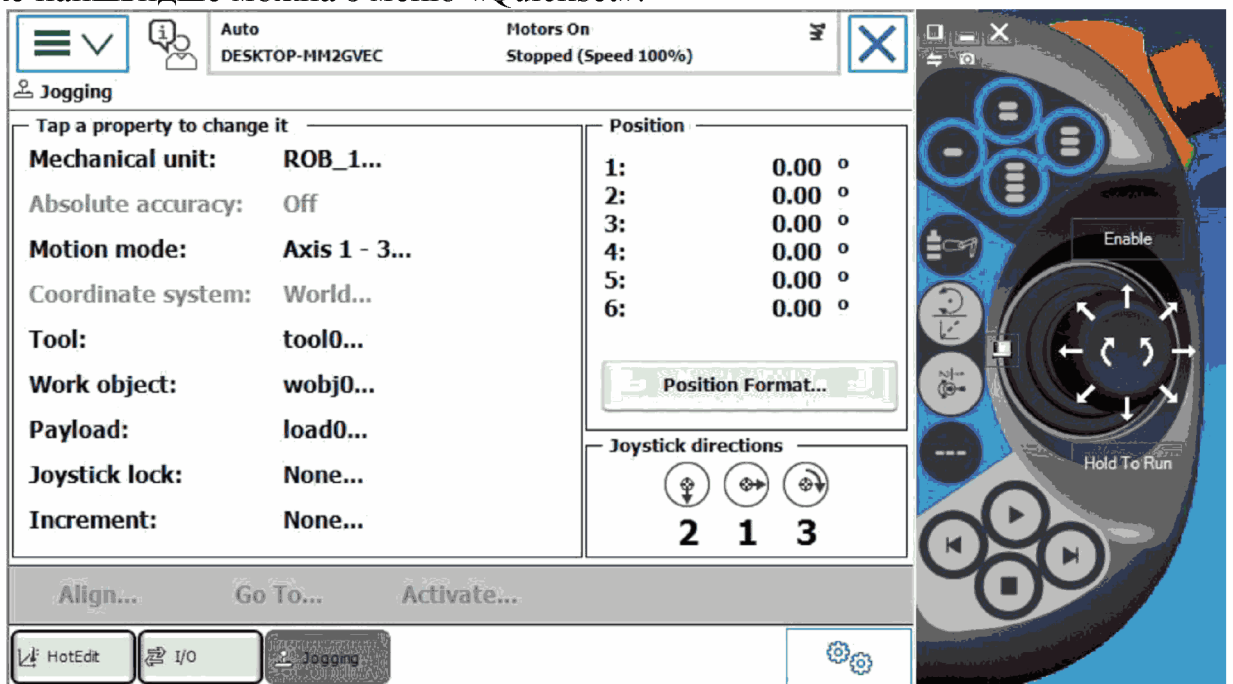


Рис. 7. Ілюстрація меню «Jogging»

Нижче наведено функції, доступні в меню «Jogging» (таблиця 2):

Таблиця 2. Функції в меню «Jogging»

«Mechanical unit» Механічний блок	Виберіть активний механічний блок
«Absolute accuracy» Абсолютна точність	Абсолютна точність: вимкнено за замовчуванням. Якщо робот має параметр Абсолютна точність, то відображається Абсолютна точність: Увімк.
«Motion mode» Режим руху (Рис. 8)	Виберіть режим руху, описаний у розділі
«Coordinate system» Система координат	Виберіть систему координат
«Tool» Інструмент	Виберіть інструмент
«Work object» Робочий об'єкт	Виберіть робочий об'єкт
«Payload» Корисне навантаження	Виберіть корисне навантаження
«Joystick lock» Замок джойстика	Виберіть блокування джойстика
«Increment» Інкремент	Виберіть приріст руху
«Position» Позиція	Відображає кожне положення осі стосовно вибраної системи координат
«Position format» Формат посадки	Виберіть формат позиції
«Joystick directions» Направлення джойстика	Відображає поточні вказівки джойстика залежно від налаштування в режимі руху
«Align» Вирівняти	Вирівняйте поточний інструмент за системою координат
«Go To» Йти до	Перемістіть робота до вибраної позиції / цілі
«Activate» Активувати	Активуйте механічний блок

