

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Донбаська державна машинобудівна академія**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт з дисципліни**

**"Гнучке автоматизоване виробництво"**

**(Для магістрів очної форми навчання спеціальності 151)**

**Краматорськ 2018**

УДК 621.365

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Гнучке автоматизоване виробництво" (для магістрів спеціальності 151) / Упоряд .: В.Г.Макшанцев. - Краматорськ: ДДМА, 2018.- 72с.

Наведено сучасні системи управління роботою роботизованих технологічних комплексів на базі перепрограмованих контролерів, наведено приклади програмування.

Укладач

В.Г.Макшанцев, доц

Відповідальний за випуск

В.Г.Макшанцев, доц

## ЗМІСТ

	Стор
Загальні положення .....	4
Лабораторна робота №1. Дослідження циклової системи програмного управління ЕЦПУ-6030 на базі РТК1 .....	7
Лабораторна робота №2. Управління РТК2 за допомогою контролера МКП-1 .....	15
Лабораторна робота №3. Вивчення системи управління В & R2003 на базі РТК3.....	26
Лабораторна робота №4.: Робота з панеллю управління POWER PANEL PP41.....	45
Список рекомендованої літератури .....	72

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Запропоновані лабораторні роботи спрямовані на отримання практичних навичок та закріплення теоретичних знань з принципів основ побудови та експлуатації робототехнічних систем. Основна увага приділяється вивченню пристроїв роботів, дослідженню їх характеристик і принципів управління робототехнічними комплексами. При підготовці до виконання кожної роботи студент повинен:

- вивчити відповідні матеріали в конспекті лекцій і теоретичні розділи літератури, рекомендовані в даних методичних вказівках;
- познайомитися з описом лабораторної роботи;
- скласти таблиці для запису результатів;
- засвоїти правила техніки безпеки при роботі з приладами і пристроями.

По кожній лабораторній роботі студент складає індивідуальний звіт, який повинен містити короткі теоретичні відомості, принципові схеми та результати досліджень у вигляді таблиць і графіків з необхідними поясненнями і висновками. Звіти виконуються в 12-листовій зошити або на аркушах формату А4, при цьому всі листи звіту повинні бути зброшуровані.

Під час заліку студент повинен показати глибокі знання з відповідних розділів дисципліни, а також щодо використання методів експериментального дослідження і розрахунку.

Лабораторні роботи виконуються тільки з дозволу викладача і в його присутності.

Перед початком лабораторних робіт необхідно:

- переконатися в тому, що робот, система управління і компресор відключені від електроживлення;
- прибрати всі сторонні предмети з робочої зони робота;
- зайняти робочі місця поза робочої зони робота.

Якщо при експлуатації робота з'явилися візуально реєстровані несправності, необхідно його негайно відключити і повідомити про це викладачеві.

Після завершення робіт лабораторний стенд пред'являється викладачеві і потім вимикається. Всі органи управління повинні знаходитися в початковому положенні.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Створення гнучкого автоматизованого виробництва (ГАП) включає в себе організацію виробництва з наступними характерними ознаками:

1. Гнучкість виробництва, тобто можливість швидкого переходу з виготовлення одного виду виробів на інший.
2. Автоматизованість всіх або більшості операцій, включаючи обробку виробів, управління і переналагодження.
3. Об'єднаність виробництва загальним транспортом і управлінням.

У ГОСТ 26228-85 «Системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення », дано визначення: « Роботизований технологічний комплекс (РТК) - сукупність одиниці технологічного обладнання, промислового робота і засобів оснащення, автономно функціонуюча і здійснює багаторазові цикли.

РТК, призначені для роботи в ГПС, повинні мати автоматизовану переналагодження і можливість вбудовуватися в систему.

В якості технологічного обладнання може бути використаний ПР-РПК.

Засобами оснащення РТК можуть бути: пристрої накопичення, орієнтації, поштучної видачі об'єктів виробництва та інші пристрої, що забезпечують функціонування РТК.

Лабораторний практикум проводиться на базі лабораторних стендів, що імітують роботизовані технологічні комплекси для механічної обробки деталей, що включають в себе промисловий робот, систему управління, технологічне обладнання, допоміжне обладнання. Структурна схема роботизованого модуля включає накопичувач Н для подачі заготовок і відведення готових деталей, робот Р для завантаження-вивантаження технологічного обладнання та верстат С (рис.1.1).

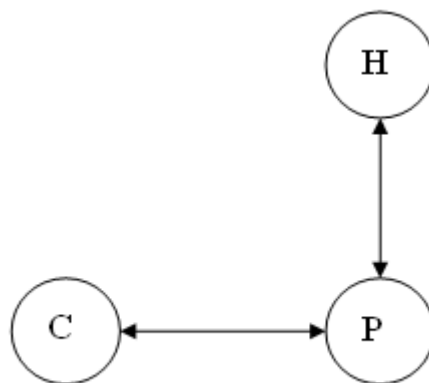


Рисунок 1.1 - Структура роботизованого модуля

Робот як об'єкт управління являє собою складну електромеханічну систему, що складається з многосвенної механічної конструкції (робочого механізму), виконавчого пристрою і електронної системи управління. Для розгляду просторового руху робочого механізму, представленого послідовним з'єднанням обертальних і поступальних кінематичних пар 5-го класу (як

найбільш часто вживаних в робототехніці), здійснюють вибір систем координат. Кожному ланці маніпулятора ставлять у відповідність декартову систему координат  $O_i x_i y_i z_i$  ( $i = 0, 1, \dots, N$ ). Тут  $N$  - число ланок маніпулятора.

На рис. 1.2 показана кінематична схема промислового робота «Універсал-15», для якої обрані пов'язані системи координат.

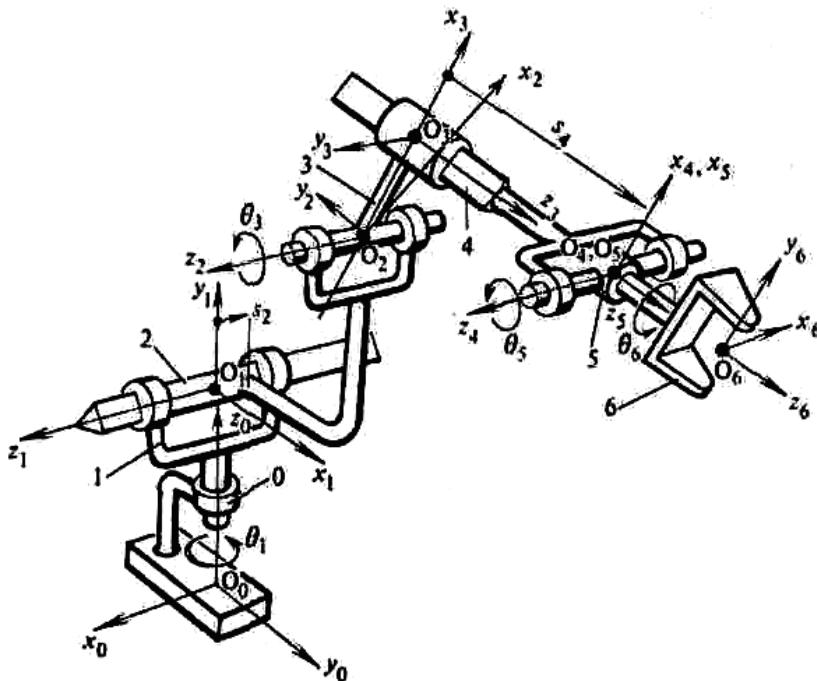


Рисунок 1.2 - Кінематична схема промислового робота «Універсал-15»

Зчленовані сусідні ланки маніпулятора утворюють кінематичну пару, якщо можливо їх відносно переміщення. Клас кінематичної пари визначається числом умов зв'язку  $k$  ( $1 \leq k \leq 5$ ), що накладаються на відносний рух ланок, що утворюють пару. Кінематичній парі  $k$ -го класу відповідає  $h = (6 - k)$  незалежних параметрів, що визначають відносне положення ланок, де  $h$  - число ступенів свободи кінематичної пари. Число ступенів свободи маніпулятора визначається числом незалежних рухів, в яких можуть брати участь його ланки.

Робочий механізм безпосередньо впливає на об'єкт або середу. Виконавче пристрій включає сукупність приводів з відповідними датчиками зворотного зв'язку, підсилювальними, що перетворюють і коригуючими елементами.

Завдання управління роботом полягає у формуванні керуючих впливів для виконавчих двигунів, відпрацювання яких гарантувала б проходження загарбним пристроєм маніпулятора заданої просторової траєкторії із заданою точністю.

Завдання формування керуючих впливів зводиться до побудови програмної траєкторії  $q_p(t)$ , т. е. закону зміни вектора відносного положення ланок маніпулятора  $q = [q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_N]^T$ , і подальшого синтезу власне закону управління, що забезпечує стійкість руху щодо програмної траєкторії.

Різноманіття систем керування роботами можна групувати за різними ознаками. Однак є досить загальні ознаки, які принципово характеризують процес управління роботом. Перш за все це спосіб управління, який визначається в залежності від ступеня участі оператора в управлінні роботом.

У лабораторному практикумі розглядаються програмні системи управління, основою яких є синтез руху робота по заздалегідь розрахованій переважно жорсткою програмою. Програма зберігається в пам'яті обчислювального пристрою і може бути змінена шляхом перепрограмування в новому циклі навчання робота. Головна особливість систем автоматичного керування роботами - відсутність безпосередньої участі людини в процесі управління. Функція оператора складається лише в навчанні, запуск і подальшому періодичному спостереженні за роботою робота.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛОВОЇ СИСТЕМИ ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЦПУ-6030 НА БАЗІ РТК1

**Мета роботи:** вивчення обладнання, що входить до складу РТК, складу та принципу дії циклової системи програмного управління ЕЦПУ-6030, освоєння методики програмування і набуття практичних навичок налаштування роботи робота за заданою програмою.

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

РТК1 включає промисловий робот МП-9С, систему управління ЕЦПУ-6030, технологічне обладнання вертикально-свердильний верстат з ЧПУ мод. 2Р135Ф2, допоміжне обладнання - тактовий стіл мод. СТ 150.

#### 1.1 ЕЛЕКТРОННИЙ ЦИКЛОВИЙ ПРОГРАМНИЙ ПРИСТРІЙ ЕЦПУ-6030

Пристрій ЕЦПУ-6030 призначений для управління маніпуляторами, що мають двохпозиційні ступеня стану, з позиціонуванням за упорами і відповідним технологічним обладнанням. Конструкція пристрою виконана у вигляді настільного пульта.

#### **Технічна характеристика пристрою ЕЦПУ-6030**

Тип системи управління - циклова.

Число керованих ланок маніпулятора - до 6.

Число ланок, керованих за шляховим принципом - 4.

Число ланок, керованих за шляховим

і за тимчасовим ознаками - 2.

Число точок зупину на керованій ланці - 2.

Число технологічних команд - 6.

Число блокувань - до 4.

Число програмованих витримок часу - 1.

Діапазон регулювання програмованої витримки часу - від 0 до 0,7.

Число кадрів програми - до 30.

Число виходів управління ланкою маніпулятора - 2.

Цей пристрій підтримує роздільну цифрову індикацію номера кадру програми

Елементна база - інтегральні мікросхеми серії К-155 в поєднанні з дискретними елементами.

На рис.1.3 показані основний функціональний склад пристрою ЕЦПУ-6030 і характерні зв'язки між вузлами і блоками.



Рисунок 1.3- Структурна схема пристрою ЕЦПУ-6030

Воно побудоване за принципом синхронного програмного автомата з жорстким циклом управління і складається з наступних основних вузлів і блоків:

- блок управління, призначений для обробки інформації за заданою програмою і видачі керуючих впливів на маніпулятор і технологічне обладнання;
- пульт управління, що забезпечує завдання режимів роботи пристрою, виконання операцій включення-виключення живлення, запуску в роботу, а також ручне управління ланками маніпулятора;
- программоноситель, призначений для набору і зберігання необхідної програми роботи робота;
- блок підсилювачів, що забезпечує видачу керуючих команд на розподільники маніпулятора і технологічне обладнання;
- блок живлення, що забезпечує живлення електронного устаткування, датчиків маніпулятора і технологічного обладнання.



Блок керування формує команди керування виконавчими органами маніпулятора і технологічним обладнанням на підставі інформації, що надходить з програмноносителя, сигналів від датчиків положення ланок маніпулятора і стану керуючих органів на пульті управління.

Пульт керування призначений для оперативного управління пристроєм і відображення стану робота.

З пульта управління можна задати один з наступних режимів роботи пристрою: РУЧНОЙ, КОМАНДА, ЦИКЛ, АВТОМАТ.

У режимі РУЧНОЙ команди на маніпулятор задаються з пульта управління і надходять на блок підсилювачів і далі на маніпулятор для управління його рухомими органами. Контроль положення виконавчих органів маніпулятора здійснюється за допомогою табло індикації стану ланок маніпулятора. У режимі КОМАНДА пристрій забезпечує відпрацювання одного кадру програми, набраної на програмноноситель. Після відпрацювання команд, заданих в кадрі, відбувається зупинка пристрою.

У режимі ЦИКЛ пристрій забезпечує одноразову відпрацювання всіх кадрів програми.

У режимі АВТОМАТ пристрій забезпечує багаторазову відпрацювання робочого циклу робота.

При натисканні кнопки режиму РУЧНОЙ на ланка маніпулятора видається команда, мнемонічне зображення якої нанесено на табло над кнопкою, табло при цьому загоряється.

Кнопка ПУСК функціонує тільки в режимах АВТОМАТ, ЦИКЛ і КОМАНДА. При натисканні на цю кнопку пристрій починає працювати за програмою, одночасно загоряється табло РОБОТА.

Кнопка СТОП служить для зупинки працюючого за програмою пристрою. При натисканні на цю кнопку табло РОБОТА гасне (живлення пристрою не вимикається).

Кнопка скидання СЧК (лічильника кадрів) використовується для попередньої установки лічильника кадрів в початковий стан.

Кнопка +1 СЧК використовується для зміни стану СЧК.

Кнопка СЕТЬ призначена для включення живлення.

При роботі робота за програмою на табло індикації висвічується поточний номер виконуваного кадру.

У верхній частині пристрою розташована червона кнопка аварійного вимкнення пристрою.

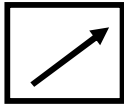

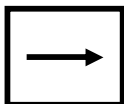
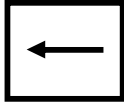
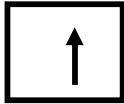
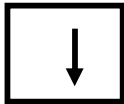


Програмоносій виконаний у вигляді двох складальних полів з багатопозиційних перемикачів і розміщений у верхній частині пристрою в спеціальній ніші, що закривається кришкою. Кожен кадр програми може містити одну або дві команди, які набираються на верхньому і нижньому полях програмноносителя.

Програма складається з циклограмме роботи робота, яка розбивається по кроках. Максимальне число кроків робочого циклу (а відповідно і програми) - 30. Програмоносій, на якому набирається програма, виконаний у вигляді двох

складальних полів багатопозиційних перемикачів по 30 шт. в кожному полі (число кроків програми).

Система команд пристрої ЕЦПУ-6030 приведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Перелік команд

номер команди	Назва команди	код кадру	
		верхнє поле	нижнє поле
1	Рух виконавчого пристрія вперед 	1	*
2	Рух виконавчого пристрія назад 	2	*
3	поворот вправо 	3	*
4	поворот вліво 	4	*
5	підйом вгору 	*	1
6	рух вниз 	*	2
7	Захватний пристрій закритий 	*	6
8	Захватний пристрій відкрито 	*	5
9	Технологічна команда 1	9	1
10	Те ж, 2	9	2
11	«, 3	9	3
12	«, 4	9	4
13	«, 5	9	5
14	«, 6	9	6
15	Витримка часу	*	9

16	пропуск	9	7
17	перехід	9	8
18	зупинення	9	9
19	кінець програми	0	0

Наявність верхнього і нижнього полів програмноносителя дозволяє виконувати одну або дві команди. Якщо в кадрі при програмуванні відповідна команда набирається на верхньому полі програмноносителя, а на нижньому полі замість знака \* встановлюється цифра 0, то даний кадр складається з однієї команди. Кадр також складається з однієї команди, якщо на верхньому полі замість знака \* встановлюється цифра 0.

Кадр спільного відпрацювання формується з двох команд, що набираються в одному кроці на верхньому і нижньому полях. Перехід до наступного кроку відбувається тільки після відпрацювання команд управління ланками маніпулятора, набраних на програмноноситель.

Технологічна команда - команда управління технологічним обладнанням. У кадрі програми може бути набрана тільки одна технологічна команда.

Команда ВИТРИМКА ЧАСУ служить для введення затримки між кроками програми. В цьому випадку в коді команди замість знака \* набирається цифра 0. За допомогою команди ВИТРИМКА ЧАСУ може бути реалізований і режим спільного відпрацювання команд, в якому одна команда починає відпрацьовуватися через заданий час (в залежності від того, скільки разів був набраний код 09) після початку іншої.

