

Цель работы состоит в изучении конструкции модульного робота — манипулятора, управляемого с помощью ПЭВМ.

Время выполнения работы: 2 академических часа.

### **Введение**

Учебный модульный робот (рисунок 1) собран на базе унифицированных мехатронных модулей и управляется унифицированной микропроцессорной системой управления. Благодаря унификации конструкции модулей, они могут быть использованы для сборки из них учебных роботов с различными кинематическими схемами, моделей транспортеров, устройств для подачи и ориентации деталей и других устройств, применяемых в автоматизированных производствах.

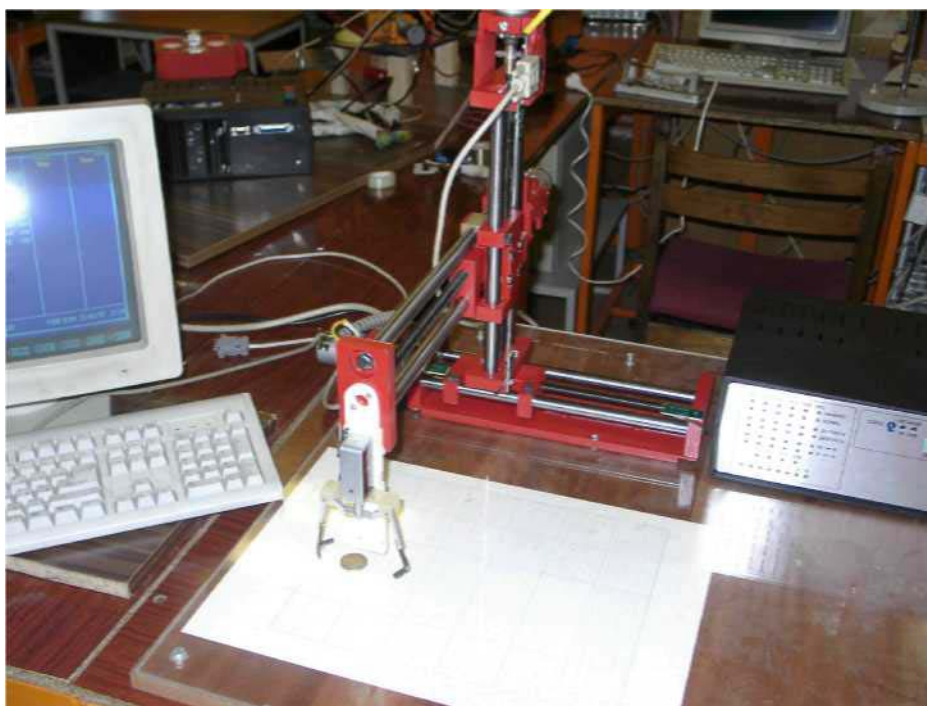


Рисунок 1. Общий вид робота с прямоугольной системой координат и сканирующим устройством

Управление движением собранного из мехатронных модулей робота осуществляется от ПЭВМ, к параллельному (Centronix) интерфейсу которой подключается микропроцессорная система управления. Для управления движением необходимо программное обеспечение. Учебный модульный робот используется для проведения научно-исследовательских работ в различных областях и для обучения студентов.

Учебный модульный робот УМР состоит из трех модулей линейного перемещения и захватного устройства.

Отличие учебного интеллектуального роботизированного центра УИМР от УМР состоит в оптическом инфракрасном сканере, установленном рядом с захватным устройством.

## 1. Система управления

Система управления предназначена для управления унифицированными мехатронными модулями и построенными на их базе устройствами. Привод мехатронного модуля должен быть построен на базе электродвигателей постоянного тока (требования к электродвигателям — в таблице 1), а датчики положения подвижной части иметь цифровой выход.

Таблица 1. Требования к электродвигателям мехатронных модулей.

номинальное рабочее напряжение электродвигателя реверсивного мехатронного модуля	24 В
пусковой ток якорной обмотки двигателя реверсивного мехатронного модуля, не более	1,0 А
максимальный ток якорной обмотки двигателя, не более	0,5 А
максимальный ток обмотки возбуждения двигателя, не более	0,2 А
максимальный импульсный ток нагрузки усилителя реверсивного мехатронного модуля (при длительности импульса до 100 мс)	2,0 А
номинальное рабочее напряжение исполнительного устройства неревверсивного мехатронного модуля	24 В
максимальный ток, потребляемый неревверсивным мехатронным модулем, не более	1,0 А;
максимальный импульсный ток нагрузки усилителя неревверсивного мехатронного модуля (при длительности импульса до 100 мс)	2,0 А.