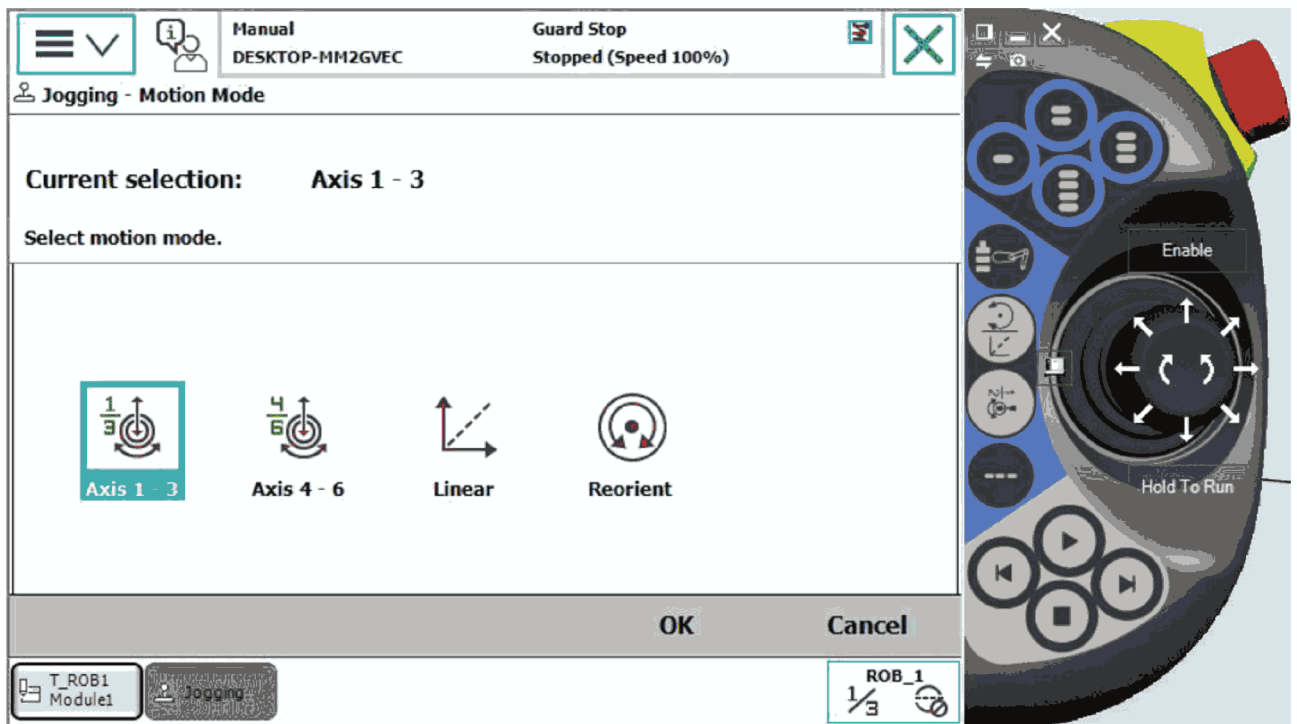


Рис. 8. Меню «Jogging» – Режим руху

1.4 Вікно Production

Вікно «Production» (Рис. 9) використовується для перегляду програмного коду під час роботи програми.

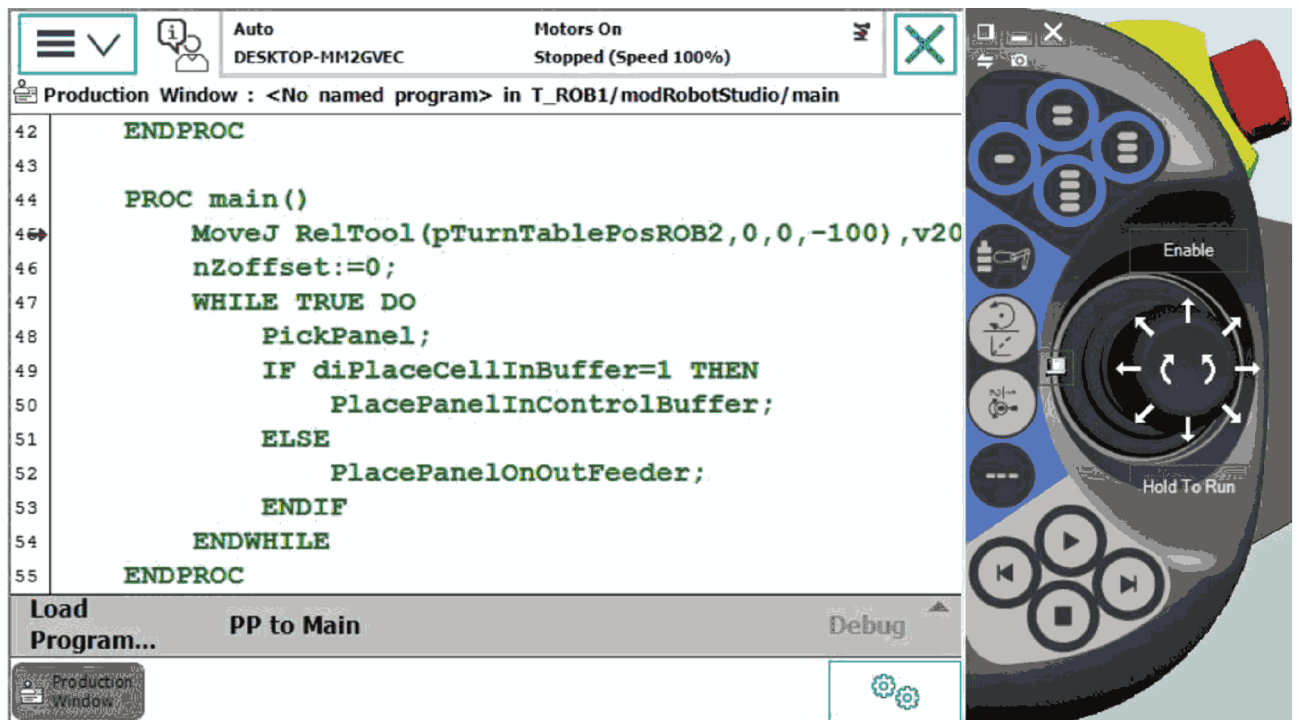


Рис. 9 Ілюстрація меню «Production»

Функції, доступні в меню «Production», представлені нижче в таблиці 3:

Таблиця 3. Функції в меню «Production»

«Load Program» Завантажити програму	завантажити нову програму
«Move PP to Main» Перемістіть ПП на головну	перемістити покажчик програми на основний режим
«Debug» Налагоджувати	<ul style="list-style-type: none"> • Змінити положення • Показати покажчик руху • Показати покажчик програми • Редагувати програму. Налагодження доступне лише в ручному режимі

1.5 Program editor (Редактор програм)

Редактор програм (Рис. 10) – це місце, де ви створюєте або змінюєте програми. Ви можете відкрити більше одного вікна редактора програм, що може бути корисним, наприклад, при роботі з багатозадачними програмами. Кнопка редактора програм на панелі завдань відображає назву завдання.