Команда ПЕРЕПУСТКА служить для організації пропуску одного кадру програми при виконанні зовнішньої умови. У разі якщо не приходить сигнал з датчика, встановленого на зовнішньому обладнанні, пристрій переходить до виконання кадру, записаного на  $(i + 1)$ -му кроці (на  $i$ -му кроці-ПЕРЕПУСТКА). Якщо зовнішня умова виконується, т. Е. Присутній сигнал -24 В, то пропуск кадру не відбувається.

Команда ПЕРЕХІД служить для організації умовного переходу до фіксованого кроку з довільного місця програми. Умовний перехід виконується при відсутності на вході пристрою -24 В; якщо сигнал -24 В присутній, то перехід не виконується, і пристрій переходить до виконання кроку, наступного за командою ПЕРЕХІД.

Команда ЗУПИНЕННЯ служить для зупинки пристрою, що працює за програмою.

Команда КІНЕЦЬ ПРОГРАМИ служить для зациклення програми роботи робота. При виконанні цієї команди лічильник кадрів скидається в вихідний нульовий стан, після чого виконання набраної програми повторюється.

У режимі ЦИКЛ, крім того, при виконанні команди КІНЕЦЬ ПРОГРАМИ проводиться останів пристрою.

Налагодження програми проводиться послідовно в режимах КОМАНДА, ЦИКЛ і АВТОМАТ на пристрій увімкнено. Перед початком налагодження необхідно ланки маніпуляторів вивести в початкове положення в режимі

РУЧНОЙ.

У режимі КОМАНДА, встановлюючи лічильник в нульове положення кнопкою скидання СЧК і натискаючи послідовно на кнопку ПУСК, відпрацювати всю програму. Потім програму перевірити в режимах ЦИКЛ і АВТОМАТ.

Приклад складання програми наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Приклад складання програми

номер кроку	код кадру	Найменування команд в кадрі
0	11	Вперед. підйом
1	06	Відкриття захватого пристрою

## 1.2 Експлуатація ЕЦПУ-6030

При включенні живлення ланки маніпулятора автоматично приходять в положення, яке відповідає зображенню в нижньому ряду табло індикації стану ланок маніпулятора. Щоб уникнути небажаних переміщень ланок при включенні живлення, ланки маніпулятора перед включенням мережі необхідно вручну вивести в початкове положення згідно табло індикації стану ланок.

Пристрій вводиться в робочий стан в наступному порядку:

- натисканням кнопки СЕТЬ включити живлення;
- встановити режим роботи РУЧНОЙ і за допомогою кнопок ручного управління ланками маніпулятора вивести їх в початкове положення;
- встановити режим роботи АВТОМАТ;
- натиснути кнопку скидання СЧК;
- натиснути кнопку ПУСК. При цьому робот почне функціонувати за програмою;
- перед зупинкою пристрою встановити режим роботи ЦИКЛ. Робот допрацьовує останній цикл і зупиняється, маніпулятор приходить в початковий стан;
- вимкнути живлення пристрою натисканням кнопки аварійного вимкнення живлення.

## 1.3 Порядок виконання роботи

Необхідно:

1. Створити структурну схему комплексу.
2. Створити планування комплексу з урахуванням сервісної зони робота.
3. Скласти алгоритм функціонування ПР щодо завантаження або розвантаження верстата відповідно до варіанта завдання.

4. Розробити циклограму роботи роботизованого технологічного комплексу (рис.1.4).

5. Розробити програму управління роботизованим комплексом.

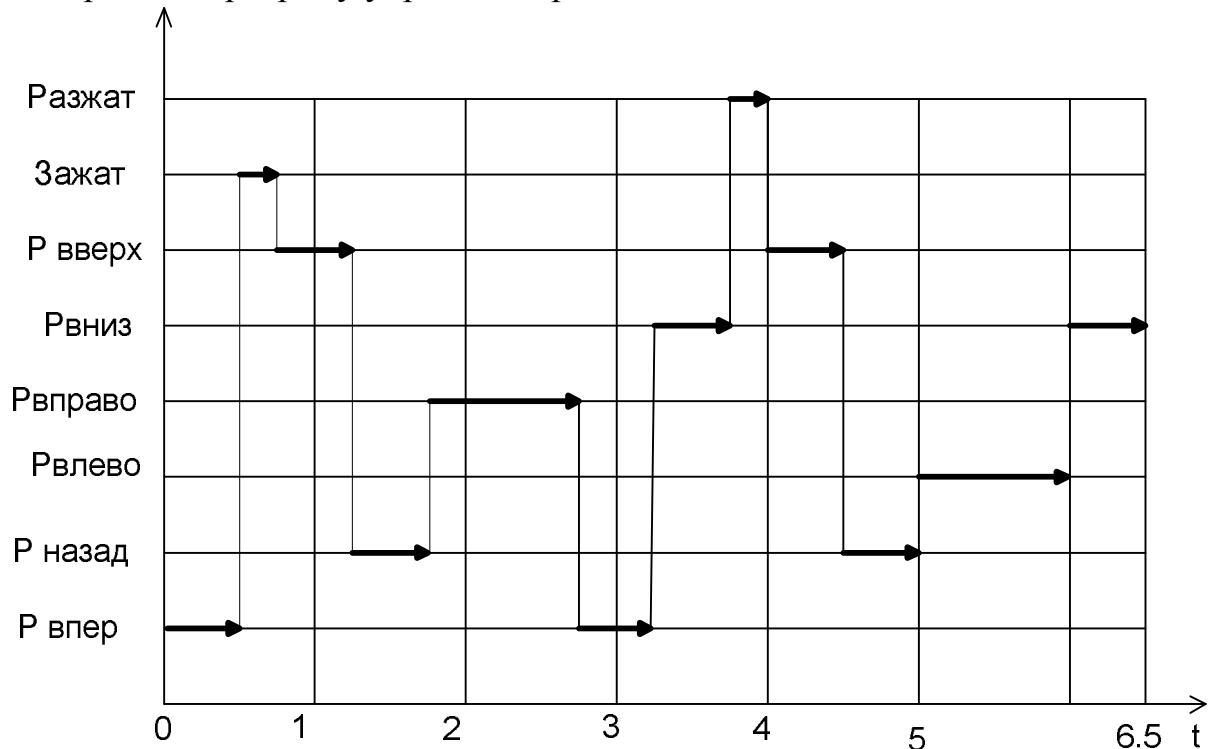


Рисунок 1.4 - Приклад циклограма роботи обладнання роботизованого модуля

### **ПЕРШЕ ЗАВДАННЯ до ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ ВЕРСТАТУ.**

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута вліво до тактовою столу, захват розціплений. Верстат розташований праворуч від тактового столу.

Варіант 1: Отримати технологічну команду, взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перенести в пневматичні лещата на столі свердлильного верстата з ЧПУ.

Варіант 2: Отримати технологічну команду і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ в трафарет на тактовому столі.

Варіант 3: Взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі, повернутися до верстата, почекати технологічної команди і перенести в пневматичні лещата на столі свердлильного верстата з ЧПУ.

Варіант 4: Отримати технологічну команду, взяти деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди і покласти деталь в трафарет.

Варіант 5. Отримати технологічну команду, взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті, завантажити в пневматичні лещата на столі свердлильного верстата з ЧПУ.

Варіант 6. Взяти деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ, повернутися до тактовою столу, почекати технологічної команди і покласти деталь в трафарет.

Варіант 7. Витримати час закінчення обробки на верстаті і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ в накопичувач заготовок.

### **ДРУГЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ ВЕРСТАТУ.**

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута вліво до верстата, захват розціплений. Тактовий стіл розташований праворуч від верстата.

Варіант 8: Отримати технологічну команду, взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перенести в пневматичні лещата на столі свердлильного верстата з ЧПУ.

Варіант 9: Отримати технологічну команду і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ в трафарет на тактовому столі.

Варіант 10: Взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі, повернутися до верстата, почекати технологічної команди і перенести в пневматичні лещата на столі свердлильного верстата з ЧПУ.

Варіант 11: Отримати технологічну команду, взяти деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди і покласти деталь в трафарет.

Варіант 12. Отримати технологічну команду, взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті, завантажити в пневматичні лещата на столі свердлильного верстата з ЧПУ.

Варіант 13. Взяти деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди і покласти деталь в трафарет.

Варіант 14. Витримати час закінчення обробки на верстаті і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ в накопичувач заготовок.

#### 1.4 Контрольні питання

1 Пояснити принцип дії і конструктивні особливості пневмопривода робота, окремих вузлів.

2 Вказати способи демпфірування кожного ступеня рухливості.

3 Пояснити фізичні основи регулювання швидкості пневматичних двигунів.

4 Вказати способи регулювання швидкості вихідної ланки пневматичного двигуна.

5 Вказати негативні фактори, які впливають на роботу приводу (викликані недостатнім демпфуванням руху виконавчих механізмів робота).

6 Пояснити принцип позиціонування в циклових роботах.

7 Зобразити графічно укрупнену схему циклових систем управління і вказати функціональне призначення блоків.

8 Назвати види програмоносіїв і методи запису програм в циклових системах управління.

9 Пояснити функціональне призначення наступних команд в системі ЕЦПУ-6030: ТЕХНОЛОГІЧНА КОМАНДА, ВИТРИМКА ЧАСУ, ПЕРЕПУСТКА, ПЕРЕХІД, ЗУПИНЕННЯ, КІНЕЦЬ ПРОГРАМИ.

10 Пояснити функціональні можливості системи ЕЦПУ-6030 в режимах: РУЧНОЙ, КОМАНДА, ЦИКЛ, АВТОМАТ.

11 Що таке робота за шляховим і тимчасовим принципом?

12 Пояснити функціональне призначення зворотного зв'язку в циклових системах управління.

13 У яких технологічних процесах допускається застосування циклових робіт?

#### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

##### УПРАВЛІННЯ РТК2 ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЛЕРА МКП-1

**Мета роботи:** вивчення обладнання, що входить до складу РТК, складу та принципу дії контролера програмованого МКП-1, вивчення принципу циклового управління і налагодження керуючої програми для заданого технологічного процесу.

## **Короткі відомості**

РТК2 включає промисловий робот ПР5, систему управління МКП-1, технологічне обладнання вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ МОД.6520Ф3-36, допоміжне обладнання - тактовий стіл мод. СТ 150

### **ПРОМИСЛОВИЙ РОБОТ ПР-5**

Робот ПР-5 - пневматичний (рис.2.1). Він призначений для виконання складальних, допоміжних та інших операцій в складі робототехнічного комплексу (РТК) і самостійно. ПР-5- надлегкий універсальний робот і випускається в трьох модифікаціях (дві модифікації мають циліндричну базову систему координат і одна - прямокутну).

Всі ступеня рухливості забезпечені демпферними пневмоциліндрами з дроселями для регулювання швидкості переміщення ланок. Робоча зона робота встановлюється за допомогою упорів з точним підстроюванням. Для збільшення числа точок позиціонування в роботі є регульований упор.

#### **Технічна характеристика робота ПР-5**

- 1 Вантажопідйомність - 0,16 кг.
- 2 Похибка позиціонування - не більше 0,1 мм.
- 3 Захоплюємий предмет - циліндр діаметром 28 ... 32 мм.

#### **ЦИКЛОВЕ УПРАВЛІННЯ РОБОТОМ ПР5 ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЛЕРА МКП-1**

#### **Короткий опис лабораторного стенду**

Управління роботом ПР5-циклове за тимчасовим принципом. Циклове управління роботами є найбільш простим, носить дискретний характер і застосовується для управління двопозиційними ланками маніпулятора. Пристрої циклового управління забезпечують жорстку послідовність виконання всіх тактів циклу за допомогою керуючої програми. При тимчасовому принципі управління кожний наступний такт циклу починає виконуватися після завершення встановленого оператором часу після початку попереднього, при цьому траєкторія руху робочого органу буде більш плавною.

Для управління роботом застосовано керуючий пристрій МКП-1. Живлення пневматичних золотників здійснюється від окремого джерела, що підключається до мережі змінного струму напругою 220 В (рис.2.1).



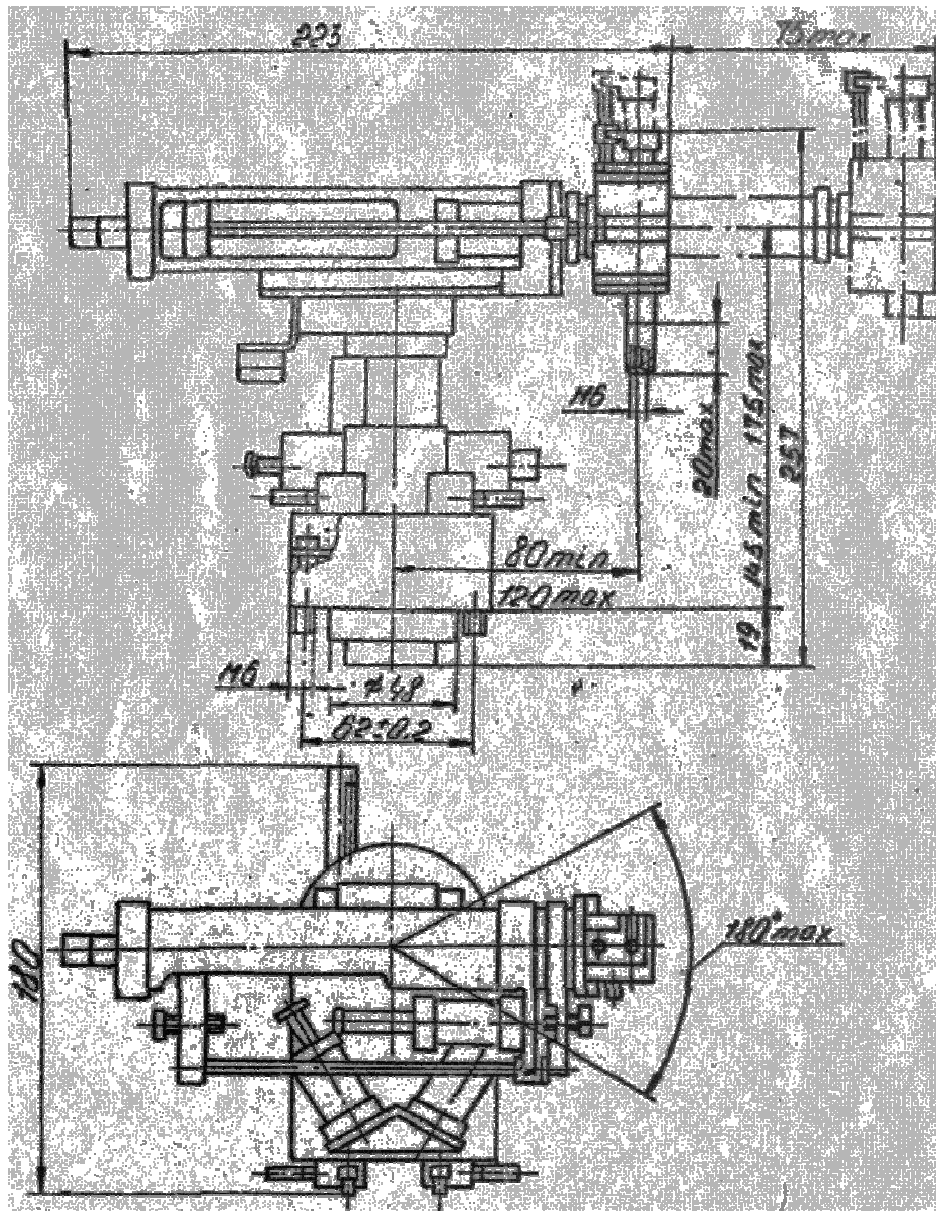
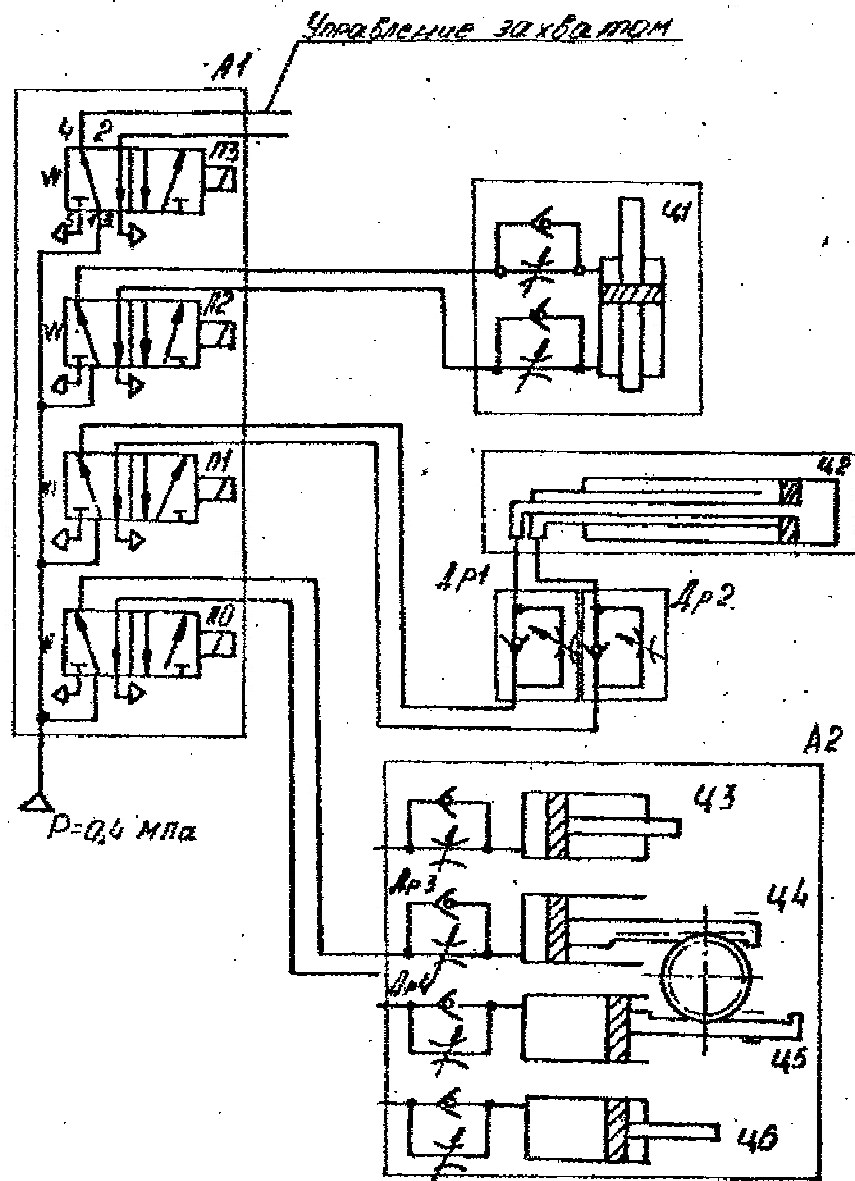


