

Цель работы состоит в изучении принципов управления с помощью ПЭВМ модульным роботом — манипулятором.

Время выполнения работы: 2 академических часа.

### **Введение**

Управление движением собранного из мехатронных модулей робота осуществляется от ПЭВМ, к параллельному (Centronix) интерфейсу которой подключается микропроцессорная система управления.

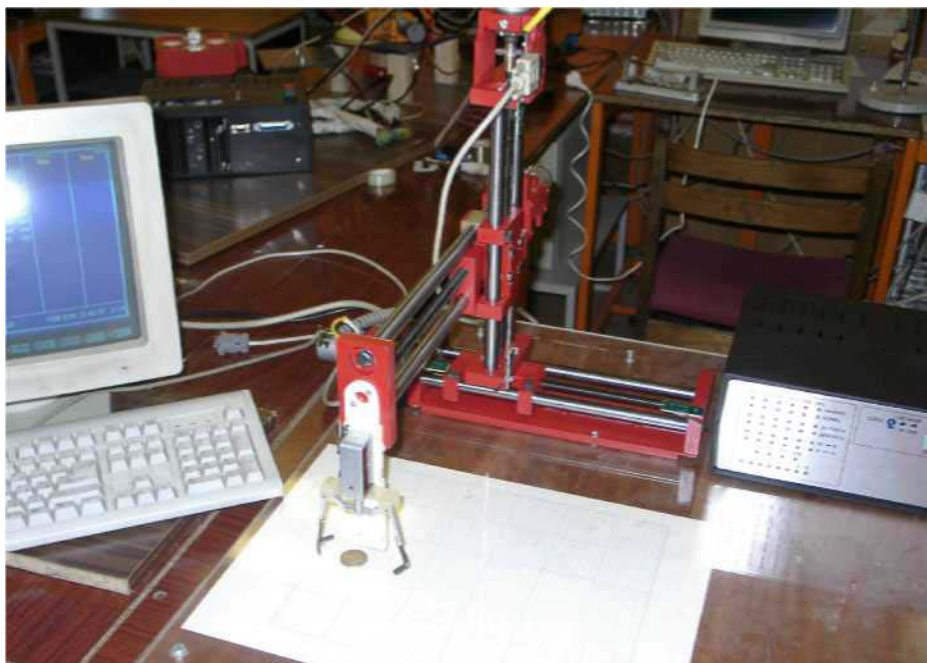


Рисунок 1. Общий вид робота с прямоугольной системой координат и сканирующим устройством

Система управления позволяет управлять шестью реверсивными мехатронными модулями (например, степенями продольного, поперечного или вертикального перемещения робота) и тремя нереверсивными мехатронными модулями (например, захватным устройством робота).

## 1. Включение системы управления модульного робота

1. Убедиться в правильности подключения мехатронных модулей и надежности всех соединений, а также в отсутствии механических повреждений частей робота.

2. Включите персональный компьютер, загрузите операционную систему и программное обеспечение робота.

3. Выключателем, расположенным на задней панели системы управления (на рис. 3 обозначен «Сеть»), включите систему управления.