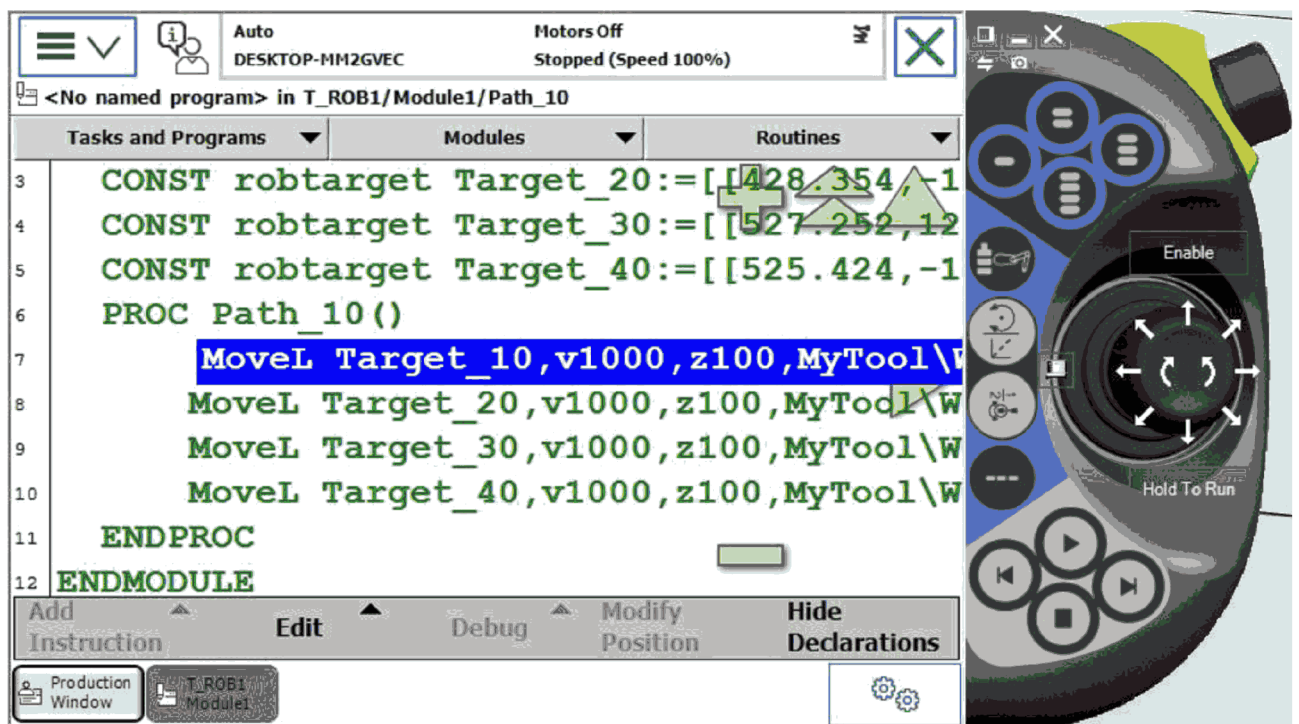


Рис. 10 Ілюстрація меню «Program editor»

Функції, доступні у вікні редактора програм, представлені нижче в таблиці 4:

Таблиця 4. Функції у вікні редактора

«Tasks and programs» Завдання та програми	Меню для програмних операцій
«Modules» Модулі	Список усіх модулів
«Routines» Підпрограми	Список усіх процедур
«Add instruction» Додавання інструкцій	Відкриває меню інструкцій
«Edit» Редагувати	Відкриває меню редагування
«Debug» Налагоджувати	Функції для переміщення покажчика програми
«Modify position» Змінити положення	Модифікація позицій шляхом переміщення робота на нове положення
«Hide declarations» Сховати оголошення	Приховати, наприклад, постійне або змінне оголошення

1.6 Program data (Програмні дані)

Перегляд даних програми (Рис. 11) містить функції для перегляду та роботи з типами даних та екземплярами. Ви можете відкрити більше одного вікна даних програми, що може бути корисно при роботі з багатьма екземплярами або типами даних.

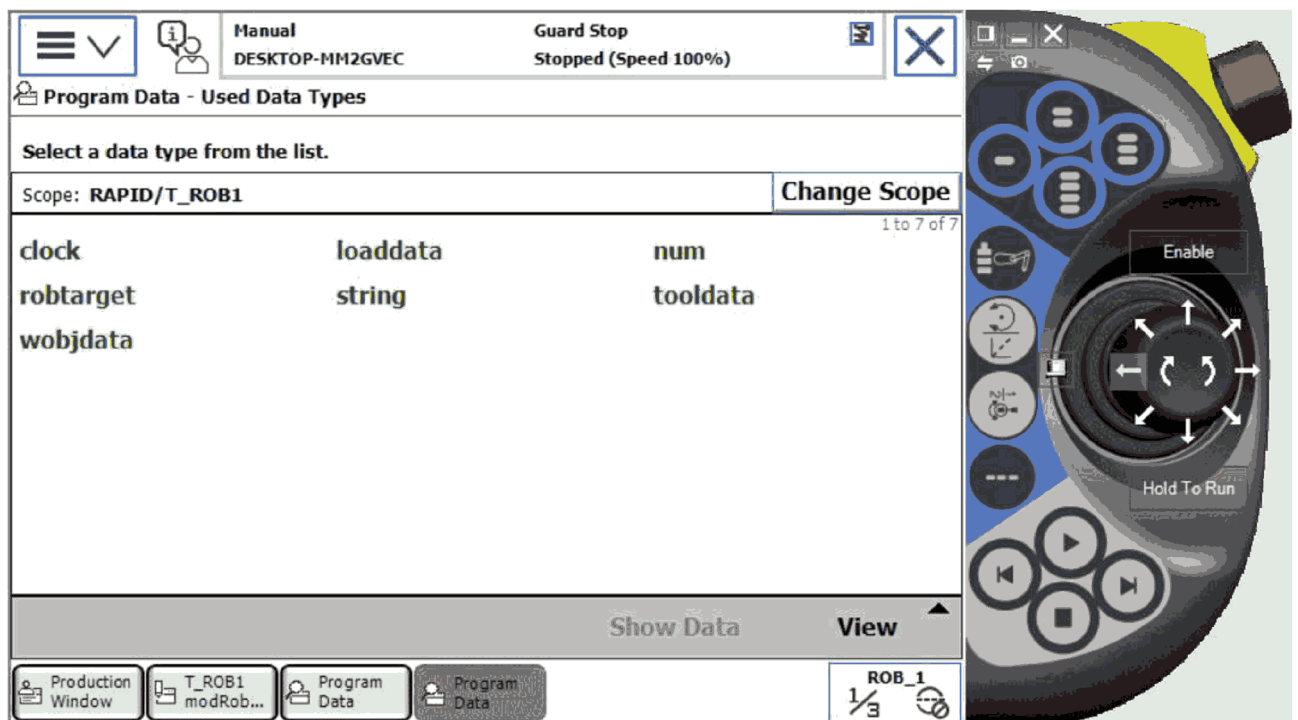


Рис. 11 Ілюстрація меню «Program data»

Функції, доступні у вікні даних про програму, представлені нижче в таблиці 5:

Таблиця 5. Функції у вікні даних програми

«Change scope» Змінити область застосування	змінює обсяг типів даних у списку
«Show data» Показати дані	показує всі екземпляри вибраного типу даних
«View» Переглянути	показує всі або лише використовувані типи даних

1.7 Меню Quickset

Меню «QuickSet» (Рис. 12) забезпечує більш швидкий спосіб змінити властивості ділянок траєкторії, а не використовувати «Jogging». Кожен пункт меню використовує символ для відображення поточного вибраного значення властивості або налаштування. Натисніть кнопку «Quickset» щоб відобразити доступні значення властивостей.