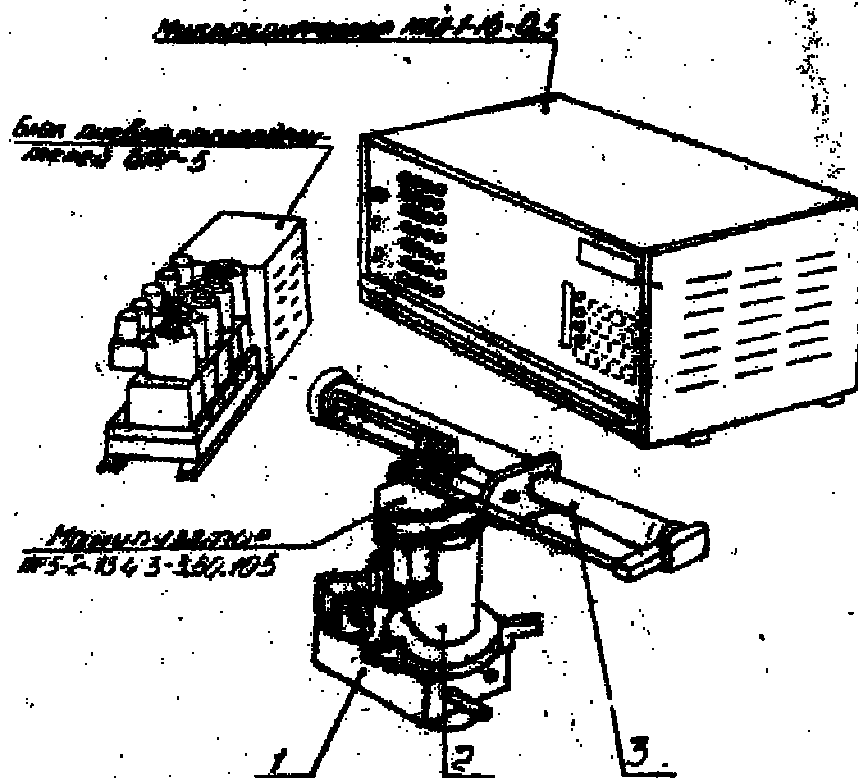
Рисунок 2.1 - Робот ПР-5

Привід - пневматичний (рис.2.2) .Робочий тиск - 0,4 ... 0,5 МПа.



Ц1 - Ц6 - лінійні модуля; Др1 - Др4 - дроселя; А1 - блок пневморозподілювачів;  
 А2 - блок кутовий

Рисунок 2.2- Схема пневматична принципова робота ПР-5-2Е-13.37-16-0.5



1-кутовий модуль МУ-13; 2-лінійний модуль МЛ-4; 3-лінійний модуль МЛ-3  
Рисунок 2.3 -Загальний вигляд промислового робота ПР5-2Е-13.3.7-16-0.5

### Короткий опис МКП-1

Мікроконтролер програмований МКП-1 призначений для циклового двохпозиційного управління маніпуляторами і технологічним обладнанням.

### Технічна характеристика МКП-1

1.Тип управління - циклової, по тимчасовому, подорожнього або суміщеному принципам.

2 Обсяг пам'яті - до 2 Кбайт.

3 Дискретність формування витримки часу - 0,1 с.

4 Вихідні сигнали:

- напруга, що комутується - 20 ... 30 В.

- максимальний струм комутації - 0,5 А.

5 Живлення - мережа змінного струму напругою 220 В.

Для підключення зовнішнього обладнання на задній стінці пристрою є роз'єми (роз'єми вхідних сигналів - стрілка спрямована до гнізда, роз'єми вихідних сигналів - стрілка спрямована від роз'єму).

### Режими роботи МКП-1

1 Режим ВП - введення програми. Використовується для запису кодів

команд керуючої програми. Введена інформація спільно з поточним значенням адреси відображається на дисплеї. Для переходу МКП-1 в режим ВП необхідно натиснути клавішу Р і, не відпускаючи її, натиснути клавішу 3, при цьому загоряється індикатор ВП.

2 Режим ПП - перегляду програми. Використовується для контролю записаної програми. Для перегляду програми в напрямку збільшення адреси необхідно натиснути клавішу Р і, не відпускаючи її, натиснути клавішу 4. Для перегляду програми в напрямку зменшення адреси необхідно натиснути клавішу Р і, не відпускаючи її, клавішу 5.

3 Ручний режим - Р. Застосовується для ручного управління обладнанням. Перехід в режим Р здійснюється натисканням клавіш Р і І, при цьому загоряється індикатор Р, а дисплей - погашений.

4 Режим Ш - кроковий. Призначений для виконання окремо кожної команди. Для переходу МКП-1 в режим Ш необхідно натиснути клавіші Р і 2, при цьому на дисплеї відображаються адреса і код команди, і загоряється індикатор Ш.

5 Режим А - автоматичний. Переклад в режим А здійснюється натисканням клавіш Р і 0, при цьому загоряється індикатор А, а дисплей залишається непогашеним.

Основні коди команд наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Основні коди команд

команда	Код операції	операція	зміст команди
ВКЛ	05	№ виходу	Включити вихід№
ВИКЛ	06	№ виходу	Вимкнути вихід№
Т	07	Т	Витримка часу величиною Т
БУП	09	Адреса команди	Безумовний перехід до виконання команди за вказаною адресою
РЕД	14	Адреса команди	Редагування із зазначеної адреси
НОП	00	0 0	Ні операції
ОЖ0	01	Адреса входу	Очікування відсутності вхідного сигналу. Перехід до виконання наступної команди програми відбувається тільки при відсутності сигналу на вході з заданим адресою
ОЖІ	02	Адреса	Очікування наявності вхідного сигналу.

		входу	Перехід до виконання наступної команди програми відбувається тільки при наявності сигналу на вході з заданим адресою
ПРО	03	Адреса входу	Перевірка входу на відсутність сигналу. При відсутності сигналу на вході з заданим адресою біт умови зберігає попереднє значення, в іншому випадку біт умови обнуляється
ПРІ	04	Адреса входу	Перевірка входу на наявність сигналу. При наявності сигналу на вході з заданим адресою біт умови зберігає попереднє значення, в іншому випадку біт умови обнуляється
СТОП	08	00	зупинка програми
УПІ	0А	Адреса команди	Перехід до виконання команди, що міститься за вказаною адресою, якщо в біте умови "І" ". В іншому випадку відбувається виконання наступної команди програми
УПО	06	Адреса команди	Перехід до виконання команди, що міститься за вказаною адресою, якщо в біте умови "О". Інакше відбувається виконання наступної команди програми
БАЛ	01	уставка	Зміна базового адреси програми
ПП	10	Адреса команди	Перехід до підпрограми. Перехід до виконання команди, що міститься за вказаною адресою з запам'ятовуванням адреси повернення
ПОВЕРНЕННЯ	11	00	Повернення з підпрограми

### Редагування програми

Редагування використовується для вставки додаткових команд в записану програму. Виконання команди РЕД здійснюється в режимі Р. Для редагування МКП-1 необхідно перевести в режим Р, набрати команду РЕД і № адреси. Наприклад, необхідно вставити команду 0501 на адресу 07, для цього в режимі Р набрати 1407, після чого натиснути будь-яку клавішу клавіатури (0 ... F). Потім перевести МКП-1 в режим ВП і ввести команду 0501. Всі інші команди в програмі зберігаються.

Для виключення якоїсь команди замість неї необхідно записати команду НОП.

Визначення відповідності виходів МКП-1 ступенями рухливості робота і приблизний час переміщення ланок маніпулятора, включаючи регульований упор і захват, здійснюється в ручному режимі: по черзі вмикати і вимикати всі його виходи. Отримані результати зведені в табл.2.2.

Таблиця 2.2 - Результати досліджень

№ виходу МКП-1	Назва ланки		Час переміщення ланки, з	
	Вкл.вихода 05	Викл.вихода 06	Вкл.вихода	Викл.вихода
00	переміщення вперед	переміщення назад		
01	переміщення вгору	переміщення вниз		
02	переміщення вправо	переміщення вліво		
03	захват затиснути	захват розтиснути		

### Складання керуючої програми

Відповідно до отриманого завдання скласти програму управління, використовуючи коди з таблиці 2.1. Номери адрес вказувати в шістнадцятковій системі числення. Програму записати у вигляді табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Приклад складання керуючої програми

номер адреси	код команди	команда
000	0500	рука вперед
001	0708	Витримка часу- 0,8с

## Порядок виконання роботи

Підготовлено промисловий робот ПР5 і система управління МКП-1 (додаток 2), технологічне обладнання - вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ мод.6520Ф3-36, допоміжне обладнання.

Необхідно:

1. Создать структурну схему комплексу.
2. Створити планування комплексу з урахуванням сервісної зони робота.
3. Составити алгоритм функціонування ПР щодо завантаження або розвантаження верстата відповідно до варіанта завдання.
4. Розробити циклограму роботи роботизованого технологічного комплексу.
5. Розробити програму управління роботизованим комплексом.

### ПЕРШЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ ВЕРСТАТУ

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута вліво до тактовою столу, захват розціплений. Верстат розташований праворуч від тактового столу.

Варіант 1: Отримати технологічну команду (витримка часу 1.0с), взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перенести в пневматичні лещата на столі верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.1 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.2 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.0 с;
- розтиснення-стиснення схвата - 0.9 с.

Варіант 2: Отримати технологічну команду (витримка часу 1.1с) і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ в трафарет на тактовому столі.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.3 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.1 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.2 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.8 с.

Варіант 3: Взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі, повернутися до верстата, почекати технологічної команди (витримка часу 1.4с) і перенести в пневматичні лещата на столі верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.0 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.3 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.1 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

Варіант 4: Отримати технологічну команду (витримка часу 1.4с), взяти деталь після обробки з пневматичних лещат сверлильного верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди (витримка часу 1.5с) і покласти деталь в трафарет.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.2 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.0 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.3 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 1.0 с.

Варіант 5: Отримати технологічну команду (витримка часу 0.7с), взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті (витримка часу 1.3с), завантажити в пневматичні лещата на столі верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.4 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 0.9 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.5 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

Варіант 6: Взяти деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди (витримка часу 1.4с) і покласти деталь в трафарет.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.5 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.1 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.6 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.8 с.

Варіант 7. Витримати час закінчення обробки на верстаті (витримка часу 1.0 с) і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ в накопичувач заготовок.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 0.9 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.2 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.0 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.6 с.

## **ДРУГЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ ВЕРСТАТА**

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута вліво до верстата, схват розціплений. Тактовий стіл розташований праворуч від верстата.



Варіант 8: Отримати технологічну команду (витримка часу 1.0с), взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перенести в пневматичні лещата на столі верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.1 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.2 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.0 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.9 с.

Варіант 9: Отримати технологічну команду (витримка часу 1.1с) і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ в трафарет на тактовому столі.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.3 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.1 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.2 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.8 с.

Варіант 10: Взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі, повернутися до верстата, почекати технологічної команди (витримка часу 1.4с) і перенести в пневматичні лещата на столі верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.0 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.3 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.1 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

Варіант 11: Отримати технологічну команду (витримка часу 1.4с), взяти деталь після обробки з пневматичних лещат свердлильного верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди (витримка часу 1.5с) і покласти деталь в трафарет.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.2 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.0 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.3 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 1.0 с.

Варіант 12 :. Отримати технологічну команду (витримка часу 0.7с), взяти деталь для обробки з трафарету на тактовому столі і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті (витримка часу 1.3с), завантажити в пневматичні лещата на столі верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.4 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 0.9 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.5 с;

розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

Варіант 13: Взяти деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди (витримка часу 1.4с) і покласти деталь в трафарет.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.5 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.1 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.6 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.8 с.

Варіант 14. Витримати час закінчення обробки на верстаті (витримка часу 1.0 с) і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ в накопичувач заготовок.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 0.9 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.2 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.0 с;
- розтиснення -стиснення схвата - 0.6 с.

### Контрольні питання

1. Переваги та недоліки шляхового і тимчасового принципів управління.
2. У яких, випадках застосовують тимчасовий принцип управління?
3. Переклад МКП-1 в різні режими.
4. Прийоми складання керуючої програми.
5. Редагування програми.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ВИВЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В & R2003 НА БАЗІ РТКЗ

**Мета роботи:** вивчення обладнання, що входить до складу РТК, складу та принципу дії програмованого логічного контролера В & R2003, вивчення принципу циклового управління і налагодження керуючої програми для заданого технологічного процесу.

### 3.1 Загальні відомості

Підготовлено промисловий робот МП-9С, система управління В & R2003 з ПЕОМ, програмний продукт В & R Automation Studio, технологічне обладнання -вертикально-свердильний верстат з ЧПУ мод. 2Р135Ф2, допоміжне обладнання.

#### Система автоматизації В & R 2003

Фірма «**Bernecker und Rainer Industrie-Electronic**» («**B&R**») виробляє широку гаму засобів автоматизації (рис.3.1): промислові контролери, модулі та панелі візуалізації і управління, промислові комп'ютери, сервоприводи з системами управління, блоки живлення і ДБЖ для контролерів, і обладнання для промислових інформаційних мереж, що відповідають міжнародним стандартам і сертифікатам: CE Sign (European Standards), UL and C-UL Sign (North America), IEC 61131, ISO 9001 і GOST-R.



Рисунок 3.1 - Системи автоматизації «B&R»

Надійність промислових контролерів характеризується показником МТBF (Середній час між відмовами). Для контролерів «B&R» цей показник досягає одного мільйона годин!

Існує кілька сімейств контролерів «B&R», які мають деякі конструктивні і технічні відмінності, що задовольняють будь-які конструкції шаф і розподілених систем - від інтелектуальних крос-панелей (IP20) до блоків із захистом (IP67) для розміщення в промисловому цеху. При цьому всі ці сімейства вільно комбінуються між собою, дозволяючи створювати системи розподіленого введення-виведення з єдиним процесором або системи з локальними процесорами, об'єднаними в одну або кілька інформаційно-керуючих мереж.

Контролери «B&R» не вимагають виділеного контуру заземлення - використовується стандартний промисловий контур заземлення. Це підвищує безпеку системи управління і знижує витрати при будівництві та монтажі.

«B&R» оснащує процесорні модулі багатозадачною детермінованою операційною системою, що вигідно відрізняє їх на ринку автоматизації.

Основними перевагами «B & R» на ринку засобів автоматизації в частині програмного забезпечення є:

- наявність фірмових програмних продуктів для середовища розробки та виконання
- детермінована багатозадачна операційна система
- модульна програмна архітектура
- функції файлу реєстрації помилок
- функції перевірки модуля введення - виведення
- параметри конфігурації системи
- підпрограми обробки виключення
- гнучка архітектура зв'язку
- багато бібліотечних функцій.

Для програмування всієї гами обладнання застосовується універсальна Windows-орієнтоване середовище програмування - Automation Studio™. Тут можна повністю конфігурувати введення-виведення, обробку інформації аж до візуалізації. Як SCADA-системи «B&R» пропонує свою власну систему, максимально інтегруючу всі можливості обладнання - Apról System.

### **Програмований контролер B&R System 2003**

Програмований контролер B&R 2003 (рис.3.2) може використовуватися в додатках від компактних - до систем віддаленого вводу / виводу і високопродуктивного PLC. Часи реакції до 10 мкс. Система просто розширюється за допомогою технології польової шини.