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

Такое количество каналов управления позволяет осуществлять управление от одной системы управления одним или несколькими устройствами, построенными из унифицированных мехатронных модулей (например, двумя трехкоординатными роботами с декартовой системой координат).

Определение текущего состояния мехатронного модуля или построенных на их основе устройств осуществляется по показаниям датчиков обратной связи, имеющих цифровой выход. Максимальное количество датчиков, подключенных к системе управления — 24. Так, для управления построенным из мехатронных модулей манипулятором такими датчиками являются датчики начального и конечного положения подвижных частей мехатронного модуля, импульсные датчики, определяющие координату подвижной части мехатронного модуля и др.

Система управления подключается к ПЭВМ через параллельный интерфейс Centronix (стандарт SPP или EPP). Питание системы управления осуществляется от однофазной сети переменного тока 220 В 50 Гц. Максимальная потребляемая мощность — не более 120 Вт.



Рисунок 2. Общий вид системы управления

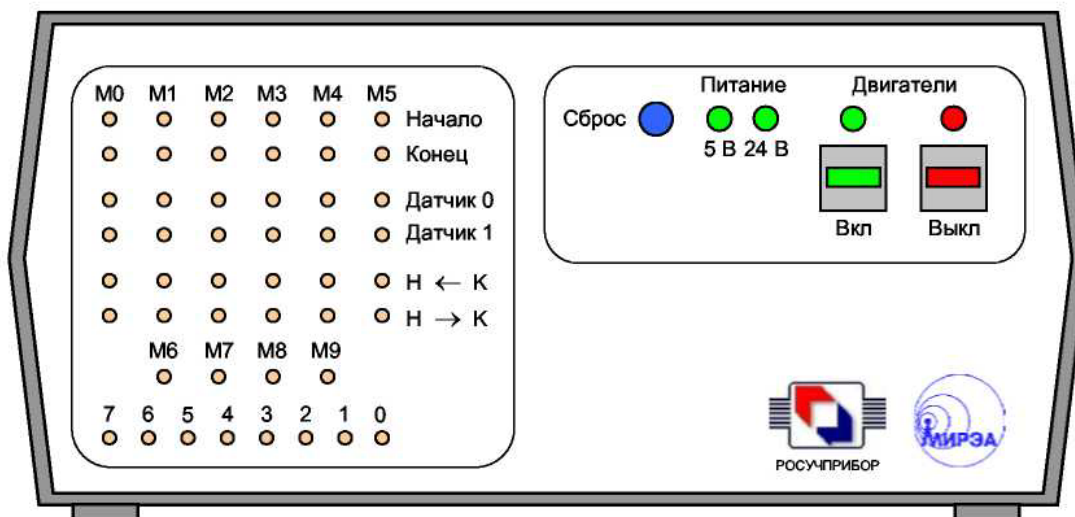


Рисунок 3. Передняя панель системы управления

В левой верхней части передней панели (рисунок 3) размещены светодиодные индикаторы, показывающие состояние шести реверсивных мехатронных модулей (на рисунке 3 обозначены как M0 - M5):

- концевых датчиков мехатронного модуля («Начало», «Конец»);
- импульсных датчиков для определения положения мехатронного модуля («Датчик 0» и «Датчик 1»);
- направления включения двигателя мехатронного модуля (движение от начала системы координат модуля к концу «Н → К», либо противоположное движение «Н ← К»).

Дополнительно здесь отражены состояния каналов управления четырех нереверсивных мехатронных модулей (на рисунке 3 обозначены как M6 - M9), один из которых используется для подачи напряжения на обмотки возбуждения двигателей постоянного тока реверсивных мехатронных модулей, другой — для управления состоянием захватного устройства (для мехатронного модуля линейного перемещения с захватным устройством). Третий и четвертый канал управления нереверсивными мехатронными модулями являются резервными.

В левой нижней части системы управления расположены восемь индикаторов (на рисунке 3 обозначены цифрами от 0 до 7). Управление их состоянием производится микроконтроллером системы управления. Данные индикаторы являются свободно программируемыми и используются, например, для отображения работы модулей робота.

