



Г. Г. Ордуянц  
В. Я. Тойбич  
В. В. Шипилов

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО  
КОНТРОЛЛЕРА В СРЕДЕ LOGO!SOFT  
НА ПРИМЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ  
РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ**

Екатеринбург  
УГЛТУ  
2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный лесотехнический университет»  
(УГЛТУ)

Кафедра управления в технических системах  
и инновационных технологий

Г. Г. Ордуянц  
В. Я. Тойбич  
В. В. Шипилов

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА В СРЕДЕ LOGO!SOFT НА ПРИМЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ**

Методические указания для проведения практических работ  
для обучающихся по направлениям «Автоматизация технологических  
процессов и производств» и «Управление в технических системах»  
очной и заочной форм обучения

Екатеринбург  
УГЛТУ  
2024

Печатается по рекомендации методической комиссии  
Инженерно-технического института УГЛТУ.

Протокол № 2 от 5 октября 2023 г.

Рецензент – доцент кафедры управления в технических системах  
и инновационных технологий, канд. техн. наук *С. П. Санников*

Предназначены для всех обучающихся, осваивающих образовательные  
программы всех направлений и специальностей высшего образования,  
реализуемых в УГЛТУ.

Редактор Н. Ф. Тофан

Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

---

Подписано в печать 21.06.2024

Плоская печать

Формат 60×84/16

Поз. 21

Заказ №

Печ. л. 0,93

Тираж 10 экз.

---

Редакционно-издательский сектор РИО УГЛТУ

Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

## Предисловие

Методическое руководство предназначено для практических работ по дисциплине «Программирование контроллеров» на действующем роботе-манипуляторе. Студентам необходимо выбрать один из представленных вариантов из табл. на с. 10 и составить программу управления роботом-манипулятором на языке FBD (функционально-блочные диаграммы), провести ее эмуляцию и защитить свой отчет.

Для построения программы рекомендуется воспользоваться методическими указаниями «Программируемый логический контроллер *Siemens* и основы программирования в среде *Siemens LOGO!Soft* с примерами» Г. Г. Ордуянц, В. Я. Тойбича, В. В. Шипилова.

## Краткое описание робота-манипулятора

На рис. 1 приведена схема разработанного и изготовленного на кафедре УТСИТ УГЛТУ робота-манипулятора.

Технические характеристики робота-манипулятора:

|  |                   |
|--|-------------------|
| Вес обрабатываемой модели                | до 10 кг          |
| Скорость вращения модели                 | 9 об/мин          |
| Угол поворота в горизонтальной плоскости | 180 град.         |
| Диапазон углов наклона стрелы            | 0–35 град.        |
| Скорость подъема штока регулируется      | 0–1,2 м/мин       |
| Габариты установки д × ш × в             | 1,7 × 1,0 × 2,1 м |
| Вес                                      | 120 кг            |
| Общая установленная мощность             | 1,8 кВт           |
| Напряжение питания                       | 3 х 380 В         |