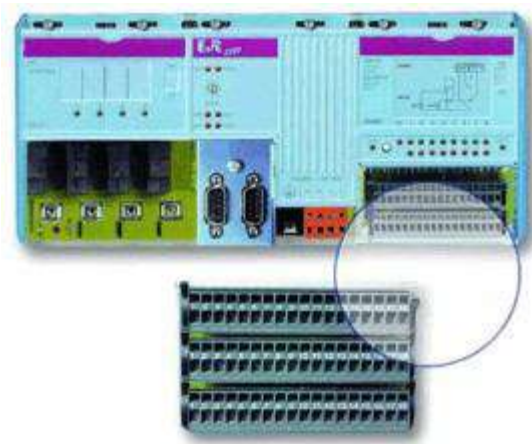


Рисунок 3.2- Програмований контролер B & R 2003

### ***Конструктивні особливості***

Модулі V&R System 2003 мають металевий корпус 77x115x70 мм. Вони вставляються в модуль базової плати і закріплюються гвинтами. Міцна базова плати виконана з алюмінію. Роз'єми для модулів для підключення ланцюгів мають кріплення під гвинт, або затискач (рис.3.3). Роз'ємні з'єднувачі, інтегровані в модулі, замінюють дорогі плати шини і спрощують обслуговування.

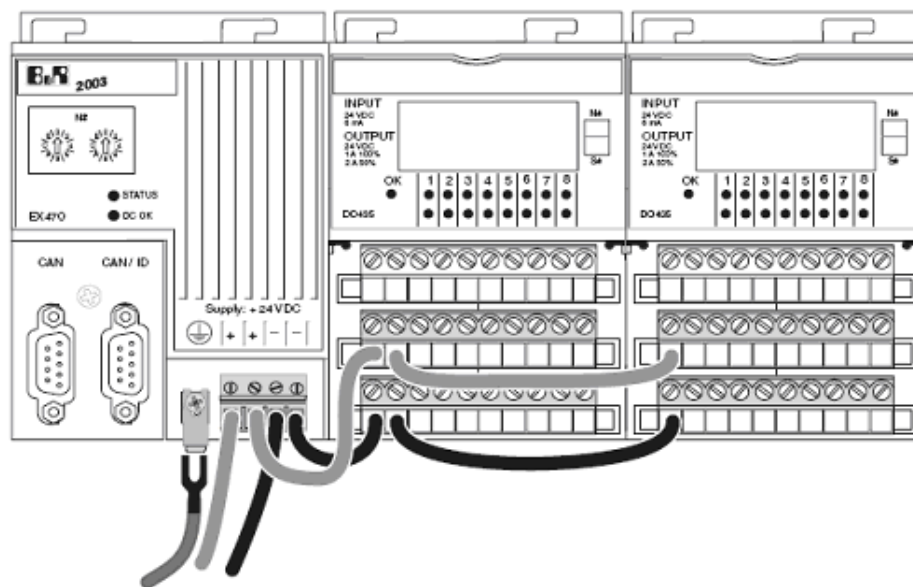


Рисунок 3.3 - Модульна конструкція V & R System 2003

### ***Технологія організації висновків***

На базовій платі встановлюється до 10 модулів (рис.3.4). При використанні віддалених вх / вих загальна кількість розширень до 31 станції.

Головний вузол віддаленого вводу / виводу має доступ до всіх підлеглим вузлів при швидкості передачі інформації до 10 Мбіт/с.



Рисунок 3.4- Багатомодульні система B & R System 2003

### ***Функції моніторингу***

Наступні функції моніторингу виконуються модулем підлеглому вузла шини CAN: контроль напруги для підлеглому модуля, контроль напруги для модулів введення-виведення, контроль працездатності, контроль часу простою, контроль виходів.

### ***Легко розширювана система***

Система просто розширюється за допомогою технології польової шини. Модульна конструкція системи дозволяє реалізовувати економічні конфігурації з рівнем модульності 132 каналу на модуль і безпосередньо з'єднувати датчики і виконавчі механізми.

### ***Висока швидкодія***

Часи реакції в мікросекундних діапазоні можливі з використанням апаратних засобів, що підтримують функції TPU, які засновані на технології RISC. Подібні швидкодіючі завдання виконуються без додаткового навантаження на CPU.

### ***Технічні характеристики основних модулів B & R System 2003***

Модулі  
центрального  
процесора CPU

CP430 CP470 CP474 CP476 CP770 CP774 CP476

Многозадачність  
Стандартні  
протоколи польової шини.  
Електрическа ізоляція між  
входами і польовою шиною.  
Робоча напруга: 24 VDC; 100-  
240 VAC. Кількість

Контролери віддалених входів / виходів	EX270EX470EX481EX484EX770EX779	оброблюваних сигналів без розширення: 272 цифрових і 80 аналогових. Інтерфейси: RS232; CAN; ETHERNET Powerlink. Пам'ять: 750 kB SRAM; 1,5 MB Flash PROM. Вбудований блок живлення
Модулі з цифровими вх / вих	DI 138, DO 139, DI 140, DO 164DI 435, DO 435DI 439, DO 720DI 465, DO 721DM 465, DO 722	Модульна концепція: введення-вивода. Стандартні протоколи польовий шини. Електрична ізоляція між входами і польовий шиною. Робоча напруга: 24 VDC; 100-240 VAC. Інтерфейси: RS232; CAN; ETHERNET Powerlink Електрична ізоляція між контролером і польовою шиною. Кількість каналів: 2; 4; 8; 16; 32. Напруга: 24 VDC; 100-240 VAC. Струм до 2 А. Вихідні елементи: транзистор, реле, семистор.
Модулі з аналоговими вх / вих	AI 261AI 774AI 351AO 352AI 354	Від 1 до 4 вх / вих на модуль; Сигнали: $\pm 10$ V, 0..20 mA; Вимірювальний ензометричний мост. Розрядність: 12, 13, 16 bit
температурні модулі	AT 324AT 351AT 352AT664	До 4 каналів на модуль. Розрядність до 16 bit. Датчики температури з вбудованою лінеаризацією (0C) FeCuNi тип J; NiCrNi тип K; PtRhPt тип S; КТУ; PT100 200; PT1000 2000
інтерфейсні модулі	IF 311IF 361IF 321IF 371	RS232; RS485 / RS422; RS485; CAN; PROFIBUS DP; ETHERNET Powerlink; ETHERNET, X2X
Модулі ЧПУ і позиціонування	NC 161DI 135DO 135	Encoder: частота 100 kHz. Розрядність: 32 bit Живлення: 5 ... 24 VDC
змішані модулі	CM 211CM 411	8 вх. 24 VDC, 4 ms; 8 тран. вих 24 VDC 0,5 А, 20 kHz2 вх. $\pm 10$ V, 0..20 mA, 2 вих. $\pm 10$ V, 12 bit3 вх. 24 VDC, 4 ms; 2 тран. вих 24 VDC 0,5 А, 50 kHz3 вх. $\pm 10$ V16 bit, 3 вих. $\pm 10$ V, 16 bit

Модуль вводу-виводу V&R 7CM211.7 показаний на рисунку.3.7.



Рисунок 3.5 - Модуль вводу-выводу

Схема входів показаний на рисунку.3.6.

●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
+24 VDC	+24 VDC	+24 VDC	NC	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4	DI 5	DI 6	DI 7	DI 8	Shield	AI 1+	AI 1 GND	Shield	AI 2+	AI 2 GND

Б

Рисунок 3.6 - Схема входів контролера

Схема виходів показаний на рисунку.3.7.

●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
GND	GND	GND	NC	DO 1	DO 2	DO 3	DO 4	DO 5	DO 6	DO 7	DO 8	Shield	AO 1+	AO 1 GND	Shield	AO 2+	AO 2 GND

Рисунок 3.7- Схема виходів контролера



Таблиця 3.1 Зіставлення віртуальних і реальних входів-виходів

Входы			Выходы		
№	Переменная	Состояние	№	Переменная	Команда
1	back	рука вперед	1	goback	назад
2	forward	рука назад	2	goforward	вперед
3			3	open	разжать схват
4			4	close	сжать схват
5	left	повернута влево	5	goleft	повернуть влево
6	right	повернута вправо	6	goright	повернуть вправо
7	up	рука вверх	7	goup	вверх
8	down	рука вниз	8	godown	вниз

### 3.2 Робота в Automation Studio

Програмний продукт V&R Automation Studio призначений для програмування мікроконтролерів.

В першу чергу, при відкритті нового проекту, необхідно задати його ім'я (рис.3.8). Внизу діалогового вікна необхідно встановити «пташку» (Upload hard-ware from target):

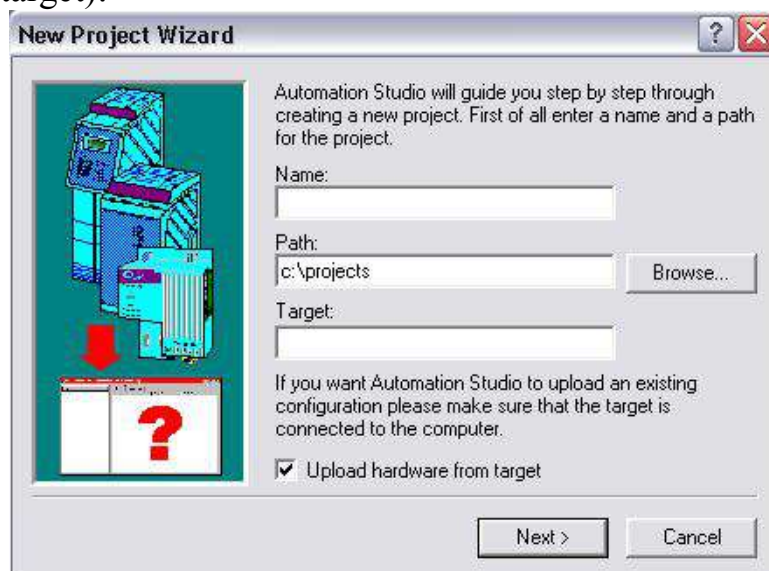


Рисунок 3.8 - Вікно нового проекту

- якщо «пташка» встановлена, то відбувається автоматичне прив'язка до обладнання, яке підключено до РС;
- якщо немає, то з'являється діалогове вікно для вибору обладнання, долось може бути підключено (при некоректному визначенні існуючого

обладнання) або для підключення емулятора.

Далі відбувається перевірка комп'ютером підключеного обладнання, при виявленні якого активізується кнопка Next (маємо можливість продовжити роботу далі).

На екрані з'явиться таке діалогове вікно містить:  
характеристики проекту;  
шлях до нового проекту (його розташування);  
тип обладнання.

Внизу діалогового вікна необхідно встановити «пташку» (Launch Insert Objekt Wizard).

якщо «пташка» встановлена, то при подальшій роботі, запускається Майстер створення проекту;

в іншому випадку проект запускається без створення програмного модуля.

При запуску майстра створення проекту, з'являється наступне діалогове вікно (рисунок 3.9), в якому пропонується вибрати тип програмного модуля з наведених нижче:

циклічний об'єкт;  
інформаційний об'єкт;  
системний об'єкт;  
розширений об'єкт.



Рисунок 3.9 - Вибір типу об'єкта

При виборі одного з перших трьох проектів, конкретно вказується тип програми, яка буде створена.

При виборі розширеного об'єкта, маємо можливість задати один з розширених типів програм.

Вибираємо, для створення основної програми циклічний об'єкт. Після натискання Next, з'являється наступне діалогове вікно (рисунок 3.10).

У ньому задають ім'я самої програми, мову програмування і час циклу (частота обробки програми мікро контролером).

Можна задати один з нижче перерахованих мов програмування.

- > B & R Automation Basic;
- > 3 Language;
- > Ladder Diagram;
- > Sequential function chart;
- > Structured text.

При виконанні нашої лабораторної роботи була вибрана мова програмування - B & R Automation Basic і час циклу Cyclic # 1 - (10 ms).



Рисунок 3.10 -Діалогове вікно визначення параметрів програмного модуля

Після натискання Finish на екрані з'являється наступне діалогове вікно (рисунок 3.11).

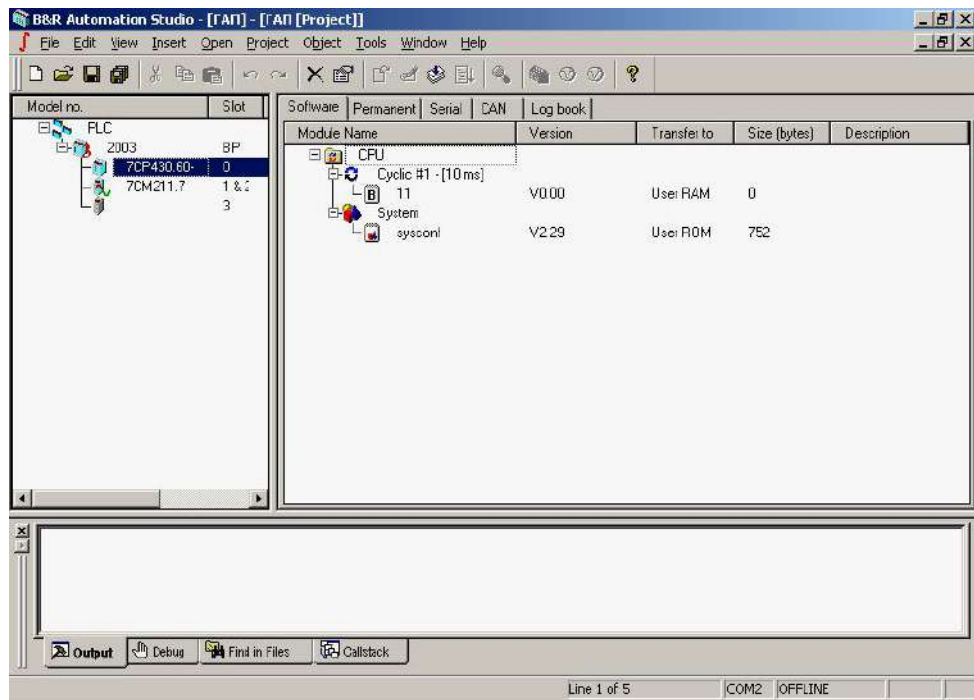


Рисунок 3.11 - Вікно проекту

Зліва цього вікна розташовується дерево проекту:

- > Назва проекту;
- > тип контролера;
- > тип процесорного модуля;
- > назва модулів введення / виведення.

При виборі в дереві проекту процесорного модуля, в правому вікні з'являється інформація про процесорному модулі (у вигляді дерева). У ньому зазначено тип програмного модуля з зазначенням частоти, ім'я програми, вказується системний модуль з інформацією про підключених системних файлах.

При виборі модуля введення / виводу (рис.3.12) в правому вікні з'являється інформація про існуючі каналах введення / виводу з їх характеристиками (їх тип, характеристики, імена відповідних змінних).

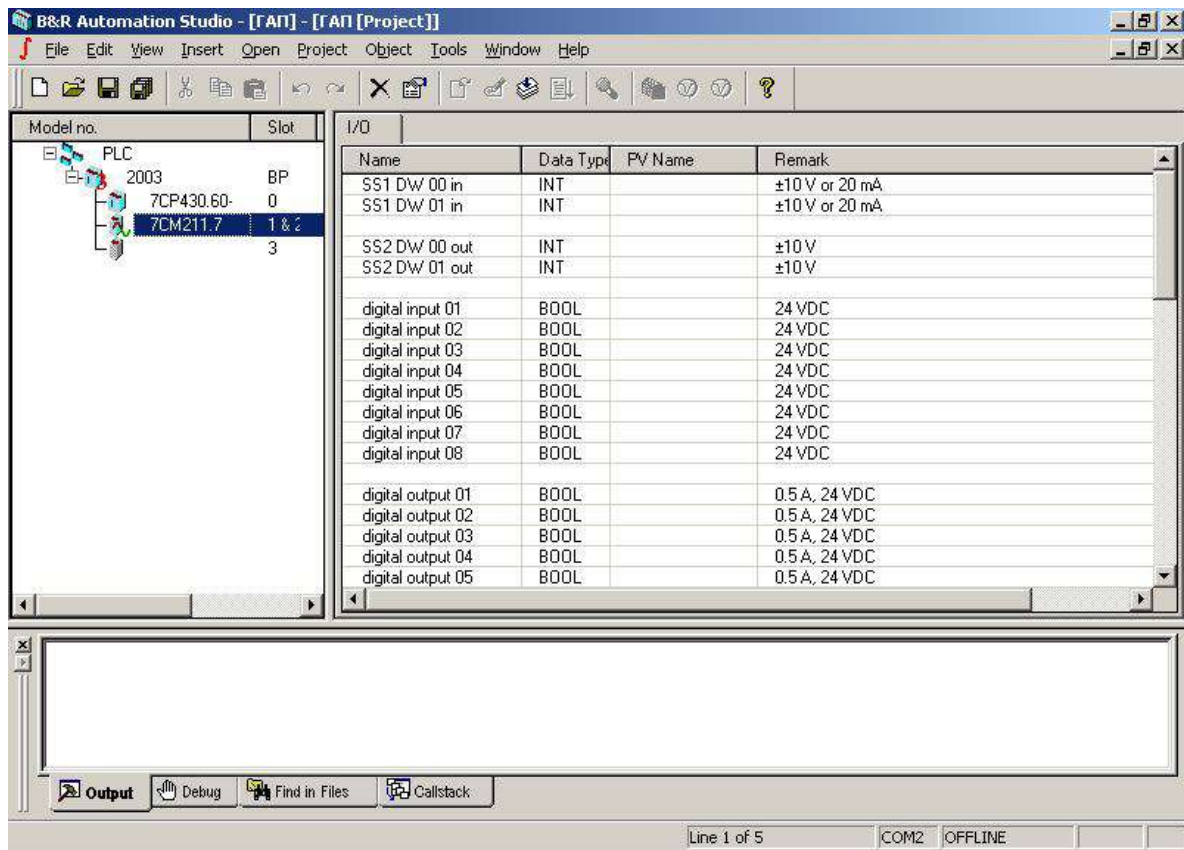


Рисунок 3.12 - Опис модуля введення-виведення

Назви введів / висновків, їх тип (дискретний або аналоговий), їх параметри (струм і напруга) задаються за умовчанням (в залежності від типу контролера), а імена відповідних змінних на розсуд користувача

Внизу екрана розташована «вікно виводу» в якому розміщується інформація про проект при компіляції (кількість помилок і зауважень, їх короткий коментар).