Два светодиодных индикатора зеленого цвета свечения (на рисунке 3 обозначены как 5 В и 24 В) отображают работу модуля источника питания системы управления. При исправном модуле оба индикатора должны светиться. Отсутствие свечения одного из индикаторов или обоих индикаторов одновременно говорит о неисправности системы управления.

Рядом с индикаторами расположена кнопка «Сброс». При включении питания системы управления сброс (перезапуск) микроконтроллера системы управления происходит автоматически. Кратковременным нажатием на данную кнопку пользователь может произвести аппаратный сброс микроконтроллера без выключения питания системы управления.

Две кнопки, обозначенные на рисунке 3 как «Вкл» и «Выкл», управляют подачей напряжения на исполнительные двигатели мехатронного модуля. При включении питания системы управления двигатели обесточены, но микроконтроллер системы управления работает, что позволяет пользователю производить ввод и отладку программ. Для включения двигателей (после загрузки программ) необходимо нажать на кнопку «Вкл» (включится зеленый светодиодный индикатор, расположенный над кнопкой), а для их отключения — на кнопку «Выкл».

При перегрузке усилителей двигателей мехатронного модуля происходит их автоматическое отключение встроенной системой защиты. В этом случае загорается красный светодиодный индикатор (см. рисунок 4). После устранения причины перегрузки пользователь может повторно включить двигатели нажатием на кнопку «Вкл». Кабели, соединяющие мехатронного

модуля и системы управления, а также системы управления и персональную ЭВМ подключаются к разъемам, расположенным на задней панели корпуса системы управления. Эскиз задней панели приведен на рисунке 4.

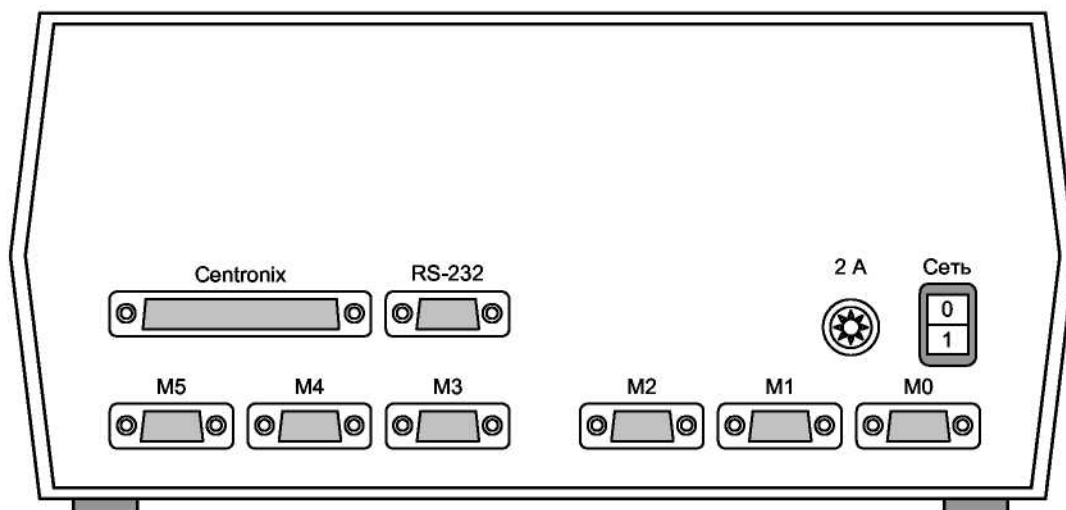


Рисунок 4. Задняя панель системы управления

На задней панели размещены разъем интерфейса Centronix (разъем DB - 37), разъемы для подключения к системе управления мехатронного модуля (на рис. 3 обозначены как M0, M1, M2, M3, M4, M5; тип разъема DB15), гнездо предохранителя (на рис. 3 обозначено «2 А») и выключатель питания «Сеть» микропроцессорной системы управления.

## 2. Мехатронный модуль линейного перемещения.

Мехатронный модуль линейного перемещения (рисунок 5) состоит из корпуса, передачи винт-гайка, двигателя постоянного тока МН-145А и перемещающейся части.



Рисунок 5. Общий вид мехатронного модуля линейного перемещения

Таблица 2. Технические характеристики двигателя МН-145А

Напряжение питания источника постоянного тока	$27 \pm 2,7$ В
температурный интервал работы	от - 50 °С до + 55°С
потребляемый ток:	не более
при холостом ходе	0,4 А
при номинальной нагрузке 1,69 кг/см	0,6 А
при максимальной нагрузке 2,25 кг/см	0,7 А
скорость вращения выходного вала редуктора, при макс. нагрузке 2,25 г/см	не менее 120 об/мин

**ОСТОРОЖНО!** Во время работы двигателя температура его корпуса может достигать 60°С. В процессе работы с мехатронного модуля пользователь должен контролировать температуру двигателей и при их нагреве сверх указанной температуры отключать питание двигателей не менее чем на 15 мин.