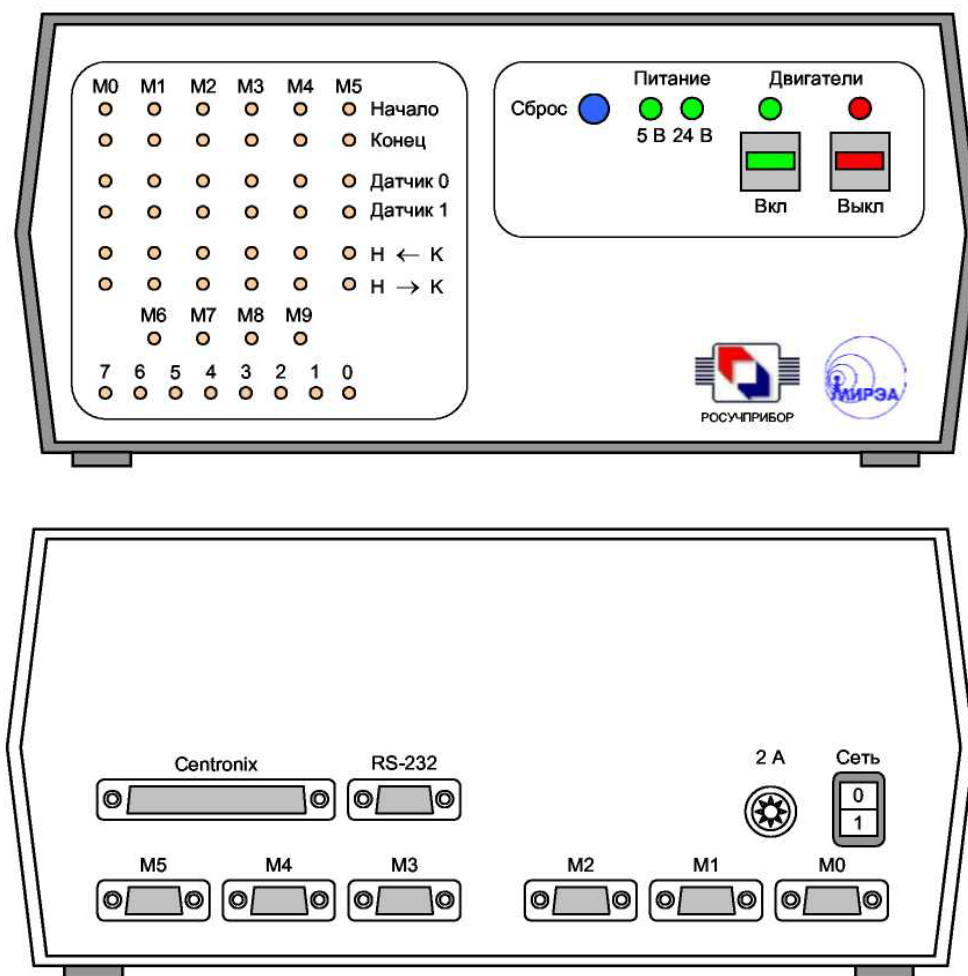


Рисунок 2. Передняя и задняя панели системы управления

Если система управления исправна, то подключенные к ней модули робота должны по-прежнему оставаться в состоянии покоя, а на передней панели системы управления должны включиться светодиоды «5 В», «24 В» (зеленого цвета свечения), «Двигатели Выкл» (красного цвета свечения), «М9» (желтого цвета свечения). После прохождения внутреннего теста системы управления (отображается на передней панели последовательным зажиганием светодиодных индикаторов желтого цвета свечения «0», «1», ..., «7») должен включиться индикатор «7» и могут включиться некоторые из индикаторов «Начало», «Конец», «Датчик 0», «Датчик 1».

Самопроизвольное движение каких-либо из подключенных мехатронных модулей, а также включение какого-либо из индикаторов «Н → К», «Н ← К», «М6», «М7» или «М8» является признаком неисправности системы управления.

4. Кратковременно нажмите на кнопку «Двигатели Вкл». При этом робот должен по-прежнему оставаться в состоянии покоя, индикатор «Двигатели Выкл» должен погаснуть, а индикатор «Двигатели Вкл» (зеленого цвета свечения) должен, наоборот, включиться.

Не следует удерживать кнопку «Двигатели Вкл» в нажатом состоянии длительное время, так как это приводит к отключению встроенной в СУ системы защиты. Если вы кратковременно нажали на кнопку «Двигатели Вкл» (при этом зажегся зеленый светодиод), а затем отпустили ее, после чего зажегся красный светодиод «Двигатели Выкл», это говорит о срабатывании системы защиты системы управления.

5. Выключение двигателей производится кратковременным нажатием на кнопку «Двигатели Выкл».

## 2. Программа управления роботом УРТК

Программа предназначена для проверки работоспособности системы управления и подключенных к ней мехатронных модулей или собранных из них роботов, а также для выполнения программных движений робота.

Данная программа позволяет осуществить тестирование системы управления, подключенной к параллельному интерфейсу LPT ПЭВМ. Интерфейс должен поддерживать режимы SPP и EPP, обеспечивая возможность не только записи, но и чтения данных из регистров порта.

Окно программы разбито на две части (рисунок 3). В верхней расположены кнопки ручного управления роботом и индикаторы датчиков. Кнопки «X+», «Y+», «Z+», «X-», «Y-», «Z-» осуществляют включение соответствующих двигателей в прямом и реверсивном направлении. Кнопка «СТОП» служит для отключения всех двигателей. Кнопка «Захват» включает и выключает захватное устройство. Индикатор датчика «ДСО» включается (подсвечивается зелёным) при срабатывании оптического датчика. Индикаторы «Xstart», «Ystart», «Zstart», «Xend», «Yend», «Zend» включаются при срабатывании соответствующих концевых датчиков. Индикаторы «Ximp», «Yimp», «Zimp» включаются при срабатывании соответствующих счётчиков перемещений (при движении эти датчики должны мигать).