Для отримання доступу до програми необхідно в лівому вікні вибрати модуль процесора, а в правому, в дереві станів проекту, клацнути мишкою по імені програми (CPU - »Ciclic-> ім'я програми). При цьому відкриється поле для складання програми (рис. 3.13).

Після складання програми, при необхідності, підключаються додаткові системні файли (бібліотеки або модулі) і компілюється написана програма. Компіляція програми відбувається командою Build (Project- »Build), натисканням лівої клавіші миші на відповідну пиктамиграму або натисканням клавіші F7.

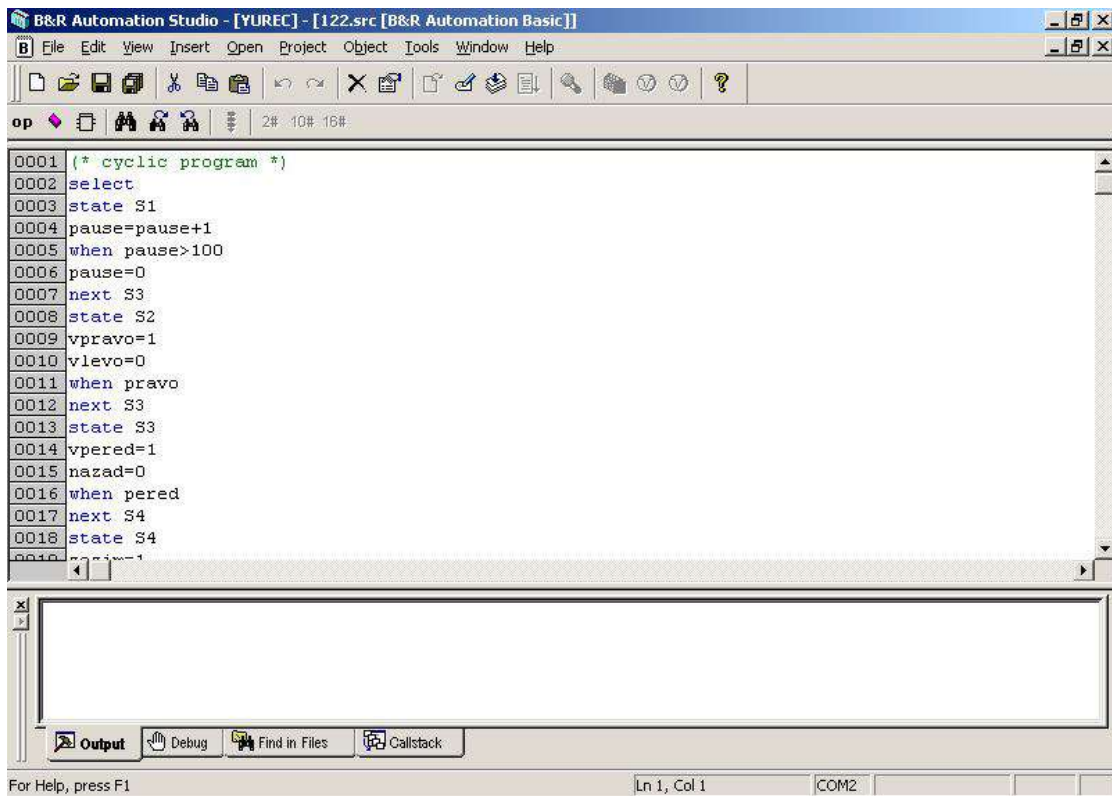


Рисунок 3.13 - Поле для складання програми

Після компіляції програми, з'являється вікно вибору подальших дій (рис. 3.14).

При відсутності помилок в проекті активна кнопка Transfer, яка дає можливість передати відкомпільовану програму на контролер.

Кнопка OK натискається при бажанні повернення в проект без передачі програми на контролер



Рисунок 3.14 - Вікно передачі програми на контролер

Якщо в проекті є помилки, які виявив компілятор, з'являється відповідне повідомлення.

Після натискання кнопки Transfer, буде з'являтися ряд вікон по налаштуванню передачі інформації, з вмістом яких потрібно погоджуватися з

промовчунию. Функціональних клавіші панелі інструментів, що не були описані вище.

Transfer - служить для передачі на контролер останньої скомпільованій версії програми.

Monitor - служить для спостереження за виконуваною програмою (комп'ютер зв'язується з контролером і інтерактивно опитує стану змінної, відображаючи їх на екрані, якщо це передбачено)

0 Stop target - зупинити пристрій - служить для зупинки всієї працюючої програми на контролері.

Cold Restart - «холодний перезапуск» - служить для перезапуску контролера з стиранням всієї міститься в ньому інформації (системних файлів і файлів програми).

Warm Restart - «теплий перезапуск» - служить для скидання в пам'яті кін-Троллер тексту програмної програми, але не системних файлів.

### 3.3 ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА

Програма, що реалізує циклічний процес переміщення маніпулятора в заданій послідовності, може бути написана на вбудованій мові програмування V& R Automation Basic, Ladder Diagram і ін. Виконується послідовно операції, замикає в цикл. Наступна операція починається після отримання сигналів про завершення попередньої операції, отриманої з датчиків.

#### **Приклад виконання завдання в програмному середовищі Automation Basic**

Запрограмувати мікроконтролер на виконання наступній послідовності операцій:

Перемістити маніпулятор робота в початкове становище: крайнє праве, втягнутий, нижнє, схват розціплений;

Послідовно виконати наступні операції: висунути, захопити, підняти, втягнути, повернути ліворуч, висунути, опустити, розтиснути, втягнути, повернутися в початкове положення.

Код програми, що реалізує опитування датчиків і переміщення маніпулятора:

```
select
```

```
state S1
```

```
goright = 1 (*поворот праворуч
```

```
goleft = 0 (* Обнуляємо предедущіх стан-закриваємо клапан
```

```

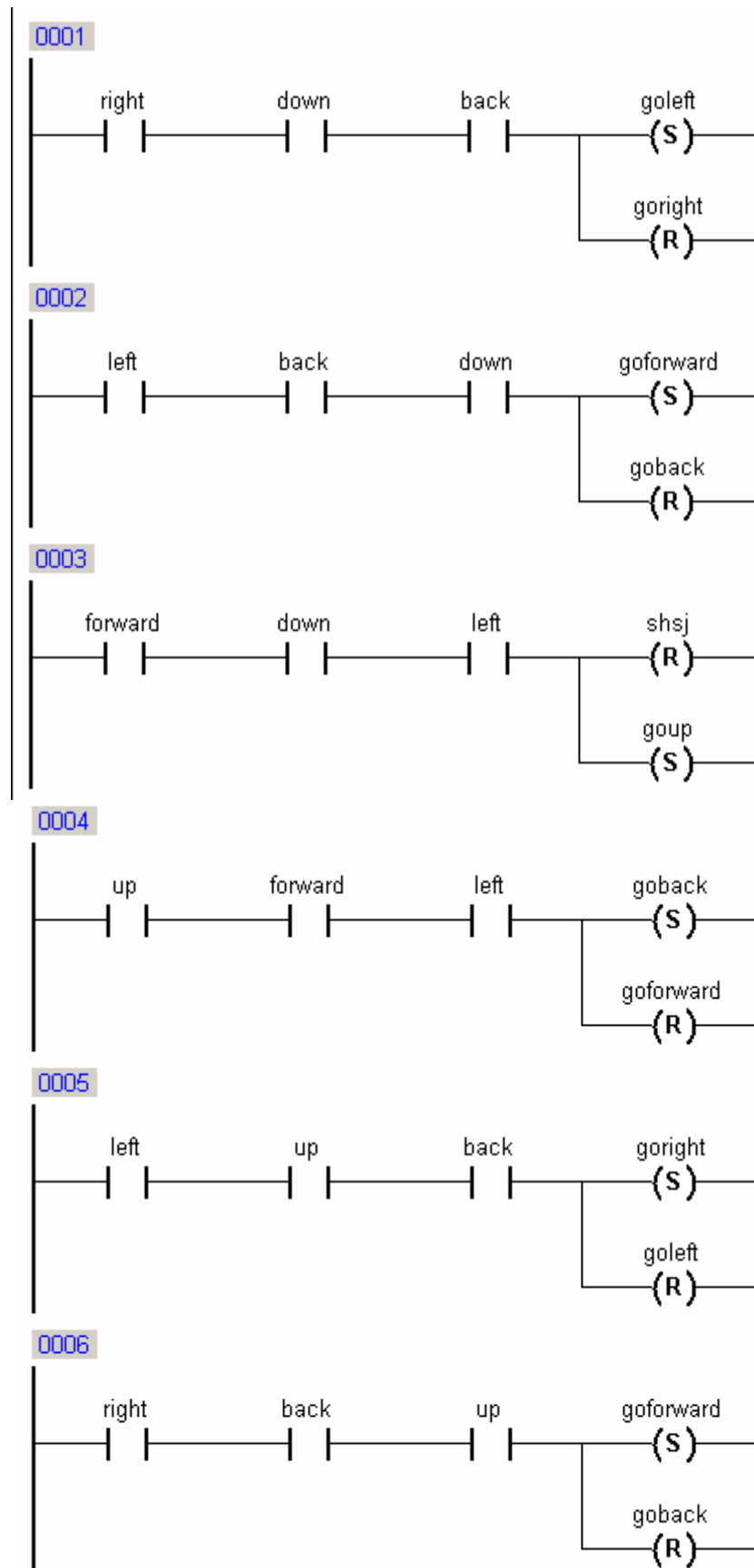
when right (* перевірка спрацьовування датчика
next S2 (* якщо датчик спрацював - перехід на S2
state S2
goback = 1 (* рука назад
goforward = 0 (* Обнуляємо предедущіх стан-закриваємо клапан
when back (* перевірка спрацьовування датчика
next S3 (* Якщо датчик спрацював - перехід на S3
state S3
goforward = 1 (* рука вперед
goback = 0
when forward
next S4
state S4
i = i + 1
when i > 100
i = 0
next S3
state S3
goup = 1
godown = 0
when up
next S14
state S14
goback = 1
goforward = 0
when back
next S4
state S4
goleft = 1
goright = 0

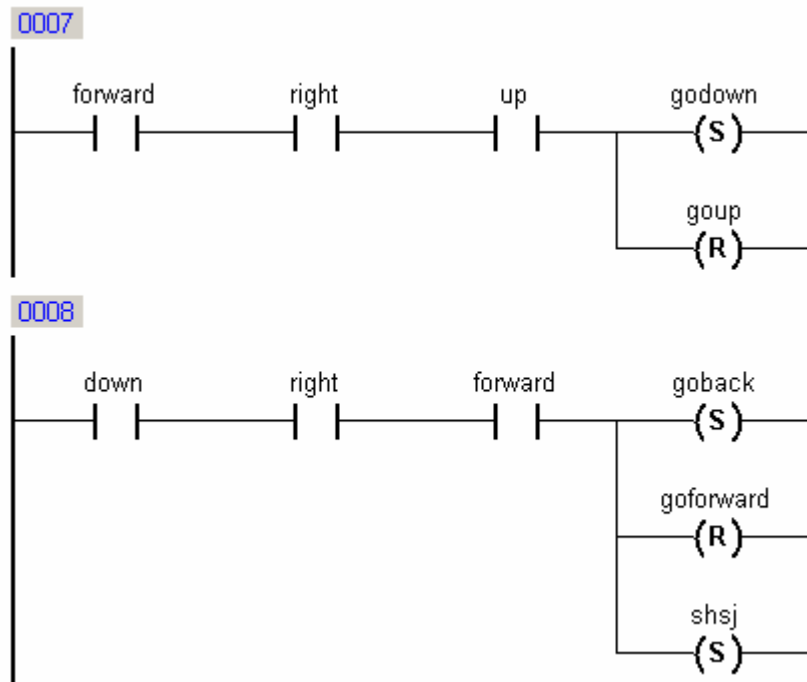
```



```
        when left
        next S15
state S15
    goforward = 1
    goback = 0
    when forward
    next S5
state S5
    godown = 1
    goup = 0
    when down
    next S6
state S6
    goforward = 1
    goback = 0
    when forward
    next S8
state S8
    goback = 1
    goforward = 0
    when back
    next S1
endselect
```

## Приклад виконання завдання в програмному середовищі Ladder Diagram





### Варіанти завдань

Підготовлено промисловий робот МП-9С, система управління V&R2003 з ПЕОМ, програмний продукт V&R Automation Studio, технологічне обладнання - токарний патрно-центровий верстат з ЧПУ мод. 16K20Ф3С32, допоміжне обладнання

1. Створити структурну схему комплексу.
2. Створити планування комплексу з урахуванням сервісної зони робота.
3. Скласти алгоритм функціонування ПР щодо завантаження або розвантаження верстата відповідно до варіанта завдання.
4. Розробити циклограму роботи роботизованого технологічного комплексу.
5. Розробити програму управління роботизованим комплексом.

#### ПЕРШЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ СТАНКА.

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута вліво до магазину-накопичувача, схват розціплений. Накопичувач розташований на відстані витягнутої руки робота. Верстат розташований праворуч від накопичувача.

Варіант 1: Отримати технологічну команду (час витримки - 1с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перенести в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 0.9с.

Варіант 2: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.1с) і перенести деталь після обробки з патрону токарного верстата з ЧПУ в трафарет накопичувача деталей. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1с.

Варіант 3: Взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок, повернутися до верстата, почекати технологічної команди (час витримки - 1.2с) і завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 0.8с.

Варіант 4: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.3с), взяти деталь після обробки з патрона токарного верстата з ЧПУ, повернутися до накопичувача, почекати технологічної команди (час витримки - 1с) і покласти деталь в трафарет. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 0.7с.

Варіант 5. Отримати технологічну команду (час витримки - 1.2с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті (час витримки - 1.4с), завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1.1с.

Варіант 6. Взяти деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ, повернутися до тактового столу, почекати технологічної команди (витримка часу 1.4с) і покласти деталь в трафарет. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1.5с.

Варіант 7. Витримати час закінчення обробки на верстаті (витримка часу 1.0 с) і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ в накопичувач заготовок. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1.3с.

#### **ДРУГЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ СТАНКА.**

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута ліворуч до верстата, схват розціплений. Тактовий стіл розташований праворуч від верстата.

Варіант 8: Отримати технологічну команду (час витримки - 1с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перенести в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 0.9с.

Варіант 9: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.1с) і перенести деталь після обробки з патрон токарного верстата з ЧПУ в трафарет накопичувача деталей. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1с.

Варіант 10: Взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок, повернутися до верстата, почекати технологічної команди (час витримки - 1.2с) і завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 0.8с.

Варіант 11: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.3с), взяти деталь після обробки з патрона токарного верстата з ЧПУ, повернутися до накопичувача, почекати технологічної команди (час витримки - 1с) і покласти деталь в трафарет. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 0.7с.

Варіант 12. Отримати технологічну команду (час витримки - 1.2с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті (час витримки - 1.4с), завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1.1с.

Варіант 13. Взяти деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ, повернутися до тактовою столу, почекати технологічної команди (витримка часу 1.4с) і покласти деталь в трафарет. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1.5с.

Варіант 14. Витримати час закінчення обробки на верстаті (витримка часу 1.0 с) і перенести деталь після обробки з пневматичних лещат верстата з ЧПУ в накопичувач заготовок. Витримка часу на разжим-зажим схвата робота - 1.3с.

#### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 РОБОТА З ПАНЕЛЛЮ УПРАВЛІННЯ POWER PANEL PP41

**Мета роботи:** вивчення обладнання, що входить до складу РТК, складу та принципу дії панелі оператора Power Panel PP41, вивчення принципу управління і налагодження керуючої програми для заданого технологічного процесу.

#### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Зовнішній вигляд панелі управління представлений на рисунку 4.1.