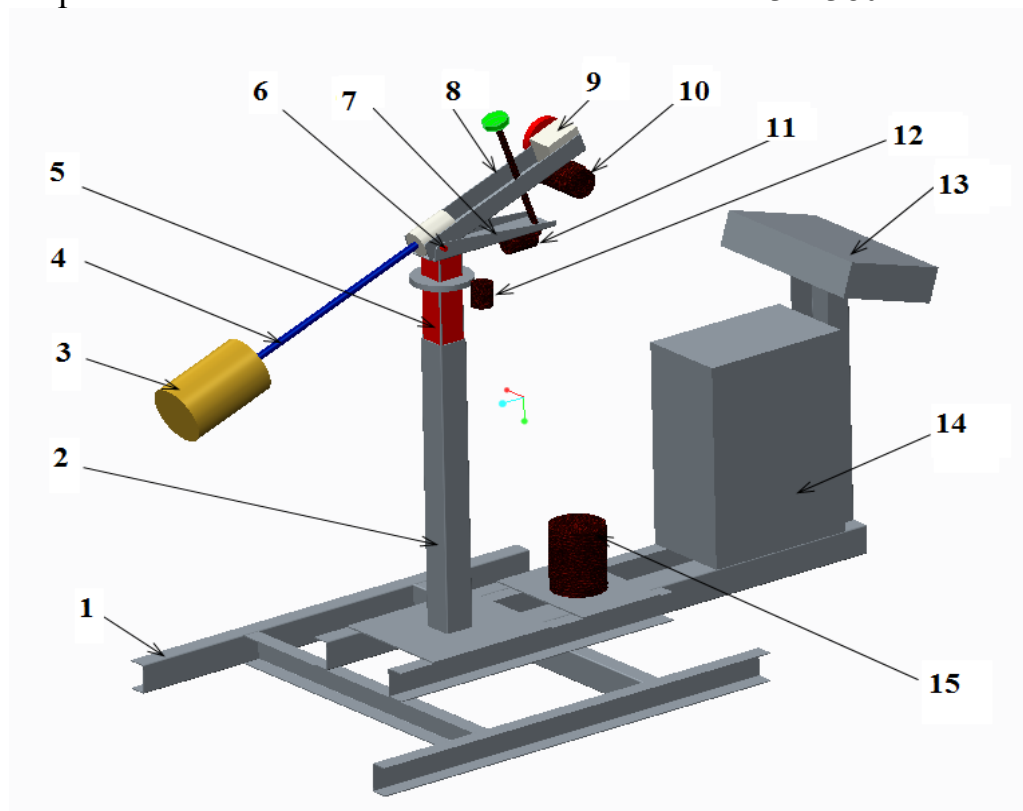


Рис. 1. Робот-манипулятор

На раме (1) установлена стойка (2) с телескопически выдвигающимся штоком (5). Приводом выдвижения служат электродвигатель (15) и клиноременная передача на пару «винт – гайка», находящиеся внутри стойки и штока. Турель (7) и шток соединены между собой посредством ступицы, а мотор-редуктор (12) обеспечивает поворот турели в горизонтальной плоскости. Рамка (8) имеет общую ось (6) с турелью (7), а электродвигатель (11) посредством пары «винт – гайка» позволяет менять угол наклона рамки (8)

в вертикальной плоскости. Электродвигатель (10) и редуктор (9) задают скорость вращения стрелы (4), на конце которой закреплена модель (3). Электроаппаратура установлена в силовом шкафу (14), а контроллер и органы управления в пульте управления (13).

В качестве контроллера управления был выбран *SiemensLogo! OBA7* с дополнительными дискретными расширителями ввода и вывода. Микровыключателями контролируется положение штока (вверх/вниз), бесконтактные датчики *FESTOSME-8M-DS-24V-K-2.5-0E* применены для контроля положения при повороте турели в горизонтальной плоскости, а частотный преобразователь *MITSUBISHI D740* для управления двигателем перемещения штока вверх/вниз. Для коммутации силовой части были выбраны контакторы фирмы АВВ В6-30-01с обмотками на напряжение 24 вольта переменного тока. Питание контроллера, датчиков угла поворота стрелы и арматуры управления, таких как кнопки, тумблеры, осуществляется напряжением 24 вольта постоянного тока. Контроллер оценивает работоспособность датчиков положения и выхода поворотной турели на заданную позицию по выбранному алгоритму.

Индикация состояния и работы всей системы отображается на пульте оператора с возможностью оперативного вмешательства в рабочий процесс в автоматическом и ручном режимах. Установлены следующие органы управления (кнопки и переключатели):

«**Пуск**» – возможен только с парковочного места;

«**Стоп**» – остановка робота в любом положении со сбросом выбранного режима;

«**Пауза**» – приостановка агрегатов и временное отключение барьера безопасности с возможностью продолжения выполнения выбранного алгоритма;

«**Авария**» – остановка выбранного алгоритма и аварийное снятие напряжения вводным пускателем, снятие аварии кнопкой «**стоп**»;

«**Тест/Цикл**» – позволяет выбрать тестовый пробный проход или цикловой режим с возможностью изменения количества циклов;

«**Автомат/Ручное**» – переводит управление в автоматический или ручной режим. При переключении тумблера «**Автомат/Ручное**» происходит остановка выбранного алгоритма и переход в ручной режим работы без последующего продолжения выполнения алгоритма. В ручном режиме оператор имеет возможность управлять стрелой кнопками «**вверх**», «**вниз**», «**вправо**», «**влево**». Наклон стрелы можно изменять независимо от выбранного режима работы кнопками «**↑**», «**↓**».