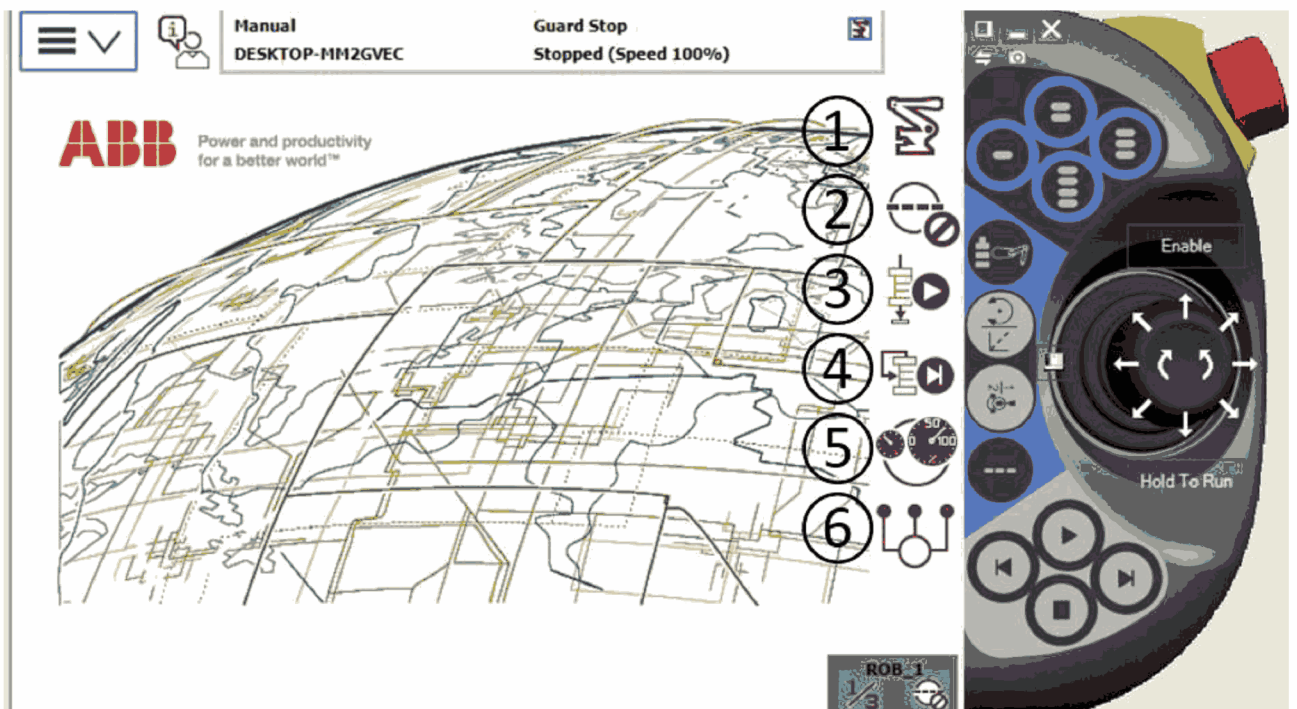


Рис. 12 Кнопки в меню «Quickset»

У таблиці 6 описані кнопки в меню «Quickset».

Таблиця 8.6. Кнопки в меню QuickSet

① «Mechanical unit», Механічний вузол	④ «Step Mode», Покроковий режим
② «Increment», Інкремент	⑤ «Speed», Швидкість

③ «Run Mode», Режим запуску

⑥ «Tasks» (to stop and Start),
Завдання (для зупинки та запуску)

2. Створення інструменту в FlexPendant

Для наочності створимо в цій лабораторній роботі робочий інструмент. Для цього у вкладці «Modeling» натисніть на «Solid» (твердотільний) і виберіть «Cone» (конус), як показано на Рис. 13. Задайте його параметри відповідно до Рис. 14.