Перемещение от одного крайнего положения до другого по каждой степени свободы робота составляет 139 мм. Это соответствует 278 единицам счётчика положений. Другими словами, при подаче команды «переместиться на 1 единицу» реальное перемещение схвата робота будет составлять 0,5 мм. Скорости движения различных модулей могут незначительно отличаться.

В нижней части окна расположено поле для ввода и отображения программы движения, а также кнопки запуска программы, останова программы, открытия и сохранения файла программы.

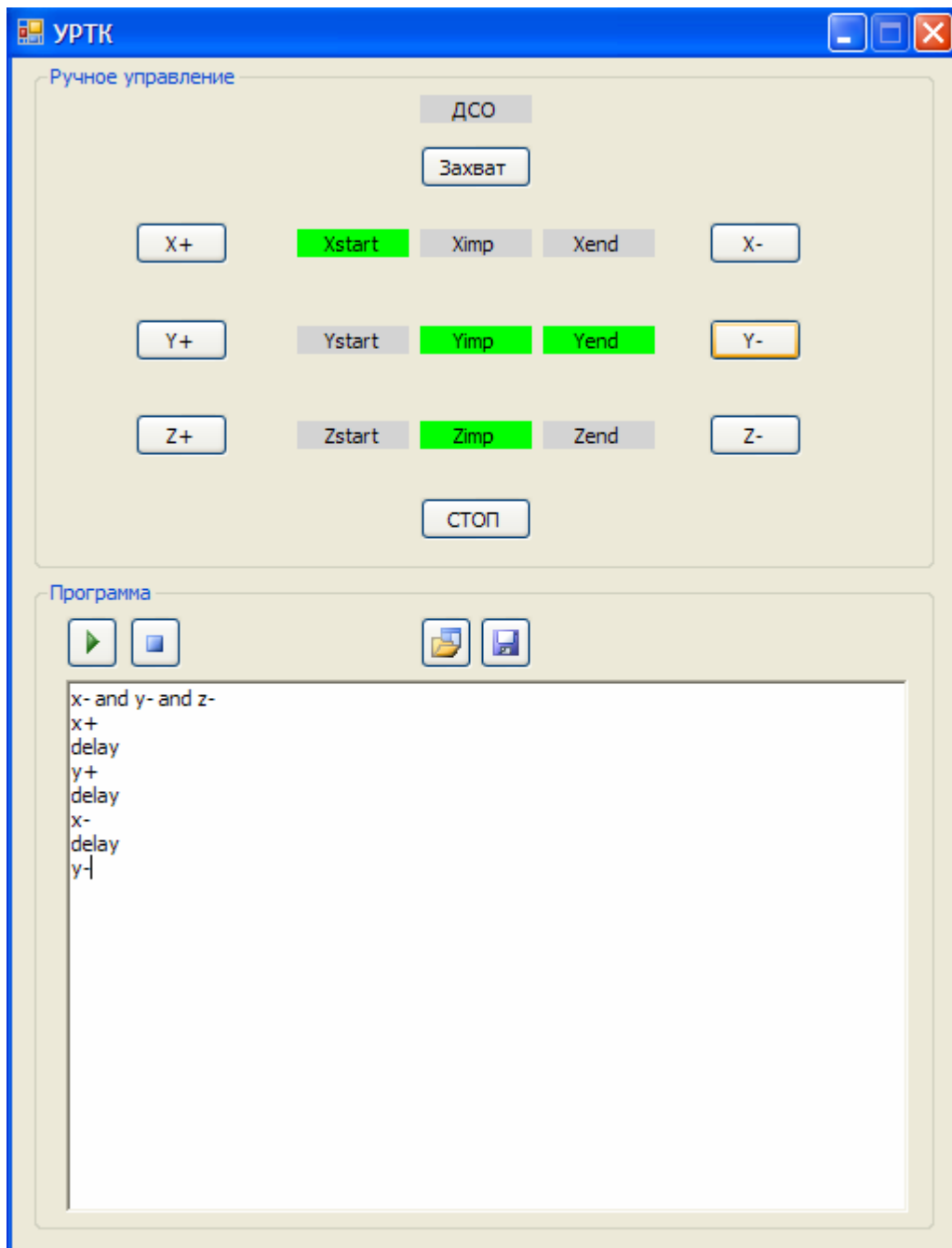


Рисунок 2. Окно программы управления роботом УРТК

### 3. Описание макроязыка (команд) программы УРТК

Интерпретатор команд УРТК не чувствителен к регистру.

Каждая команда должна начинаться с новой строки, дополнительных разделителей команд не предусмотрено.