## ПЛК и модули расширения

Внешний вид ПЛК *SiemensLOGO!* изображен на рис. 2.



Рис. 2. Лицевая панель ПЛК *SiemensLOGO!*

Контроллер *SiemensLogo! OBA7* с дополнительными дискретными расширителями ввода и вывода, напряжением питания 24 вольта постоянного тока, позволяет решить программно-функциональные задачи без применения дорогостоящих ПЛК. Программируется с помощью языков FBD (*Function Block Diagram*) или LAD (*Ladder Diagram*) с использованием программного пакета *LOGO! SoftComfort* для ПК или напрямую клавишами на лицевой панели ПЛК. Имеет встроенный интерфейс *Ethernet*, предназначенный для программирования, соединения с другими *LOGO! OBA7*, или *OBA8* (до 8 ПЛК), или компонентами автоматизации семейства *SIMATIC*. Также присутствует слот для карт памяти SD.

Логический модуль *Siemens LOGO! 12/24 RCE* является компактным, функционально законченным универсальным изделием, предназначенным для построения простейших устройств автоматики с логической обработкой информации с возможностью простейших сетевых коммуникаций.

Технические характеристики *Siemens LOGO! 12/24 RCE*:

- напряжение питания: 12 или 24 В;
- ток потребления: 60...175 мА при 12 В, 40...100 мА при 24 В;
- защита от неправильной полярности напряжения;
- количество входов: 8 (входы I1(AI3), I2(AI4), I7(AI1), I8(AI2) могут использоваться для ввода аналоговых сигналов 0...10 В. Входы I3, I4, I5, I6

могут использоваться для подсчета импульсов, следующих с частотой до 5 кГц);

- количество выходов: 4 релейных выхода (замыкающие контакты);
- Ethernet: 10/100 Мбит/с.

Базовые параметры контроллера: интегрированный дисплей, библиотеки встроенных функций, программная память, рассчитанная на использование до 400 встроенных функций на одну программу. Все модули *LOGO!* монтируются на профильную DIN-рейку 35 мм или на вертикальную плоскую поверхность. Объединение логических модулей и модулей расширения в единое устройство осуществляется преимущественно через внутреннюю шину. Базовые логические модули оснащены 8 входными и 4 выходными дискретными каналами. Использовались дополнительные дискретные модули расширения ввода и вывода *LOGO! DM8* с 4 дискретными входами и 4 дискретными выходами. Технические характеристики *LOGO! DM8*:

- напряжение питания: 12 или 24 В;
- ток потребления: 30...140 мА при 12 В, 20...75 мА при 24 В;
- количество входов: 4;
- количество выходов: 4 релейных выхода (замыкающие контакты).

Максимальное поддерживаемое контроллером количество дискретных входов – 24, дискретных выходов – 16. Благодаря этому, а также модульной конструкции, обеспечиваются высокая универсальность и свобода в реализации алгоритмов управления. Дополнительно для этих логических модулей доступна широкая гамма модулей расширения, добавляющая гибкие возможности адаптации к требованиям решаемых задач.

Варианты программ управления создаются студентами в среде *LOGO!Soft* на любом ПК и могут быть загружены в память робота для проверки последовательности выполнения операций в режиме реального времени.