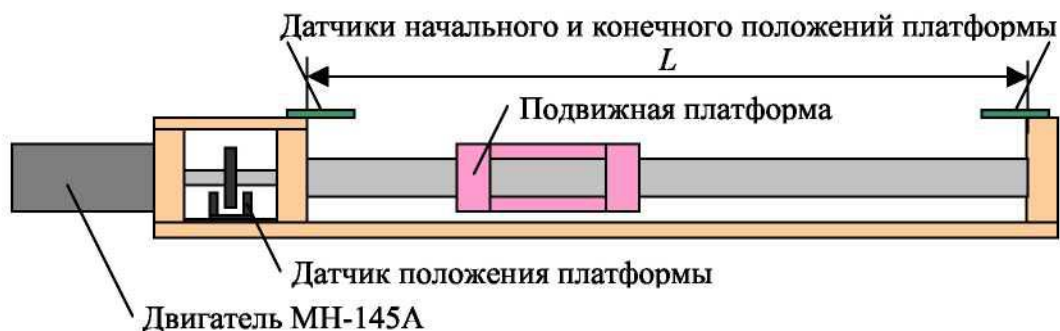


Рисунок 6. Схема мехатронного модуля линейного перемещения.

Определение положения подвижной платформы (см. рисунок 6) мехатронного модуля линейного перемещения осуществляется с помощью:

- датчиков начального (конечного) положения подвижной платформы герконовые датчики (нормальное состояние геркона — разомкнут, при срабатывании датчика контакты геркона замыкаются);
- импульсного датчика положения платформы.

Начальным считается положение мехатронного модуля у двигателя.

При срабатывании датчиков начального или конечного положения система управления на аппаратном уровне запрещает движение, поэтому ошибки в программном обеспечении системы управления не могут привести к выходу из строя двигателей.

Датчик положения подвижной части модуля (рисунок 7) представляет собой непрозрачный диск с прорезями, установленный на вал двигателя и в процессе вращения двигателя перекрывает световой поток от источника излучения к приемнику. На выходе приемника излучения будут наблюдаться импульсы прямоугольной формы со скважностью, близкой к двум (рисунок 8). Состояние датчика положения отображается на передней панели системы управления (рисунок 3) светодиодным индикатором, обозначенным как «Датчик 0». Индикатор, обозначенный как «Датчик 1», здесь не используется и постоянно находится во включенном состоянии.



Рисунок 7. Датчик положения мехатронного модуля линейного перемещения

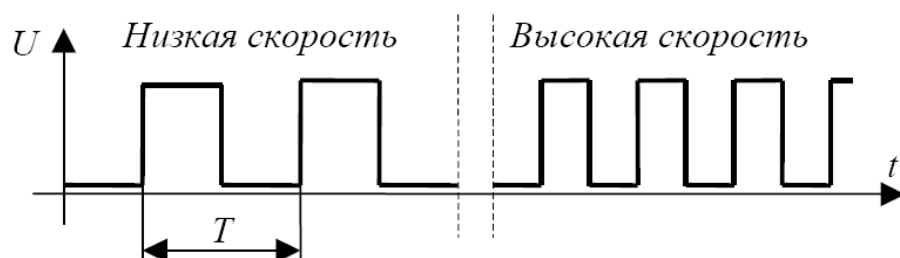


Рисунок 8. Временная диаграмма работы датчика положения

Скорость  $v$  вращения вала двигателя для датчика, имеющего 6 прорезей, может быть определена по формуле:

$$v = \frac{10}{T}, \text{ об/мин}$$

При скорости вращения вала двигателя 120 об/мин частота следования импульсов на выходе датчика положения составляет 12 Гц.

### 3. Захватное устройство.

Захватное устройство предназначено для захвата и удержания роботом небольших по массе деталей. Его конструкция поясняется рисунком 9, а внешний вид приведен на рисунке 10.