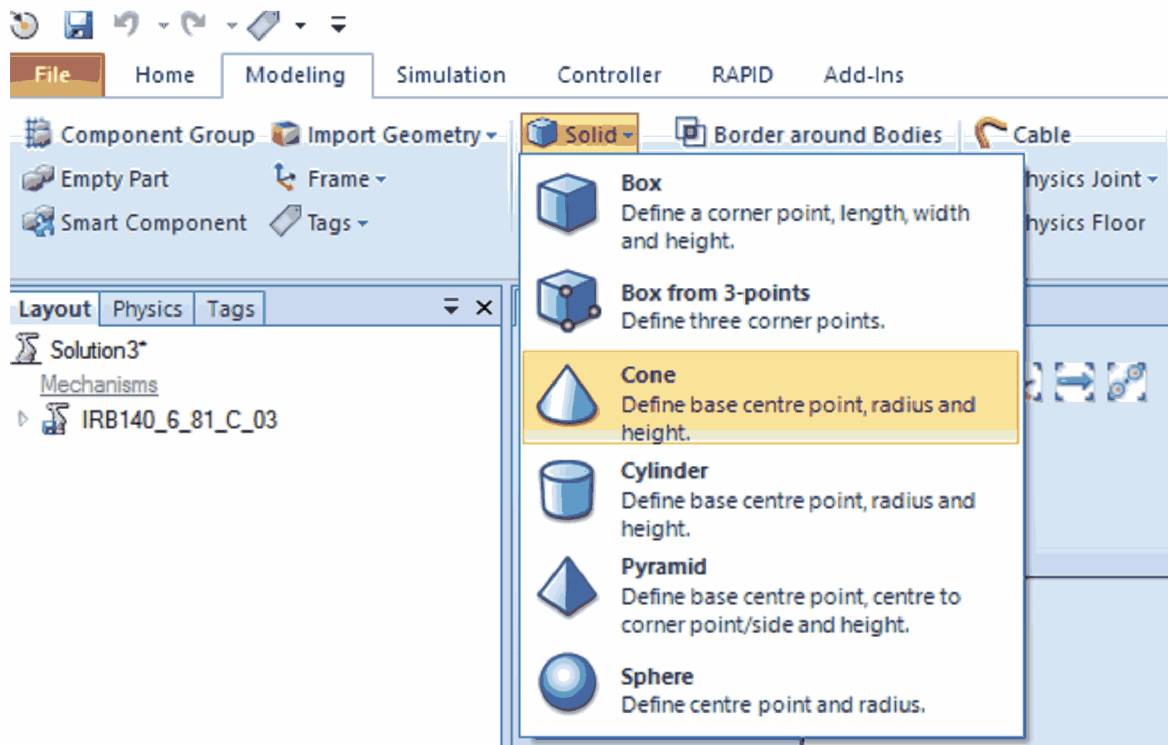


Рис. 13 Створення тіла

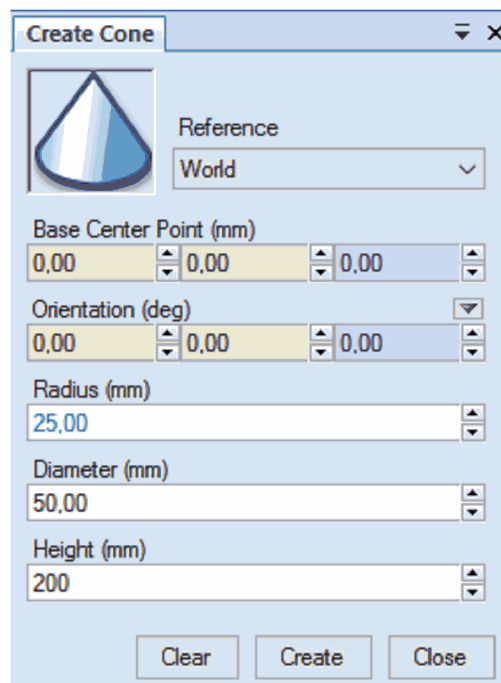


Рис. 14 Задання параметрів

Таким чином, ми створимо лише тіло, а потрібно інструмент. Для цього в тій же вкладці «Modeling» вибираємо «Crete Tool» (Рис. 15).

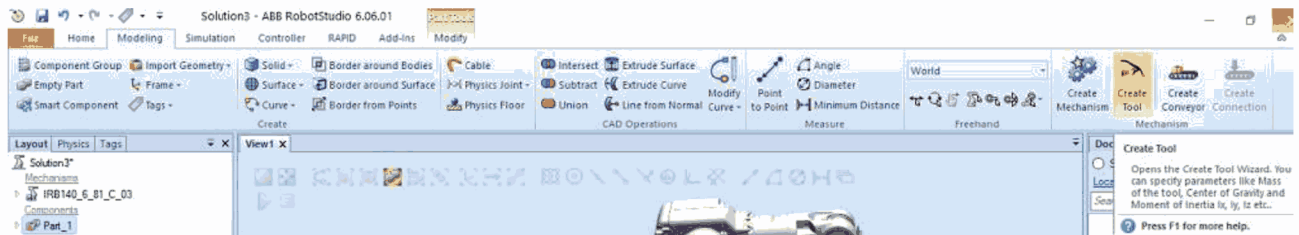


Рис. 15 Створення робочого інструмента

В налаштуваннях (Рис. 16) можна змінити ім'я інструменту (Tool Name) і використовувати створене тіло в якості цього інструменту (Use Existing – використовувати існуючий).

 The image shows the 'Create Tool' dialog box, Step 1 of 2. The title is 'Tool Information (Step 1 of 2)'. The subtitle is 'Enter name and select the component associated with your tool.' The 'Tool Name' field contains 'MyNewTool'. The 'Select Component' section has two radio buttons: 'Use Existing' (selected) and 'Use Dummy'. Below this is a dropdown menu showing 'Part_1'. The 'Mass (kg)' field is set to 1.00. The 'Center of Gravity (mm)' section has three fields: 'x' (0.00), 'y' (0.00), and 'z' (1.00). The 'Moment of Inertia bx, ly, lz (kgm²)' section has three fields: 'x' (0.00), 'y' (0.00), and 'z' (0.00). At the bottom are buttons for 'Help', 'Cancel', '< Back', and 'Next >'.

Рис. 16 Налаштування інструменту

Натиснемо «Next» і з'явиться наступне меню (Рис. 17). У ньому визначаємо, як показано в прикладі, ТСР – початкова орієнтація. Тепер, як і раніше, перетягнемо інструмент на модель робота (рис. 18).

TCP Information (Step 2 of 2)

Name and position your TCP(s).

TCP Name:		MyNewTool	
Values from Target/Frame		<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	
Position (mm)		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>0,00</div> <div>0,00</div> <div>200,00</div> </div>	
Orientation (deg)		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>0,00</div> <div>0,00</div> <div>0,00</div> </div>	
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>Delete</div> <div>Edit</div> </div>	