## **Алгоритм движения органов манипулятора**

Алгоритм поведения робота-манипулятора складывается из технологических требований производства с учетом ограничений, вызванных конструктивными особенностями. Изменение углов поворота турели, углов наклона стрелы и высоты подъема штока достигается путем перестановки соответствующих датчиков, контролирующих положение в пространстве этих органов. Частотный преобразователь позволяет задавать различные характеристики скоростей вращения электродвигателя подъема и опускания штока, включая участки разгона и торможения. На рис. 3 приведена схема расположения позиций поворота турели манипулятора (вид сверху).



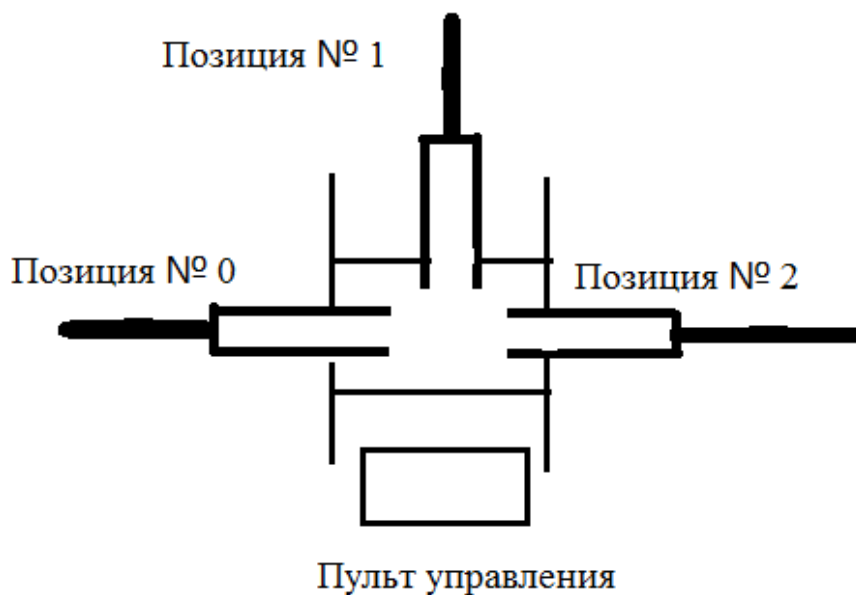


Рис. 3. Позиции поворота турели манипулятора

Работа манипулятора всегда должна начинаться с «парковочного места» и заканчиваться также «парковочным местом», характеристика которого приведена ниже.

1. Выдвижной шток полностью вдвинут в стойку, т. е. находится в крайнем нижнем положении.
2. Стрела не вращается и максимально наклонена вниз.
3. Турель находится в позиции № 0 (рис. 3).

При подаче питания включите главный автоматический выключатель SF1, о наличии вводного напряжения информирует контрольная лампа HL7 «Сеть», а затем выключатели SF2 и SF3 на панели управления. Поверните ключ-бирку по часовой стрелке, загорится индикаторная лампа HL6 «включено», запускается вводной контактор безопасности, и напряжение питания поступает на схему. Через некоторое время (5–10 с) робот готов к работе.

Автоматический режим работы выбирается переключателем «Авт/Руч» и индикацией выбранного режима лампой «Автомат». Если выбран автоматический режим, лампа горит. Данный режим работы предназначен для выполнения запрограммированной технологической программы и позволяет работать в следующих режимах, выбираемых переключателем «Тест/Цикл».

«Тест» – позволяет выбрать тестовый пробный проход (перед первым пуском в автоматическом режиме рекомендуется использовать именно этот режим, т. к. он позволяет на начальном этапе скорректировать работу робота или определить различные отклонения работы установки). Робот-манипулятор разово проходит технологический цикл работы и возвращается на парковочное место после выполнения заданной программы.

«Цикл» – цикловой режим с возможностью изменения количества циклов, позволяет выбрать количество повторяющихся технологических циклов с последующим возвращением агрегатов установки на парковочное место после выполнения заданной программы.

Заданный режим работы отображается индикацией одноименных ламп «Тест» или «Цикл».

Пуск работа-манипулятора в автоматическом режиме возможен только с «парковочного места».

После выполнения заданной программы и возврата агрегатов установки в парковочную зону лампа «Пуск» мигает, что сообщает о выполнении заданной программы, подтверждается выполнение кнопкой «Стоп».