Команды управления УРТК должны удовлетворять следующему формату<sup>1</sup>:

```
[<movement>] [to DSOon|DSOoff] [do capture|uncapture]
```

Первая часть команды должна соответствовать следующему формату:

```
<movement> = <dvg><dir>[<move>] [and <dvg><dir>[<move>]]  
... [and <dvg><dir>[<move>]]
```

где

<dvg> = x|y|z — включаемый двигатель,

<dir> = +|- — направление вращения двигателя,

<move> = <целое число> — число единиц перемещения по этому направлению; если число единиц перемещения не указывается, то движение будет продолжаться до срабатывания концевого датчика.

Пример простейшей команды перемещения:

```
x+10 and y+20
```

В этом случае схват робота одновременно движется в направлениях X+ и Y+, пока не переместится на 10 единиц, затем движение по X прекращается, и схват продолжает перемещение по направлению Y+ ещё на 10 единиц. После этого выполнение команды завершается и управление передается следующей команде.

Вторая часть команды позволяет досрочно завершить перемещение по выполнению одного из двух условий:

---

<sup>1</sup> Здесь квадратные скобки означают, что часть команды, заключённая в них не является обязательной. Угловые скобки означают, что текст заключённый в них является не ключевым словом, а составной командой, смысл которой расшифровывается отдельно. Прямая черта между ключевыми словами означает, что в команду должно быть включено одно из этих слов.

DSOon — датчик структурного освещения (ДСО) зафиксировал предмет,

DSOoff — датчик структурного освещения (ДСО) зафиксировал отсутствие предмета.

Третья часть команды выполняется по завершению перемещения и может управлять исполнительными устройствами УРТК:

capture — включить захват,

uncapture — выключить захват.

Пример команды включающей захват по достижению схватом робота объекта:

```
x+ and y+ and z+ to DSOon do capture
```

Также поддерживается команда задержки на заданное количество миллисекунд (ms):

```
delay [<ms>]
```

Если параметр ms опускается, то выполняется задержка по умолчанию — 100 мс.

Рекомендуется вставлять такие задержки между сменой направления вращения одного из двигателей УРТК, так как немедленное переключение направления вращения может привести к преждевременному выходу из строя двигателя.

Пример:

```
x+5
```

```
delay
```

```
x-5
```

#### **4. Подготовка к выполнению работы**

Для выполнения работы подготавливается протокол, содержащий следующие данные.

— Фамилия И.О., группа исполнителя работы.

— Чертёж в натуральную величину траектории движения маркера робота с указанием ключевых точек, согласно индивидуальному заданию студента.

— Описание программного движения.

— Программа движения (команды на макроязыке программы УРТК, реализующие движение по описанной траектории).

К протоколу прилагается чистый лист формата А4, на котором будет выполняться вычерчивание роботом разработанной траектории. Также прилагается электронный носитель с набранным текстом программы движения. Формат файла — текстовый документ txt. Имя файла — фамилия исполнителя.

#### **5. Порядок выполнения работы**

Порядок включения собранного и подключенного к системе управления и ПЭВМ робота следующий:

— включите ПЭВМ и загрузите операционную систему;

— включите питание системы управления тумблером, расположенным на задней панели;

— загрузите программное обеспечение системы управления роботом (например, программу УРТК);

— включите питание двигателей кнопкой «ВКЛ»;

— проведите тестирование работы робота (убедитесь в правильности работы световых индикаторов);

— загрузите и выполните подготовленную программу.



Порядок выключения системы управления следующий:

- завершите работу программного обеспечения системы управления роботом;
- выключите питание двигателей путем кратковременного нажатия на кнопку «Двигатели Выкл» системы управления;
- для выключения питания системы управления переключите тумблер «Сеть», расположенный на задней стенке системы управления (рисунок 3) в положение «О»;
- завершите сеанс работы с операционной системой и выключите ПЭВМ.

## **6. Контрольные вопросы**

1. Расскажите порядок включения системы управления роботом.
2. Расскажите о размерах рабочей области робота. Укажите систему координат, связанную с рабочей областью. Приведите формулы пересчёта координат в показания счётчика перемещений и наоборот.
3. Расскажите о макрокомандах программы УРТК.
4. Объясните необходимость использования макрокоманды delay.
5. Расскажите порядок выключения системы управления роботом.