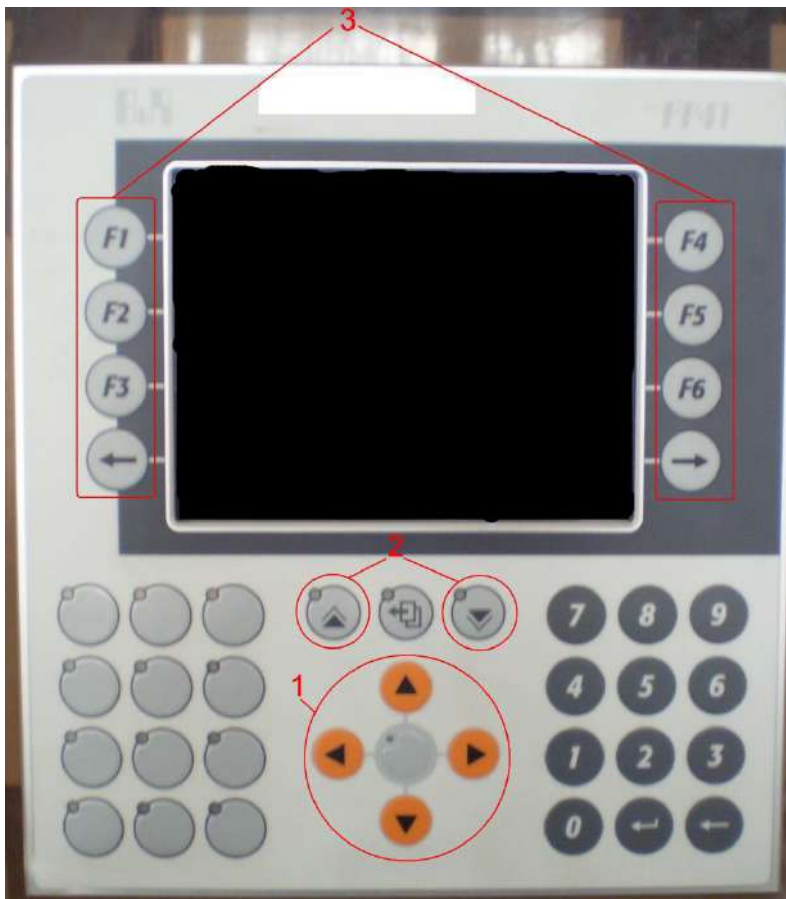


Рисунок 4.1 - Панель управління Power Panel

Група кнопок 1 призначена для переміщення схвата керованого робота вперед-назад і вправо-вліво. Центральна кнопка цієї групи призначена для стиснення і розжаття схвата робота.

Група кнопок 2 призначена для підйому і спуску виконавчого органу робота.

Група кнопок 3 призначена для зміни режиму роботи робота (автоматичне або ручне управління) та для завдання параметрів обраного режиму.

У режимі роботи панель має вигляд, зображений на рисунку 4.2.

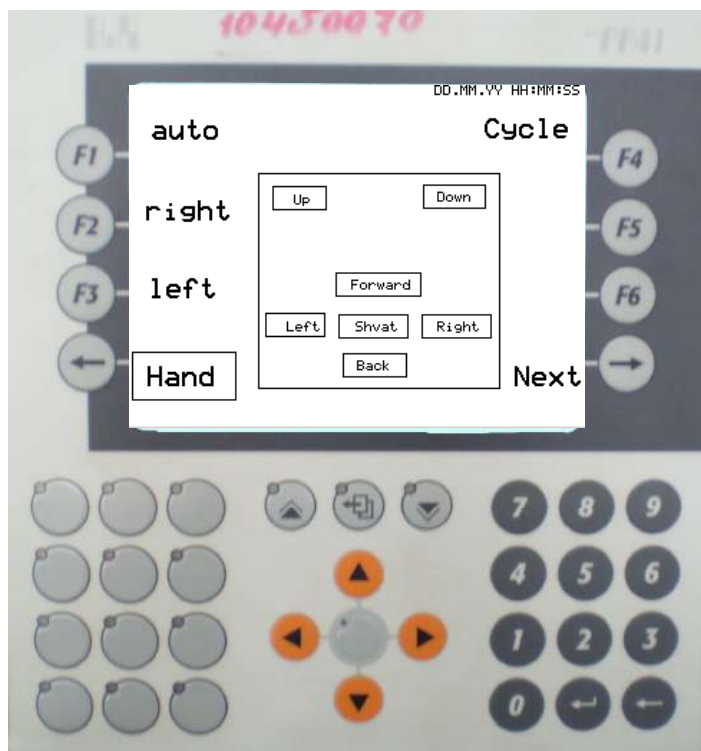


Рисунок 4.2 - Панель оператора в працюючому стані

Кнопками auto (F1) і Hand (←) Задається автоматичний або ручний режим роботи. Поточний режим відображається на дисплеї за допомогою виділення однієї з підписів до кнопок в прямокутну рамку.

Після включення панелі керування запускається ручний режим Hand.

### **Робота в автоматичному режимі.**

В ручному режимі роботи стан робота відображається наступними словесними індикаторами:

- Up (маніпулятор знаходиться у верхньому положенні)
- Down (маніпулятор знаходиться в нижньому положенні)
- Forward (маніпулятор висунутий)
- Back (маніпулятор втягнутий)
- Left (маніпулятор знаходиться в крайньому лівому положенні)
- Right (маніпулятор знаходиться в крайньому правому положенні)
- Shvat (схват маніпулятора знаходиться в стисломому / расжатом стані)

Поточний стан маніпулятора на екрані відображається виділенням прямокутною рамкою.

Управління в ручному режимі проводиться за допомогою кнопок групи 1 і 2 (рис. 4.1). При переході в автоматичний режим після натискання кнопки auto ці групи блокуються (робот не реагує на команди, які приходять від цих кнопок).

### **Робота в автоматичному режимі.**

Перехід в автоматичний режим з ручного: натиснути кнопку Next. В автоматичному режимі можливе виконання закладеної програми покроково або безперервно (від першого кроку до останнього, потім виконання припиняється). Безперервне виконання задається натисканням кнопки CYCLE (F4) відразу після включення автоматичного режиму. Після вибору автоматичного режиму і безперервного виконання необхідно задати роботу початкову позицію кнопкою LEFT (F2) або RIGHT (F3). При покроковому виконанні програми перехід до наступного кроку здійснюється кнопкою next (→), не натискаючи кнопки CYCLE (F4). Повернутися до ручного управління роботом можна до початку виконання закладеної програми після натискання кнопки hand (←) або після закінчення виконання циклу.

### **ПЕРШЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ СТАНКА.**

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута ліворуч до магазину-накопичувача, схват розціплений. Накопичувач розташований на відстані втягнутої руки робота. Верстат розташований праворуч від накопичувача.

Варіант 1: Отримати технологічну команду (час витримки - 1с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перенести в патрон токарного верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.1 с;
- переміщення руки вправо-вліво - 1.2 с;
- переміщення руки вперед-назад - 1.0 с;
- розтиснення - стиснення схвата - 0.9 с.

Варіант 2: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.1с) і перенести деталь після обробки з патрон токарного верстата з ЧПУ в трафарет накопичувача деталей. Витримка часу на виконавчі рухи:

- переміщення руки вгору-вниз - 1.3 с;



переміщення руки вправо-вліво - 1.1 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.2 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.8 с.

Варіант 3: Взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок, повернутися до верстата, почекати технологічної команди (час витримки - 1.2с) і завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ

Витримка часу на виконавчі рухи:  
переміщення руки вгору-вниз - 1.0 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 1.3 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.1 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

Варіант 4: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.3с), взяти деталь після обробки з патрона токарного верстата з ЧПУ, повернутися до накопичувача, почекати технологічної команди (час витримки - 1с) і покласти деталь в трафарет.

Витримка часу на виконавчі рухи:  
переміщення руки вгору-вниз - 1.2 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 1.0 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.3 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 1.0 с.

Варіант 5. Отримати технологічну команду (час витримки - 1.2с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті (час витримки - 1.4с), завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:  
переміщення руки вгору-вниз - 1.4 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 0.9 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.5 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

#### **ДРУГЕ ЗАВДАННЯ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОТОМ СТАНКА.**

Початкове положення ПР щодо обладнання: рука опущена, втягнута, повернута ліворуч до верстата, схват розціпленого. Тактовий стіл розташований праворуч від верстата.

Варіант 6: Отримати технологічну команду (час витримки - 1с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перенести в патрон токарного верстата з ЧПУ

Витримка часу на виконавчі рухи:  
переміщення руки вгору-вниз - 1.1 с;

переміщення руки вправо-вліво - 1.2 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.0 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.9 с.

Варіант 7: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.1с) і перенести деталь після обробки з патрон токарного верстата з ЧПУ в трафарет накопичувача деталей.

Витримка часу на виконавчі рухи:

переміщення руки вгору-вниз - 1.3 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 1.1 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.2 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.8 с.

Варіант 8: Взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок, повернутися до верстата, почекати технологічної команди (час витримки - 1.2с) і завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ. Витримка часу на виконавчі рухи:

переміщення руки вгору-вниз - 1.0 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 1.3 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.1 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

Варіант 9: Отримати технологічну команду (час витримки - 1.3с), взяти деталь після обробки з патрона токарного верстата з ЧПУ, повернутися до накопичувача, почекати технологічної команди (час витримки - 1с) і покласти деталь в трафарет.

Витримка часу на виконавчі рухи:

переміщення руки вгору-вниз - 1.2 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 1.0 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.3 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 1.0 с.

Варіант 10. Отримати технологічну команду (час витримки - 1.2с), взяти деталь для обробки з трафарету накопичувача заготовок і перемістити до верстата, витримати час закінчення обробки на верстаті (час витримки - 1.4с), завантажити в патрон токарного верстата з ЧПУ.

Витримка часу на виконавчі рухи:

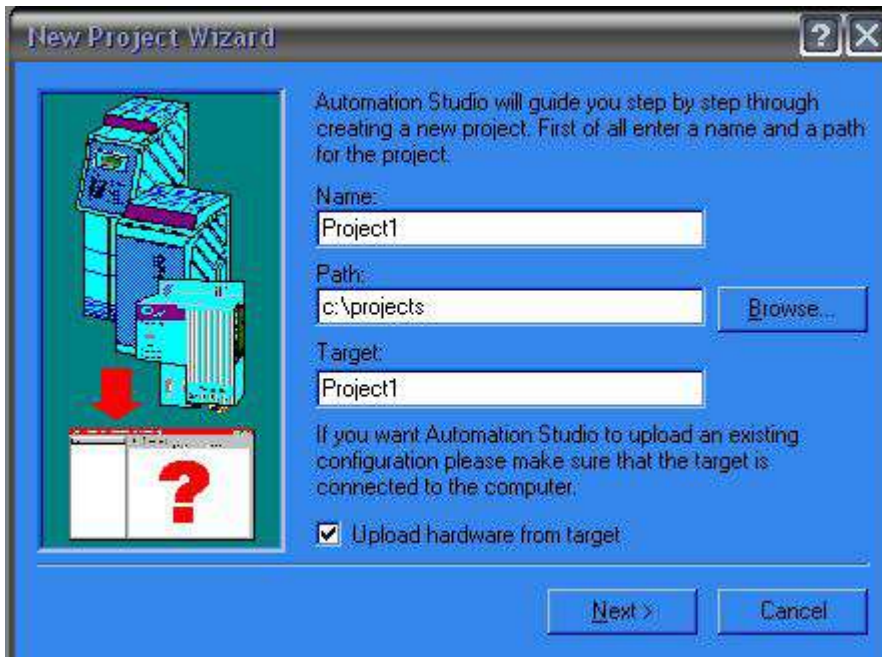
переміщення руки вгору-вниз - 1.4 с;  
переміщення руки вправо-вліво - 0.9 с;  
переміщення руки вперед-назад - 1.5 с;  
розтиснення -стиснення схвата - 0.7 с.

## Приклад виконання роботи

Наведемо покроково створення проекту:

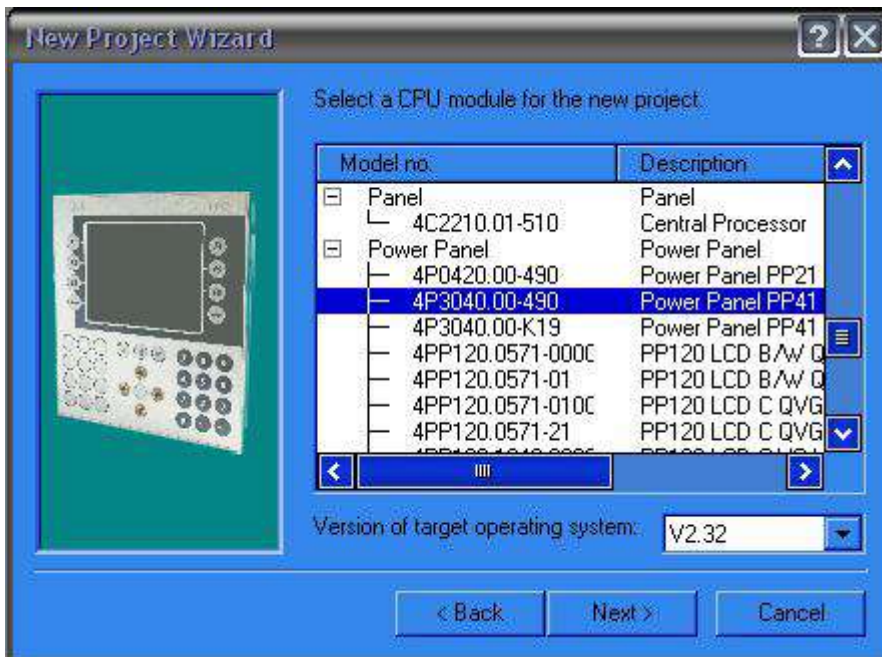
1. Для створення нового проекту вибираємо в меню File → New project.

2. В віконці



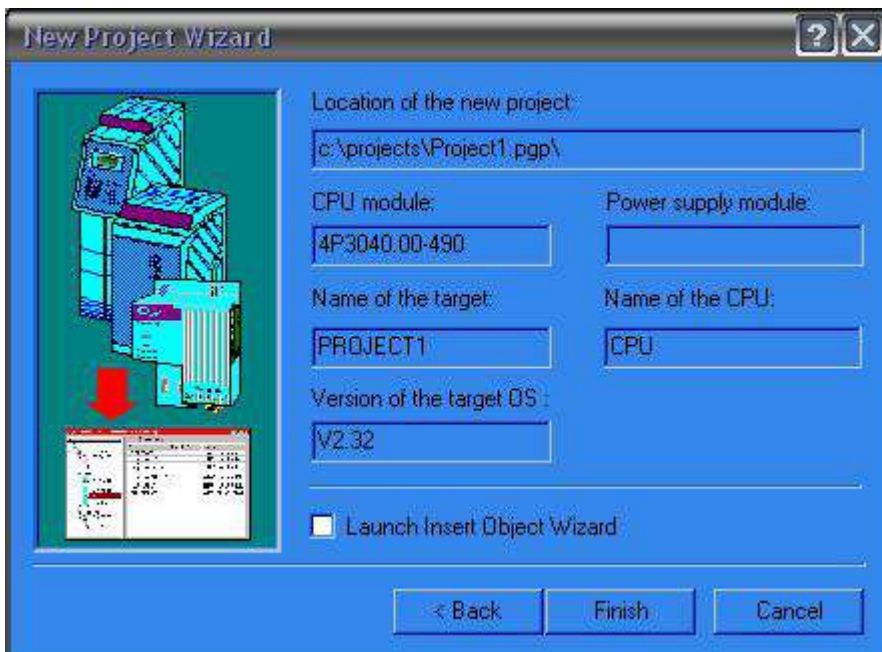
вводимо ім'я проекту (Name) Project1. Якщо поставити галочку навпроти пункту Upload hardware from target, то підключена панель буде автоматично виявлено, через стандартний порт COM2.

Якщо ж вручну вибирати панель, то слід виконати наступні кроки: знімаємо галочку, натискаємо Next. Відкривається наступне віконце,



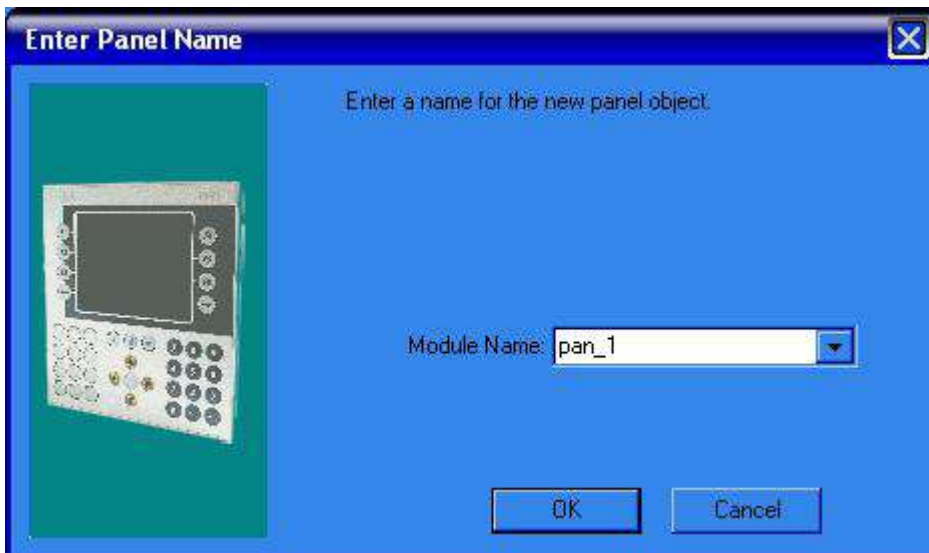
в якому вибираємо панель, як показано на рисунку.