В ходе выполнения заданной программы в автоматическом режиме оператор имеет возможность временной приостановки выполнения технологического цикла кнопкой «Пауза». Данный режим приостанавливает выполнение программы с возможностью дальнейшего продолжения выполнения технологического цикла с временным отключением системы безопасности установки. При включенном режиме «Пауза» лампа «Пауза» мигает, повторное нажатие кнопки «Пауза» отключает данный режим.

При работе в автоматическом режиме оператор имеет возможность остановки выполнения заданной программы без последующего ее продолжения кнопкой «Стоп». Возврат в парковочную зону осуществляется с помощью ручного режима.

Варианты заданий для самостоятельной работы приведены в табл. В соответствии с выбранным вариантом (табл. на с. 10) необходимо разработать на ПК программу управления роботом-манипулятором, провести ее отладку и эмуляцию.

После проверки преподавателем программа может быть перемещена в память ПЛК и опробована в действии.

# Электронный архив УГЛТУ

## Варианты алгоритма движений частей манипулятора

| № варианта | Операции      |              |                 |                |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                |                                 |                         |                         |                         |
|------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | шток<br>вверх | шток<br>вниз | стрела<br>вверх | стрела<br>вниз | поворот<br>от 0 до 1 | поворот<br>от 0 до 2 | поворот<br>от 1 до 0 | поворот<br>от 2 до 0 | поворот<br>от 1 до 2 | поворот<br>от 2 до 1 | вращение<br>стрелы<br>включить | вращение<br>стрелы<br>выключить | выдержка<br>времени 3 с | выдержка<br>времени 5 с | выдержка<br>времени 8 с |
| 1          | 1             | 7            | –               | –              | 2                    | –                    | 6                    | –                    | –                    | –                    | 3                              | 5                               | 4                       | –                       | –                       |
| 2          | 5             | 8            | 1               | 7              | –                    | 2                    | –                    | 6                    | –                    | –                    | 3                              | –                               | –                       | 4                       | –                       |
| 3          | –             | –            | –               | –              | 1                    | –                    | –                    | 6                    | 3                    | –                    | 2                              | 5                               | 4                       | –                       | –                       |
| 4          | 6             | 10           | 4               | 9              | 3                    | –                    | –                    | 8                    | 5                    | –                    | 1                              | –                               | 2                       | 7                       | –                       |
| 5          | 1             | 9            | 2               | 7              | –                    | 3                    | 8                    | –                    | –                    | 6                    | 4                              | –                               | 5                       | –                       | –                       |
| 6          | –             | –            | 3               | 7              | –                    | 1                    | 8                    | –                    | –                    | 5                    | 2                              | 6                               | 4                       | –                       | –                       |
| 7          | 2             | 8            | 1               | 3              | 4                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | –                    | 5                              | 7                               | 6                       | –                       | –                       |
| 8          | –             | –            | 2               | 4              | 5                    | –                    | –                    | 8                    | 7                    | –                    | 1                              | 6                               | 3                       | –                       | –                       |
| 9          | 2             | 8            | 5               | 9              | 1                    | –                    | –                    | 7                    | 4                    | –                    | –                              | 3                               | 6                       | –                       | –                       |
| 10         | –             | –            | 2               | 9              | –                    | 1                    | 8                    | –                    | –                    | 4                    | 5                              | 7                               | 3                       | 6                       | –                       |
| 11         | 1             | 9            | 2               | 8              | 3                    | –                    | –                    | 7                    | 5                    | –                    | 4                              | 10                              | –                       | 6                       | –                       |
| 12         | 3             | 10           | 1               | 9              | 2                    | –                    | –                    | 8                    | 6                    | –                    | 4                              | 8                               | 5                       | –                       | 7                       |
| 13         | 2             | 8            | –               | –              | –                    | 1                    | 7                    | –                    | –                    | 5                    | 3                              | –                               | 6                       | 4                       | –                       |
| 14         | 5             | 9            | 3               | 10             | –                    | 2                    | –                    | 7                    | –                    | –                    | 1                              | 6                               | 4                       | 8                       | –                       |
| 15         | –             | –            | 4               | 8              | 1                    | –                    | 9                    | –                    | 5                    | 7                    | 3                              | 10                              | 2                       | 6                       | –                       |
| 16         | 1             | 5            | –               | –              | –                    | 4                    | –                    | 8                    | –                    | –                    | 2                              | 6                               | 3                       | 7                       | –                       |
| 17         | 2             | 8            | 1               | 9              | 3                    | –                    | 7                    | –                    | –                    | –                    | 4                              | 6                               | –                       | –                       | 5                       |
| 18         | 1,6           | 4,9          | –               | –              | 2                    | –                    | 8                    | –                    | –                    | –                    | 3                              | 7                               | –                       | 5                       | –                       |
| 19         | 3             | 11           | 2               | 10             | 1                    | –                    | –                    | 9                    | 7                    | –                    | 4                              | 6                               | 5                       | 8                       | –                       |
| 20         | 2             | 6            | 4               | 7              | –                    | 1                    | 11                   | –                    | –                    | 3                    | 8                              | 10                              | 9                       | –                       | 5                       |
| 21         | 5             | 10           | 1               | 11             | –                    | 2                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | 3,6                            | 4,8                             | 4                       | 7                       | –                       |
| 22         | 1             | 5            | 3               | 6              | 4                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | –                    | 2                              | 8                               | 7                       | –                       | –                       |
| 23         | 2             | 6            | 1               | 8              | 3                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | –                    | 4                              | 7                               | –                       | 5                       | –                       |