Help

Cancel

< Back

Done

Рис. 17 Орієнтація та позиціонування інструменту

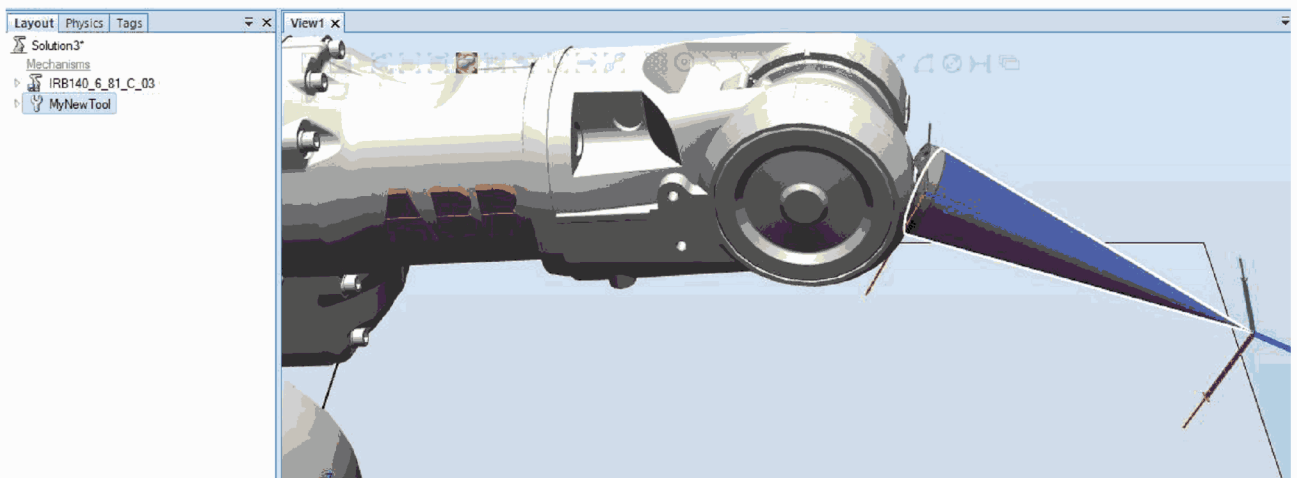


Рис. 18 Робот з створеним інструментом

Тепер у нас є інструмент, але його ще треба викликати з пульта. Для цього в меню виберемо «Program Data» (програмні дані). Виберемо «tooldata» і натиснемо «Show Data». У меню натиснемо на «New». У формі (Рис. 19) виберемо параметри згідно з рисунком.

		Manual DESKTOP-28057A6	Motors On Stopped (Speed 100%)		
--	--	----------------------------------	--	--	--

Data declaration

Data type: tooldata
Current Task: T_ROB1

Name:	<input style="width: 95%;" type="text" value="MyNewTool"/> <input style="width: 5%; text-align: center;" type="button" value="..."/>
Scope:	<input style="width: 95%;" type="text" value="Global"/> <input style="width: 5%; text-align: center;" type="button" value="▼"/>
Storage type:	<input style="width: 95%;" type="text" value="Constant"/> <input style="width: 5%; text-align: center;" type="button" value="▼"/>
Task:	<input style="width: 95%;" type="text" value="T_ROB1"/> <input style="width: 5%; text-align: center;" type="button" value="▼"/>
Module:	<input style="width: 95%;" type="text" value="Module1"/> <input style="width: 5%; text-align: center;" type="button" value="▼"/>
Routine:	<input style="width: 95%;" type="text" value="<None>"/> <input style="width: 5%; text-align: center;" type="button" value="▼"/>

Initial Value	OK	Cancel
----------------------	-----------	---------------

				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> ROB_1 1/3 </div>
--	--	--	--	--

Рис. 19 Налаштування інструменту через пульт

Повернувшись в редактор програм, побачимо, що там вже визначено інструмент і можна задавати рух робота з поточного положення. Для цього натиснемо на «Add Instruction» (додати інструкцію) і з'явиться меню з переліком операторів (Рис. 20).

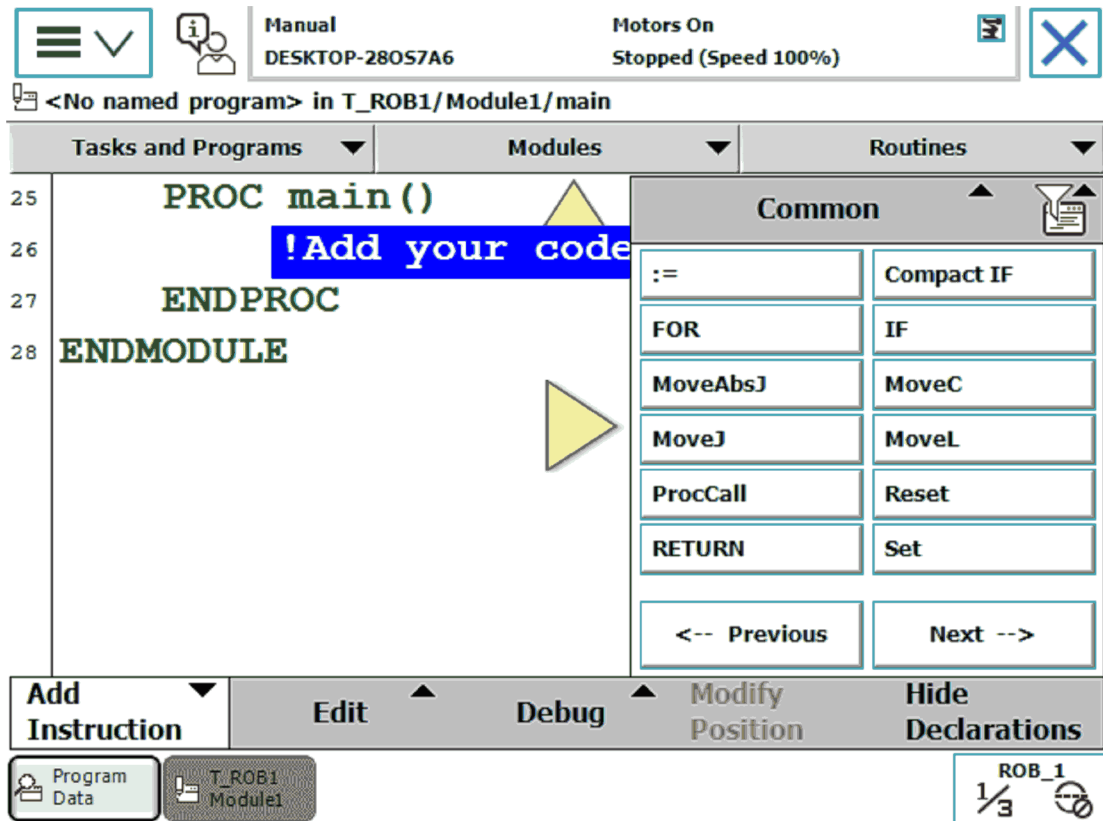


Рис. 20 Оператори в редакторі пульта

Виберемо, наприклад «MoveJ», тоді в програмному коді з'явиться рядок (Рис. 21). Його слід змінити на наш інструмент! Тепер через «Debug» (налагодження) можна покроково виконувати програму за допомогою «PP to Main».