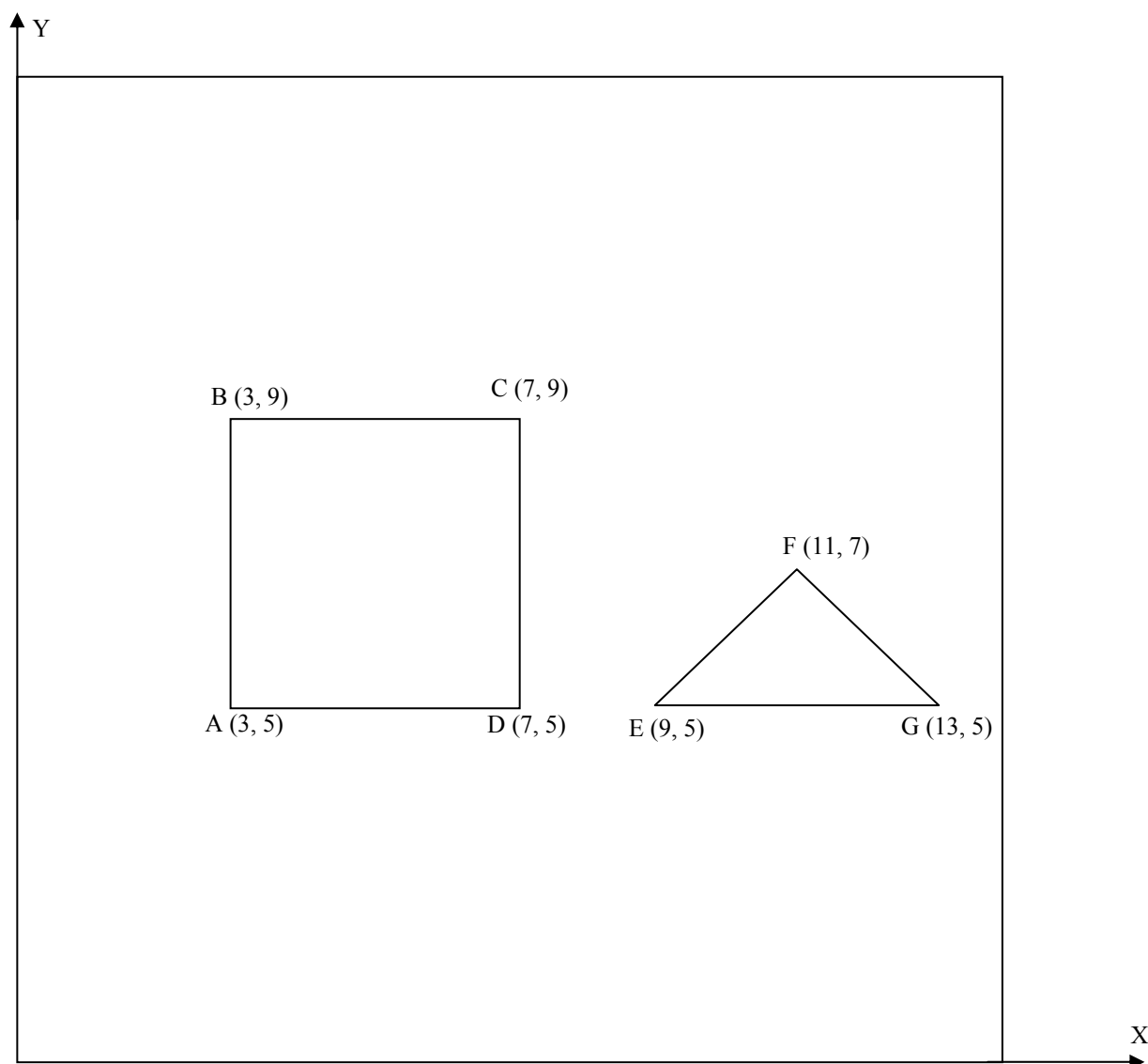
Приложение. Образец протокола работы  
Лабораторная работа по курсу  
«Основы расчёта и проектирования шагающих машин»  
«Управление учебным модульным роботом»

Выполнил студент группы ТС-203

Иванов Иван Иванович

Индивидуальное задание: вычерчивание квадрата и треугольника.

Чертёж рабочей области:



Описание программного движения:

1. Поднимаем маркер на небольшую величину (чтобы не касался бумаги).
2. Перемещаем маркер в начало координат (до срабатывания концевых датчиков)
3. Перемещаем маркер в точку А
4. Опускаем маркер на бумагу
5. Перемещаем маркер последовательно в точки В, С, D, А.
6. Поднимаем маркер
7. Перемещаем маркер в точку Е
8. Перемещаем маркер последовательно в точки F, G, Е.

Программа движения:

```
z+10
x- and y-
delay
x+60 and y+100
z-10
y+80
x+80
y-80
x-80
z+10
x+120
z-10
x+40 and y+40
delay
x+40 and y-40
x-80
```