# Электронный архив УГЛТУ

Окончание таблицы

| № варианта | Операции      |              |                 |                |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                |                                 |                         |                         |                         |
|------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | шток<br>вверх | шток<br>вниз | стрела<br>вверх | стрела<br>вниз | поворот<br>от 0 до 1 | поворот<br>от 0 до 2 | поворот<br>от 1 до 0 | поворот<br>от 2 до 0 | поворот<br>от 1 до 2 | поворот<br>от 2 до 1 | вращение<br>стрелы<br>включить | вращение<br>стрелы<br>выключить | выдержка<br>времени 3 с | выдержка<br>времени 5 с | выдержка<br>времени 8 с |
| 24         | 1             | 5            | –               | –              | –                    | 4                    | –                    | 8                    | –                    | –                    | 2                              | 6                               | 3                       | 7                       | –                       |
| 25         | 5             | 9            | 3               | 10             | –                    | 2                    | –                    | 7                    | –                    | –                    | 1                              | 6                               | 4                       | 8                       | –                       |
| 26         | 2             | 8            | –               | –              | –                    | 1                    | 7                    | –                    | –                    | 5                    | 3                              | –                               | 6                       | 4                       | –                       |
| 27         | 1             | 9            | 2               | 8              | 3                    | –                    | –                    | 7                    | 5                    | –                    | 4                              | 10                              | –                       | 6                       | –                       |
| 28         | –             | –            | 2               | 9              | –                    | 1                    | 8                    | –                    | –                    | 4                    | 5                              | 7                               | 3                       | 6                       | –                       |
| 29         | 2             | 8            | 5               | 9              | 1                    | –                    | –                    | 7                    | 4                    | –                    | 3                              | 10                              | 6                       | –                       | –                       |
| 30         | –             | –            | 2               | 4              | 5                    | –                    | –                    | 8                    | 7                    | –                    | 1                              | 6                               | 3                       | –                       | –                       |
| 31         | 2             | 8            | 1               | 3              | 4                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | –                    | 5                              | 7                               | 6                       | –                       | –                       |
| 32         | 2             | 8            | 1               | 9              | 3                    | –                    | 7                    | –                    | –                    | –                    | 4                              | 6                               | –                       | –                       | 5                       |
| 33         | 3             | 11           | 2               | 10             | 1                    | –                    | –                    | 9                    | 7                    | –                    | 4                              | 6                               | 5                       | 8                       | –                       |
| 34         | 1             | 10           | 2               | 8              | –                    | 3                    | 9                    | –                    | –                    | 7                    | 4                              | –                               | 5                       | –                       | –                       |
| 35         | 4             | 6            | 1               | 7              | –                    | 2                    | –                    | 5                    | –                    | –                    | 3                              | 4                               | –                       | –                       | –                       |
| 36         | 2             | 6            | 1               | 8              | 3                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | –                    | 4                              | 7                               | –                       | 5                       | –                       |
| 37         | 1             | 5            | 3               | 6              | 4                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | –                    | 2                              | 8                               | 7                       | –                       | –                       |
| 38         | 2             | 6            | 4               | 7              | –                    | 1                    | 11                   | –                    | –                    | 3                    | 8                              | 10                              | 9                       | –                       | 5                       |
| 39         | 5             | 10           | 1               | 11             | –                    | 2                    | –                    | 9                    | –                    | –                    | 3,6                            | 4,8                             | 4                       | 7                       | –                       |