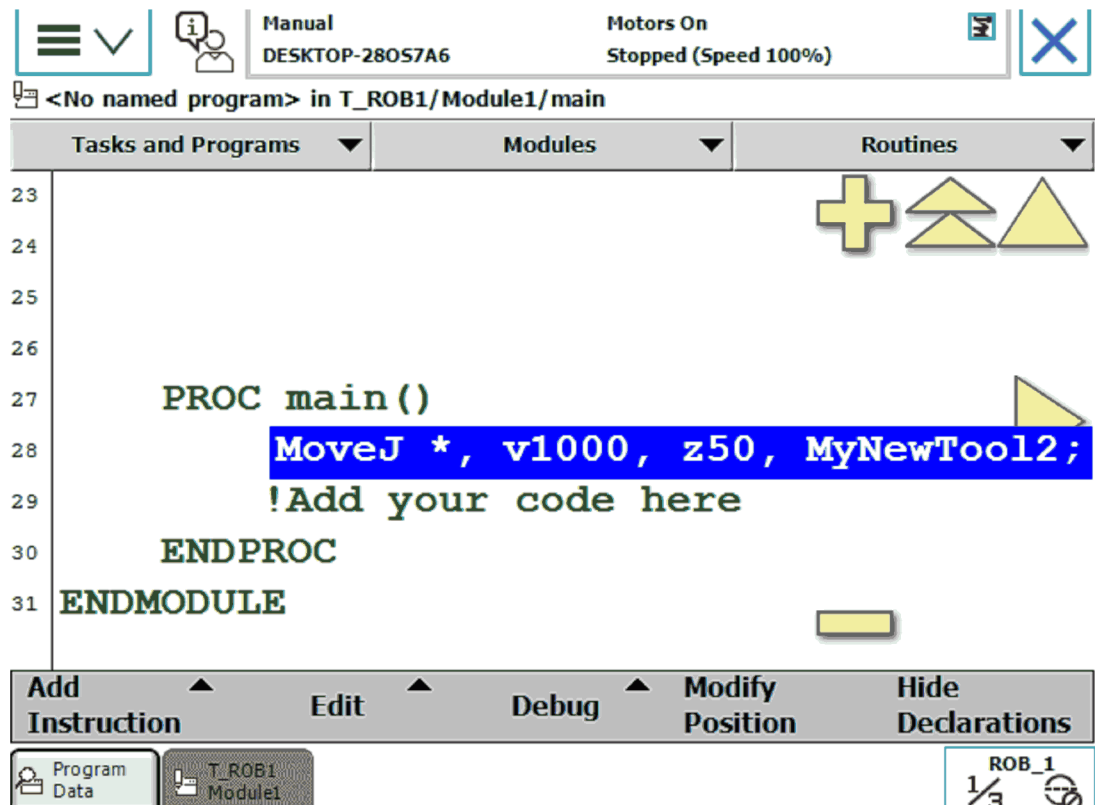


Рис. 21 Програмний код

3. Хід роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом з програмування в середовищі RobotStudio.
2. Отримати індивідуальний варіант захоплювального пристрою, промислового робота та траєкторії для виконання ним завдання в програмному середовищі RobotStudio.
3. Створення робочої станції за власним варіантом.
4. Програмування захоплювального пристрою, використовуючи FlexPendant.
5. Перевірка роботи захоплювального пристрою в раніше створеній робочій станції.
6. Продемонструвати викладачу роботу захоплювального пристрою в програмному середовищі RobotStudio за допомогою FlexPendant для власного варіанту робочої станції.
7. Після завершення виконання лабораторної роботи слід показати викладачу виконане завдання та оформити звіт.

4. Порядок оформлення звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Тему і мету.
2. Теоретичні відомості.
3. Результати виконання індивідуального завдання та послідовна інструкція його виконання за допомогою збережених зображень екрану.
4. Висновки.

5. Контрольні запитання

1. Що таке FlexPendant та які функції він виконує?
2. Як додати FlexPendant в середовище RobotStudio?
3. Які пункти є в головному меню FlexPendant?
4. За що відповідає пункт меню «HotEdit»?
5. За що відповідає пункт меню «I/O»?
6. За що відповідає пункт меню «Jogging»?
7. За що відповідає пункт меню «Production»?
8. За що відповідає пункт меню «Program editor»?
9. За що відповідає пункт меню «Program data»?
10. За що відповідає пункт меню «Quickset»?
11. За що відповідає пункт меню «HotEdit»?
12. Опишіть послідовність дій щоб створити інструмент за допомогою FlexPendant.