Натискаємо Next:



Далі натискаємо Finish.

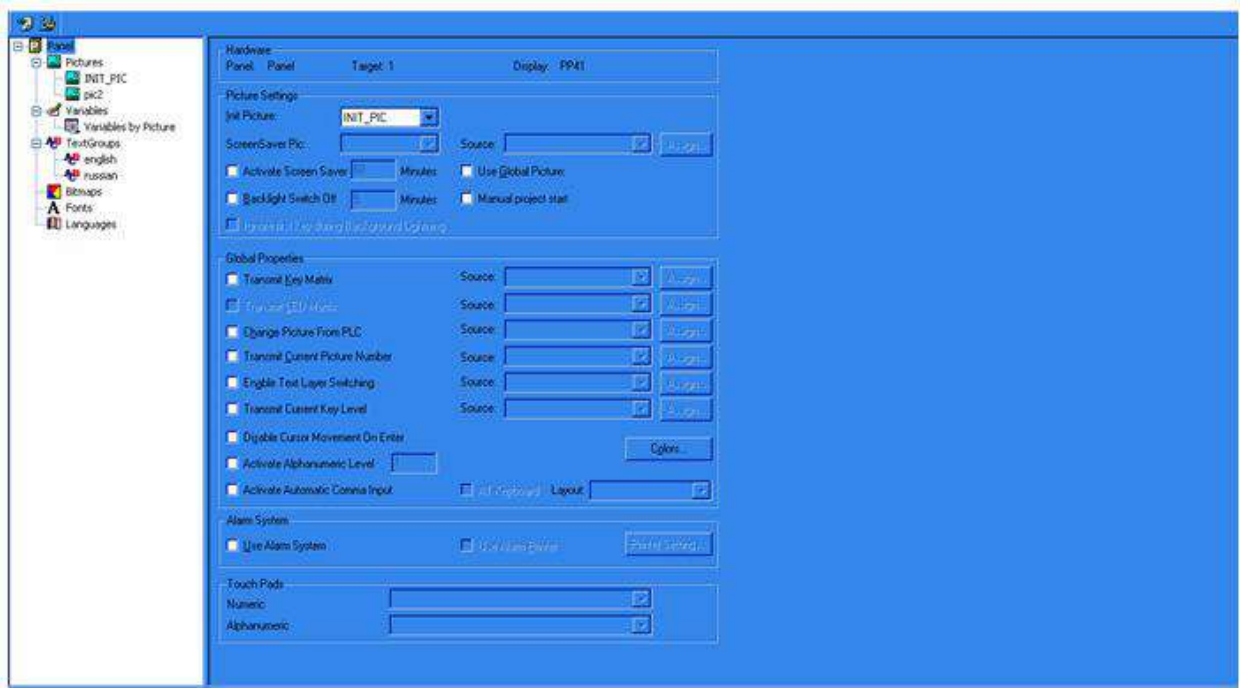
У віконці:



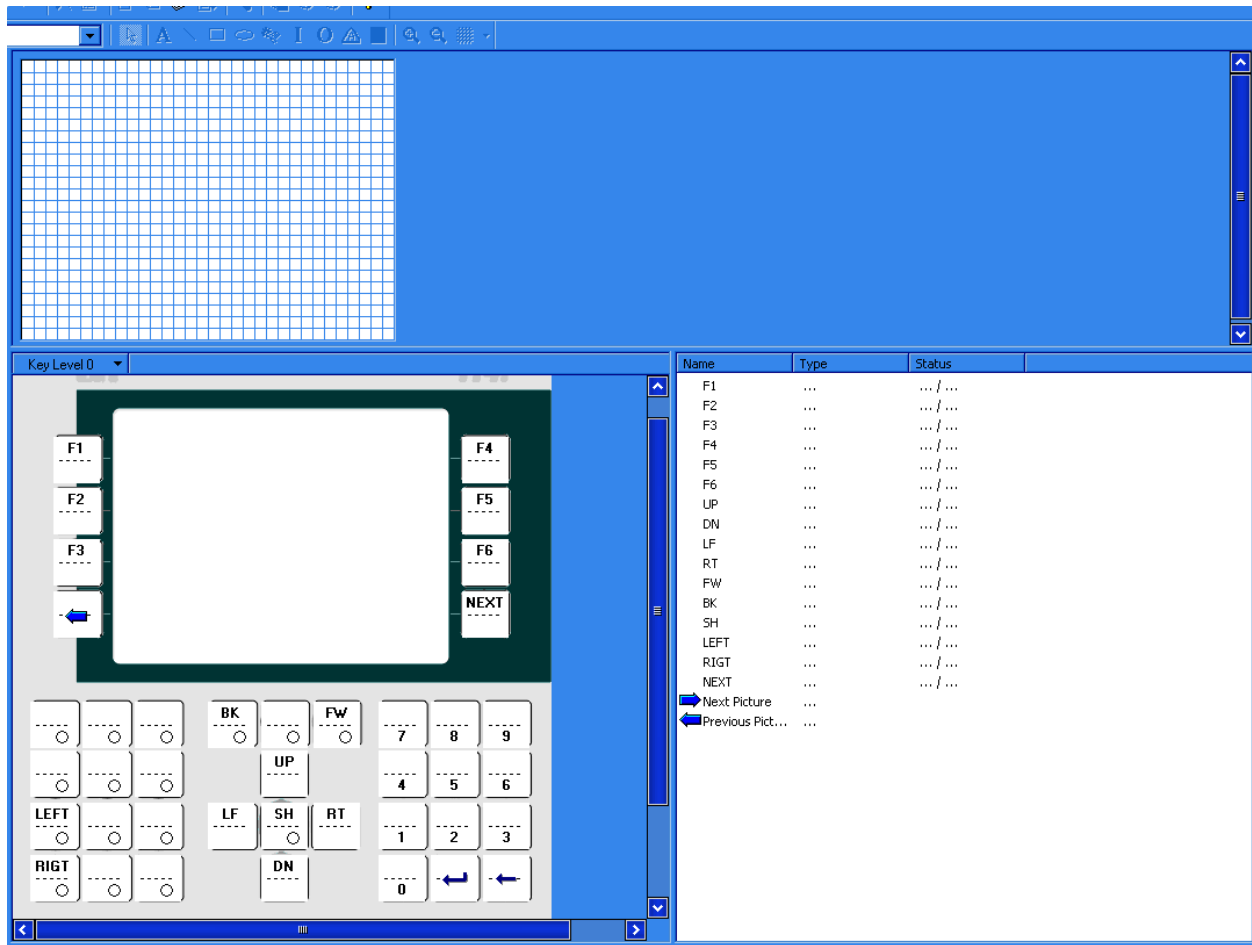
Вводимо ім'я панелі pan\_1. Натискаємо ОК.

3. Далі з'явиться наступне вікно, де відображаються всі параметри, які необхідні для роботи проекту.

Для початку додамо ще одну картинку, яка буде відобразитися на панелі. Для цього натискаємо по меню **Pictures** (Див. Рисунок) правою кнопкою і вибираємо пункт New. У якій з'явився порожній частині вводимо ім'я картини **pic2**.



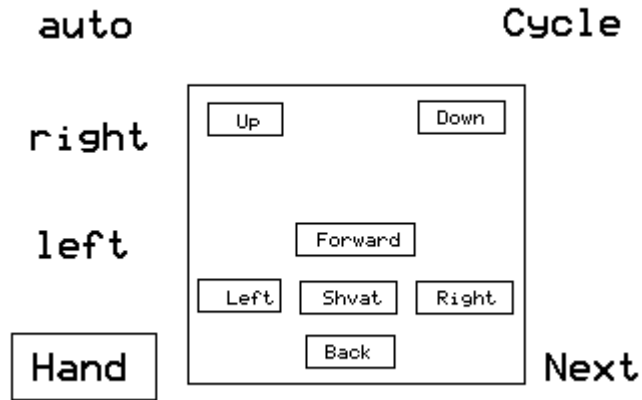
4. Приступаємо до створення малюнка, який надалі буде відображатися на панелі. Для цього натискаємо по меню INIT\_PIC. з'являється віконце



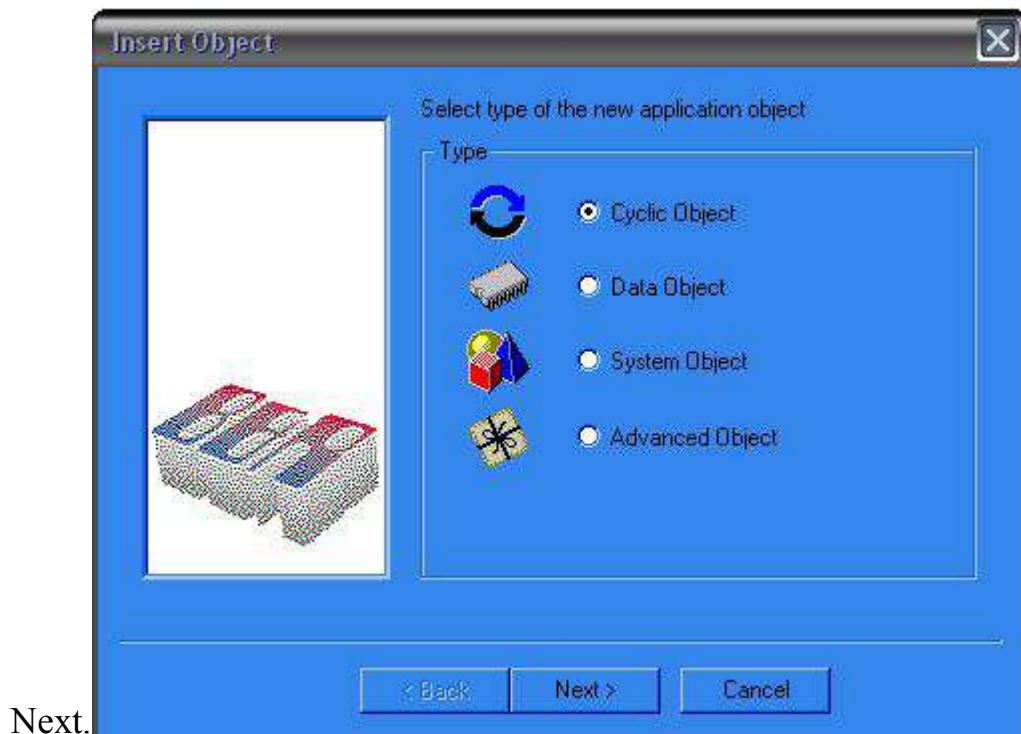
Завдання назви кнопок здійснюється в полі, зазначене червоним кольором на рисунку нижче



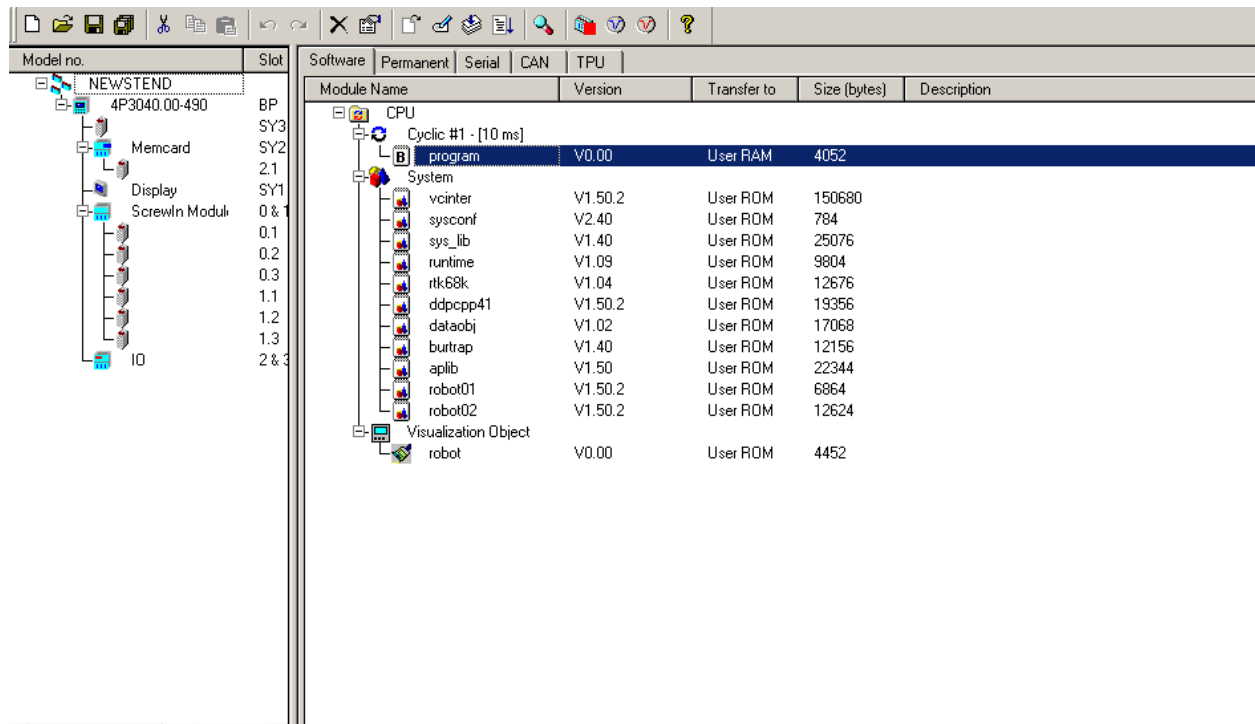
За допомогою стандартних елементів форматування тексту і графіки, малюємо наступне:



Тепер створимо робочий лист програми. Для цього вибираємо перемикач між вікнами Ctrl + Tab. У віконці, що з'явилося на робочому аркуші вкладки Software натискаємо правою кнопкою і вибираємо Insert Object ... У віконці вибираємо Cyclic Object →



Задаємо ім'я проекту program.



Відкриваємо модуль program даного об'єкта. У вкладці (\* init program \*)  
(щоб її відкрити необхідно опустити повзунок)

У цю область вводим наступний текст:

***v\_up = 1***

***v\_down = 1***

***v\_fw = 1***

***v\_bk = 1***

***v\_left = 1***

***v\_right = 1***

***v\_shv = 1***

***v\_shv\_i = 0***

***i\_vfw = 0***

***i\_vbk = 0***

***k\_auto = 0***

***k\_on\_left = 0***

***k\_on\_right = 0***

***ld2 = 1***

***led1 = 1***



$k\_next = 0$

$k\_circl = 0$

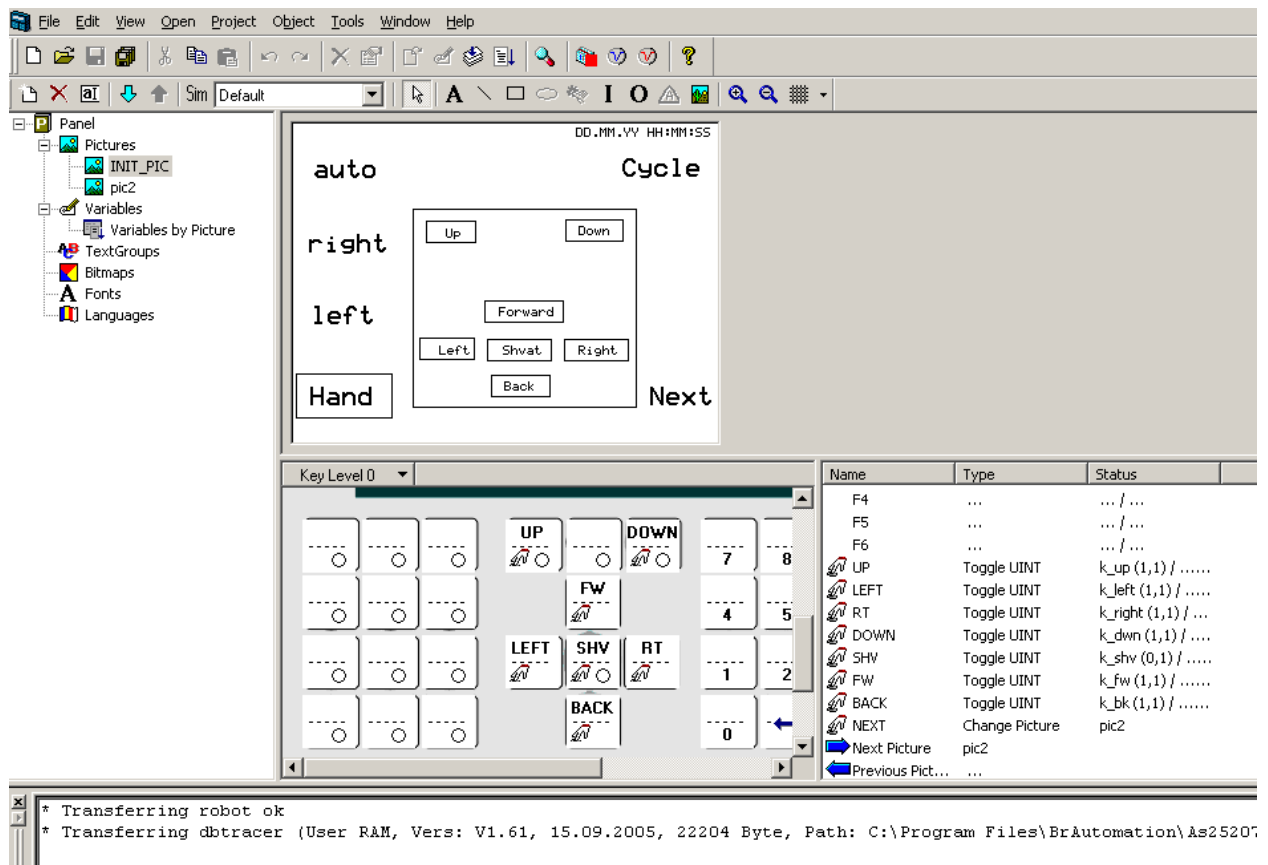
$v\_circl = 1$

Типи змінних визначаємо наступним чином:

Name	Type	Scope	Attribute	Value	Owner	Remark
i	INT	global	memory	* remanent		
i_vbk	BOOL	global	memory	* remanent		
i_vfw	BOOL	global	memory	* remanent		
k	BOOL	global	memory	* remanent		
k_auto	BOOL	global	memory	* remanent		
k_bk	BOOL	global	memory	* remanent		
k_circl	BOOL	global	memory	* remanent		
k_dwn	BOOL	global	memory	* remanent		
k_fw	BOOL	global	memory	* remanent		
k_left	BOOL	global	memory	* remanent		
k_next	INT	global	memory	* remanent		
k_on_left	BOOL	global	memory	* remanent		
k_on_right	BOOL	global	memory	* remanent		
k_right	BOOL	global	memory	* remanent		
k_shv	BOOL	global	memory	* remanent		
k_up	BOOL	global	memory	* remanent		
ld2	INT	global	memory	* remanent		
led1	INT	global	memory	* remanent		
o_bk	BOOL	global	QP3.02.03	* remanent		24 VDC, 0.4 A
o_down	BOOL	global	QP3.03.01	* remanent		24 VDC, 0.5 A, coil
o_fw	BOOL	global	QP3.02.04	* remanent		24 VDC, 0.4 A
o_left	BOOL	global	QP3.02.05	* remanent		24 VDC, 0.4 A
o_right	BOOL	global	QP3.02.06	* remanent		24 VDC, 0.4 A
o_sjat	BOOL	global	QP3.02.07	* remanent		24 VDC, 0.4 A
o_up	BOOL	global	QP3.02.08	* remanent		24 VDC, 0.4 A
v_bk	INT	global	memory	* remanent		
v_circl	INT	global	memory	* remanent		
v_down	INT	global	memory	* remanent		
v_fw	INT	global	memory	* remanent		
v_left	INT	global	memory	* remanent		
v_right	INT	global	memory	* remanent		
v_shv	INT	global	memory	* remanent		
v_shv_i	BOOL	global	memory	* remanent		
v_up	INT	global	memory	* remanent		

Цим самим ми виробляємо оголошення змінних, використовуваних далі в програмі. Вони автоматично заносяться в усі необхідні розділи створеного нами об'єкта.

Тепер можна призначити події намальованим нами раніше кнопок управління



Виробляємо призначення подій кнопок рисунка INIT\_PIC (див рис).

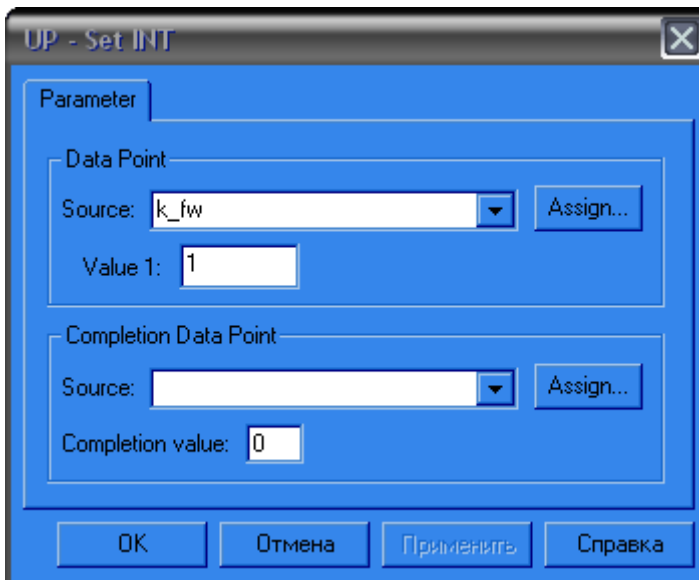
Для присвоєння відповідної кнопці імені змінної і її типу, під яким вона буде використовуватися в програмі, виробляємо клацання правою кнопкою миші на відповідній кнопці,



і в контекстному меню вибираємо її тип (Set UINT або Toggle UINT, відповідно малюнку):


F4	...	... / ...
F5	...	... / ...
F6	...	... / ...
UP	Toggle UINT	k_up (1,1) / .....
LEFT	Toggle UINT	k_left (1,1) / .....
RT	Toggle UINT	k_right (1,1) / ...
DOWN	Toggle UINT	k_dwn (1,1) / ....
SHV	Toggle UINT	k_shv (0,1) / .....
FW	Toggle UINT	k_fw (1,1) / .....
BACK	Toggle UINT	k_bk (1,1) / .....
NEXT	Change Picture	pic2
Next Picture	pic2	
Previous Pict...	...	

А потім, у вікні, вводимо ім'я змінної і значення поля Value відповідно до вказаним нижче малюнком:



Для кнопки NEXT призначаємо подія зміни рисунка (Change Picture,



вибираємо з контекстного меню). А для кнопки  встановлюємо таке значення:



Має вийти наступне:

F4	...	... / ...
F5	...	... / ...
F6	...	... / ...
UP	Toggle UINT	k_up (1,1) / .....
LEFT	Toggle UINT	k_left (1,1) / .....
RT	Toggle UINT	k_right (1,1) / ...
DOWN	Toggle UINT	k_dwn (1,1) / ....
SHV	Toggle UINT	k_shv (0,1) / .....
FW	Toggle UINT	k_fw (1,1) / .....
BACK	Toggle UINT	k_bk (1,1) / .....
NEXT	Change Picture	pic2
Next Picture	pic2	
Previous Pict...	...	

Для рисунка *pic2* виробляємо аналогічні операції.

Отримуємо наступне:

F1	Set UINT	k_auto (1) / .....
F2	Set UINT	k_on_right (1) ...
F3	Set UINT	k_on_left (1) / ...
F4	Toggle UINT	k_circl (0,1) / ....
F5	...	... / ...
F6	...	... / ...
UP	...	... / ...
LEFT	...	... / ...
RT	...	... / ...
DOWN	...	... / ...
SHV	...	... / ...
FW	...	... / ...
BACK	...	... / ...

Приступаємо до написання лістингу програми (використовуємо Ctrl + Tab). Для цього відкриваємо робочу область program

```

-----
0006 w_left=1
0001 (* cyclic program *)
0002 if k_auto=1 then
0003     goto auto
0004
0005 endif
0006     if k_up=1 then
0007         o_up=1
0008         o_down=0
0009
0010         v_up=0
0011         v_down=1
0012
0013         k_up=0
0014     endif
0015
0016     if k_dwn=1 then
0017         o_down=1
0018         o_up=0
0019

```

і вводим наступний текст:

```

(* Cyclic program *)
if k_auto = 1 then
    goto auto

endif

    if k_up = 1 then
        o_up = 1
        o_down = 0

        v_up = 0
        v_down = 1

        k_up = 0
    endif

    if k_dwn = 1 then
        o_down = 1
        o_up = 0

        v_down = 0
        v_up = 1

        k_dwn = 0
    endif

    if k_fw = 1 then
        o_fw = 1
        o_bk = 0

        v_fw = 0
        v_bk = 1
        i_vfw = 1
        i_vbk = 0

        k_fw = 0
    endif

    if k_bk = 1 then
        o_bk = 1
        o_fw = 0

        v_bk = 0
        v_fw = 1
        i_vfw = 0
        i_vbk = 1

        k_bk = 0
    endif

    if k_left = 1 then
        o_left = 1

```

```

        o_right = 0

        v_left = 0
        v_right = 1

        k_left = 0
    endif

    if k_right = 1 then
        o_right = 1
        o_left = 0

        v_right = 0
        v_left = 1

        k_right = 0
    endif

    if k_shv = 1 then
        o_sjat = 1
        v_shv = 0
        v_shv_i = 1
    else
        o_sjat = 0
        v_shv = 1
        v_shv_i = 0
    endif
auto:
    endif

```

```

if k_circl = 1 then (* àñèè àêèþ ÷ áíà éíîèà CYCLE *)

```

```

    v_circl = 0 (* îññâ ÷ èààì *)
    i = i + 1
    if i > 150 then
        i = 0
        goto L1
    else
        goto L2
    endif
else
    goto L2
L1:
    k = 0
    k_next = k_next + 1
L2:
endif

```

```

(***** AUTO MODE *****)

```

```

if k_auto = 1 then
    if ((k_on_left and k_on_right) = 1) then
        if k_on_right = 1 then
            k_on_left = 0
            k_on_right = 0
            led1 = 1
            ld2 = 1
            k_next = 0
        endif
    else
        if k_on_right = 1 then (***** ON RIGHT *****)
            led1 = 0
            ld2 = 1
            if k_next = 0 then
                o_down = 0
                o_up = 1
                v_down = 1
                v_up = 0

                o_fw = 0
                o_bk = 1
                v_fw = 1
                v_bk = 0

                o_right = 0
                o_left = 1
                v_right = 1
                v_left = 0
            endif

            if k_next = 1 then
                o_down = 1
                o_up = 0
                v_down = 0
                v_up = 1
                (* K_next = 0 *)
            endif

            if k_next = 2 then
                o_sjat = 1
                v_shv = 0
            endif

            if k_next = 3 then
                o_up = 1
                o_down = 0
                v_up = 0
                v_down = 1
            endif
        endif
    endif
endif

```



```

if k_next = 4 then
    o_right = 1
    o_left = 0
    v_right = 0
    v_left = 1
endif

if k_next = 5 then
    o_fw = 1
    o_bk = 0
    v_fw = 0
    v_bk = 1
endif

if k_next = 6 then
    o_down = 1
    o_up = 0
    v_down = 0
    v_up = 1
endif

if k_next = 7 then
    o_sjat = 0
    v_shv = 1
endif

if k_next = 8 then
    o_up = 1
    o_down = 0
    v_up = 0
    v_down = 1
endif

if k_next = 9 then
    o_bk = 1
    o_fw = 0
    v_bk = 0
    v_fw = 1
endif

if k_next = 10 then
    o_left = 1
    o_right = 0
    v_left = 0
    v_right = 1
endif

if k_next = 11 then
    o_fw = 1
    o_bk = 0
    v_fw = 0

```

```

        v_bk = 1
    endif

    if k_next = 12 then
        o_down = 1
        o_up = 0
        v_down = 0
        v_up = 1
    endif

    if k_next = 13 then
        o_sjat = 1
        v_shv = 0
    endif

    if k_next = 14 then
        o_up = 1
        o_down = 0
        v_up = 0
        v_down = 1
    endif

    if k_next = 15 then
        o_bk = 1
        o_fw = 0
        v_bk = 0
        v_fw = 1
    endif

    if k_next = 16 then
        o_right = 1
        o_left = 0
        v_right = 0
        v_left = 1
    endif

    if k_next = 17 then
        o_down = 1
        o_up = 0
        v_down = 0
        v_up = 1
    endif

    if k_next = 18 then
        o_sjat = 0
        v_shv = 1
        k_on_right = 0
        k_auto = 0
        k_next = 0
        led1 = 1
        k_circl = 0
        v_circl = 1
    endif
endif
endif

```

```
if k_on_left = 1 then (***** on LEFT *****)
```

```
  led1 = 1
```

```
  ld2 = 0
```

```
  if k_next = 0 then
```

```
    o_down = 0
```

```
    o_up = 1
```

```
    v_down = 1
```

```
    v_up = 0
```

```
(*
```

```
  o_sjat = 0
```

```
  v_shv = 1
```

```
  v_shv_i = 0 *)
```

```
  o_fw = 0
```

```
  o_bk = 1
```

```
  v_fw = 1
```

```
  v_bk = 0
```

```
  o_right = 1
```

```
  o_left = 0
```

```
  v_right = 0
```

```
  v_left = 1
```

```
endif
```

```
if k_next = 1 then
```

```
  o_down = 1
```

```
  o_up = 0
```

```
  v_down = 0
```

```
  v_up = 1
```

```
endif
```

```
if k_next = 2 then
```

```
  o_sjat = 1
```

```
  v_shv = 0
```

```
endif
```

```
if k_next = 3 then
```

```
  o_up = 1
```

```
  o_down = 0
```

```
  v_up = 0
```

```
  v_down = 1
```

```
endif
```

```
if k_next = 4 then
```

```
  o_right = 0
```

```
  o_left = 1
```

```
  v_right = 1
```

```
  v_left = 0
```

```

endif
if k_next = 5 then
    o_fw = 1
    o_bk = 0
    v_fw = 0
    v_bk = 1
endif

if k_next = 6 then
    o_down = 1
    o_up = 0
    v_down = 0
    v_up = 1
endif

if k_next = 7 then
    o_sjat = 0
    v_shv = 1
endif

if k_next = 8 then
    o_up = 1
    o_down = 0
    v_up = 0
    v_down = 1

endif

if k_next = 9 then
    o_bk = 1
    o_fw = 0
    v_bk = 0
    v_fw = 1

endif

if k_next = 10 then
    o_left = 0
    o_right = 1
    v_left = 1
    v_right = 0

endif

if k_next = 11 then
    o_fw = 1
    o_bk = 0
    v_fw = 0
    v_bk = 1

endif

endif

```

```
if k_next = 12 then
    o_down = 1
    o_up = 0
    v_down = 0
    v_up = 1
endif
```

```
if k_next = 13 then
    o_sjat = 1
    v_shv = 0
endif
```

```
if k_next = 14 then
    o_up = 1
    o_down = 0
    v_up = 0
    v_down = 1
endif
```

```
endif
if k_next = 15 then
    o_bk = 1
    o_fw = 0
    v_bk = 0
    v_fw = 1
endif
```

```
if k_next = 16 then
    o_right = 0
    o_left = 1
    v_right = 1
    v_left = 0
endif
```

```
if k_next = 17 then
    o_down = 1
    o_up = 0
    v_down = 0
    v_up = 1
endif
```

```
if k_next = 18 then
    o_sjat = 0
    v_shv = 1
    k_on_left = 0
    k_auto = 0
    k_next = 0
    ld2 = 1
    k_circl = 0
    v_circl = 1
endif
```

```
endif
```

```
endif
endif
```

У даній програмі описані послідовно руху робота-маніпулятора. Після виконання кожного циклу руху відбувається перехід до наступного циклу (всього 18 циклів).

Розглянемо перший цикл виконання програми (всі інші виконуються аналогічно)

```
if k_next = 1 then
    o_down = 1
    o_up = 0
    v_down = 0
    v_up = 1
    (* K_next = 0 *)
Endif
```

В даному циклі відбувається переміщення маніпулятора вниз.

$k\_next = 1$  позначає кількість натискань кнопки Next на панелі оператора. Надаємо  $o\_down = 1$  (рух вниз) і паралельно  $o\_up = 0$  (заборона руху вгору). Це необхідно для того, щоб не було конфлікту руху.

Змінні  $v\_down = 0$  і  $v\_up = 1$  - зворотні значення руху. Вони показують на панелі оператора ту команду, яка виконується в даний момент.

Задаємо входи / виходи на контролері відповідно до виконуваних рухами, як показано на малюнку нижче

digital input 01	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 02	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 03	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 04	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 05	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 06	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 07	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 08	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 09	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital input 10	BOOL		24 VDC, IEC1132-2 Type 1
digital output 01	BOOL		24 VDC, 0.4 A
digital output 02	BOOL		24 VDC, 0.4 A
digital output 03	BOOL	o_bk	24 VDC, 0.4 A
digital output 04	BOOL	o_fw	24 VDC, 0.4 A
digital output 05	BOOL	o_left	24 VDC, 0.4 A
digital output 06	BOOL	o_right	24 VDC, 0.4 A
digital output 07	BOOL	o_sjat	24 VDC, 0.4 A
digital output 08	BOOL	o_up	24 VDC, 0.4 A
digital output 09	BOOL	o_down	24 VDC, 0.5 A, coil

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Станочное оборудование гибких производственных систем: Справочное пособие /Е.С.Пуховский, А.Б.Кукарин, И.В.Воченко и др.— К.: Техника, 1990 — 175с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.—М.: Машиностроение, 1985
3. Промышленные роботы: Справочник.— М.:Машиностроение , 1988 — 392с.
4. Металлорежущие станки с ЧПУ.Каталог.—НКИИ.—1972 - 259с.
5. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.И. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и робототизированных комплексов. - М.: Высш. шк, 1986. - 264 с.
6. Механика промышленных роботов. Уч. Пособие: В 3 кн. Кн.3: Основы конструирования/ Е.И.Воробьев, А.В.Бабич, К.П.Шуков и др.-М.: Высш. шк, 1989. - 383 с.