## Требования безопасности во время лабораторной работы

1. Постоянно наблюдайте за работой манипулятора в процессе работы:

- по сигнализации на панели управления электронного устройства;
- по контрольным точкам программ возврат рабочих органов станка «в исходное состояние»;
- по характеру и величине линейных перемещений и вращательных движений рабочих органов станка и другого оборудования;
- по отклонениям характера и уровня шума различных механизмов;
- по четкости выполнения узлами оборудования различных технологических команд.

2. При переходе с одной программы на другую обратите внимание на правильную расстановку углов и положения стрелы, определяющие точки «исходного состояния» рабочих органов для начала работы по программе. Помните, что неправильно установленные углы и положение стрелы могут привести к ударам подвижных органов оборудования о неподвижные и вращающиеся части робота.

3. Не допускайте попадания различных жидкостей на клеммники, разъемы, датчики и другое электрооборудование и элементы автоматики.

4. Не оставляйте включенное или работающее оборудование без присмотра. В случае кратковременного отлучения от станка полностью выключите все оборудование.

5. Все подготовительные работы на станке проводите в их обесточенном состоянии или в режиме «парковка»:

- по установке приспособлений, заготовок, деталей и т. д.;
- по регулировке механических узлов и систем смазки.

6. Не работайте без ограждения вращающихся частей в рабочей зоне станка.

7. Не вмешивайтесь в автоматический цикл работы станка с помощью переключателей, кнопок, других элементов на панели управления, кроме «Режим пауза», «Стоповая кнопка» или «Стоповая аварийная кнопка».

8. Убедитесь, что возле движущихся частей манипулятора нет людей и препятствий.

9. Не пытайтесь остановить вращающиеся части манипулятора рукой или каким-либо предметом.

**Примечание!** В случае аварийной ситуации в ходе выполнения заложенной программы роботом-манипулятором нажмите аварийную кнопку: агрегаты установки остановятся, дальнейшее продолжение выполнения программы в автоматическом режиме будет невозможно. Для сброса аварии нажмите «Стоп». После устранения аварийной ситуации верните агрегаты в парковочную зону с помощью ручного режима.

После выполнения заданной программы и возврата агрегатов установки в парковочную зону лампа «Пуск» мигает, что сообщает о выполнении заданной программы, подтверждение осуществляется кнопкой «Стоп».

В ходе работы с роботом-манипулятором возникают различные ситуации, которые отображаются в пульте управления, что позволяет оперативно контролировать работу всей установки.

## Список рекомендованной литературы

1. Иванов, В. Н. Программирование логических контроллеров : учебное пособие. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2021. – 356 с.
2. Siemens : [сайт]. – URL: [www.siemens.ru/logo/](http://www.siemens.ru/logo/) (дата обращения: 02.05.2024).
3. Logo system manual ОВА6 ОВА7. Руководство по эксплуатации. – URL: <https://clck.ru/3BLCPPG> (дата обращения: 02.05.2024).

*Для заметок*



*Для заметок*