Рекомендована література

1. International Federation of Robotics: ISO 8373 «Industrial robots - definition and classification»
https://ifr.org/img/office/Industrial_Robots_2016_Chapter_1_2.pdf
2. RobotStudio® Simulation of industrial automation processes and offline programming of ABBs robots - Practical guide for students - / Mocan B., Timoftei S., Stan A., Fulea M. // CLUJ-NAPOCA, 2017. – P. 140.
3. ABB, Technical reference manual RAPID Instructions, Functions and Data type, 3HAC 16581-1, 2017.
4. ABB, Operating Manual RoboStudio 6.05, 3HAC032104-001 Revision: T, 2017.
5. Energy efficiency analysis of the manipulation process by the industrial objects with the use of Bernoulli gripping devices / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon, M. Mikhalishin // Journal of Electrical Engineering. – 2017. – № 68 (6). – P. 496 – 502. – DOI: 10.1515/jee-2017-0087.
6. Chatraei A. Optimal Control of Robot Manipulators. / A. Chatraei, D.M.I.V. ZAda. – 2011.
7. Siciliano B. Springer Handbook of Robotics / B. Siciliano, O. Khatib. – Berlin : Springer, 2008. – P. 1631.
8. Михайлишин Р. І. Optimization of bernoulli gripping device's orientation under the process of manipulations along direct trajectory / Р.І. Михайлишин, Я. І. Проць, В.Б. Савків // Вісник ТНТУ. – Тернопіль, 2016. – Том 81. – №1. – С. 107 – 117.
9. Orientation Modeling of Bernoulli Gripper Device with Off-Centered Masses of the Manipulating Object / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, O. Fendo, M. Mykhailyshyn // Procedia Engineering. – 2017. – №187, P. 264 – 271.
10. Justification of Design and Parameters of Bernoulli-Vacuum Gripping Device / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon, O. Fendo // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2017. – № 14(6), DOI: 1729881417741740.
11. Experimental Research of the Manipulation Process by the Objects Using Bernoulli Gripping Devices / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, M. Mikhalishin, F. Duchon // In Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering, International IEEE Conference. – Lviv, 2017. – P. 8 – 11.
12. Механізація та автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт: Навчальний посібник, Ч.1: Транспортні та навантажувально-розвантажувальні засоби / За заг. ред. С.Л. Литвиненка .-К.: Кондор, 2016 .- 208 с.
13. Modeling of Bernoulli gripping device orientation when manipulating objects along the arc. / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, M. Mikhalishin, F. Duchon // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2018. – № 15(2), DOI: 1729881418762670.

14. Substantiation of Bernoulli Grippers Parameters at Non-Contact Transportation of Objects with a Displaced Center of Mass / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, F. Duchon, P. Maruschak, O. Prentkovskis // 22nd International Scientific Conference Transport Means 2018. – Klaipeda, 2018. – P. 1370 – 1375.
15. Gasdynamic analysis of the Bernoulli grippers interaction with the surface of flat objects with displacement of the center of mass / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon // Vacuum. – 2019. – № 159, P. 524 – 533. – DOI: 10.1016/j.vacuum.2018.11.005.
16. Murray R.M. A mathematical introduction to robotic manipulation / R.M. Murray, Z. Li, S.S. Sastry // CRC press. – 1994. – P. 456.
17. Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко // Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 480 с.
18. Investigation of the energy consumption on performance of handling operations taking into account parameters of the grasping system / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, F. Duchon, V. Koloskov, I. Diahovchenko // 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS) – IEEE, 2018. – P. 295 – 300. – DOI: 10.1109/ieps.2018.8559586.
19. Analysis of frontal resistance force influence during manipulation of dimensional objects / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, F. Duchon, V. Koloskov, I. Diahovchenko // 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS) – IEEE, 2018. – P. 301 – 305. – DOI: 10.1109/ieps.2018.8559527.
20. Козырев Ю.Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов / Ю. Г. Козырев. – Москва: КНОРУС, 2010. – 312 с.
21. Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: навчальний посібник / Я.І. Проць – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя, 2008. – 232 с.
22. Михайлишин Р.І. Обґрунтування параметрів та орієнтації струминного захоплювача маніпулятора для автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.05 “Піднімально-транспортні машини” / Р.І. Михайлишин. – Тернопіль, 2018. – 21 с.
23. Михайлишин Р. І. Аналіз методів планування траєкторій маніпуляторів / Р.І. Михайлишин, В.Б. Савків // Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади» Луцький НТУ. – Луцьк, 2016. – №8 (1). – С. 61 – 69.
24. Justification of the object of manipulation parameters influence on the optimal orientation and lifting characteristics of Bernoulli gripping device / В.Б. Савків, Р.І. Михайлишин, Ф. Духон, М.С. Михайлишин // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон, 2017. – № 2 (61). – С. 98 – 104.
25. The analysis of influence of a nozzle form of the Bernoulli gripping devices on its energy efficiency / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, P. Maruschak, F.

- Duchon, L. Chovanec // Proceedings of ICCPT 2019, May 28-29, 2019. – Tern.: TNTU, Scientific Publishing House “SciView”, 2019. – P. 66–74. – DOI: 10.5281/zenodo.3387275.
26. Justification of Influence of the Form of Nozzle and Active Surface of Bernoulli Gripping Devices on Its Operational Characteristics / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, P. Maruschak, F. Duchon // TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. – Springer, 2020. — P. 263–272. – DOI: 10.1007/978-3-030-38666-5_28.
27. Rogowsky coil applications for power measurement under non-sinusoidal field conditions / I. Diahovchenko, R. Mykhailyshyn, D. Danylchenko, S. Shevchenko // Energetika. – 2019. – 65(1), P. 14 – 20. – DOI: 10.6001/energetika.v65i1.3972.
28. Analysis of Operational Characteristics of Pneumatic Device of Industrial Robot for Gripping and Control of Parameters of Objects of Manipulation / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, P. Maruschak, F. Duchon, O. Prentkovskis, I. Diahovchenko // TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. – Springer, 2020. — P. 504–510. – DOI: 10.1007/978-3-030-38666-5_53.
29. Optimization of design parameters of Bernoulli gripper with an annular nozzle / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, P. Maruschak, L. Chovanec, E. Prada, I. Virgala, O. Prentkovskis // Transport Means - Proceedings of the International Conference. – 2019. – P. 423-428.
30. Control of a small quadrotor for swarm operation / A. Trizuljak, F. Duchoň, J. Rodina, A. Babinec, M. Dekan, R. Mykhailyshyn // Journal of Electrical Engineering. – 70(1). – 2019. – P. 3-15. – DOI: 10.2478/jee-2019-0001.
31. Protection of Digital Power Meters Under the Influence of Strong Magnetic Fields / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, I. Diahovchenko, R. Olsen, D. Danylchenko // 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering UKRCON-2019 – IEEE, 2019. – P. 314 – 320. – DOI: 10.1109/UKRCON.2019.8879985.
32. Research of Energy Efficiency of Manipulation of Dimensional Objects With the Use of Pneumatic Gripping Devices / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, I. Diahovchenko, F. Duchon, R. Trembach // 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering UKRCON-2019 – IEEE, 2019. – P. 527 – 532. – DOI: 10.1109/UKRCON.2019.8879957.