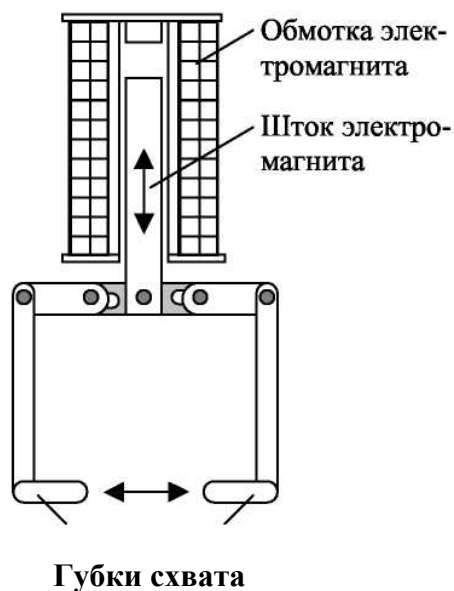


Рисунок 9.



Рисунок 10.

Конструкция захватного устройства

Общий вид захватного устройства

При подаче на электромагнит захватного устройства рабочего напряжения с амплитудой 24 В его подвижный якорь втягивается и губки захватного устройства смыкаются. При снятии напряжения пружина, размещенная внутри электромагнита (на рисунке 9 не показана), вытолкнет шток и губки разомкнутся.

Максимальное время, которое захватное устройство может находиться во включенном состоянии — не более 5 мин. После этого оно должно находиться в выключенном состоянии не менее 15 мин.

#### 4. Инфракрасный сканер.

Инфракрасный сканер построен на базе оптического датчика HOA0149, который состоит из ИК-излучающего диода и n-p-n кремниевого фототранзистора, расположенных на пересекающихся оптических осях в черном корпусе из термопластмассы. Детектор срабатывает на излучение от ИК-диода только когда отражающий объект проходит в его поле зрения. Расстояние, при котором обеспечивается максимальная чувствительность датчика составляет 5 мм. Общий вид оптического датчика, установленного на роботе, приведен на рисунке 13.

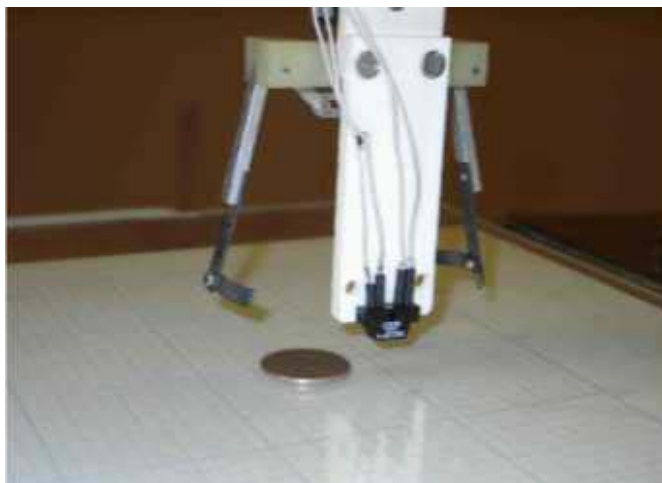


Рисунок 13. Общий вид инфракрасного сканера.

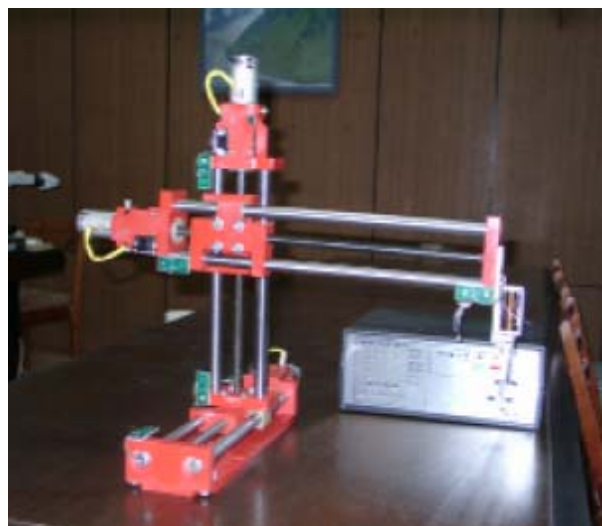
## 5. Сборка модульного робота.



1) закрепите на монтажном столе модуль линейного перемещения, эту степень робота будем называть «степень X».



2) четырьмя болтами прикрепите к степени X под углом  $90^\circ$  модуль линейного перемещения, эту степень будем называть «степень Z»;



3) четырьмя болтами прикрепите к степени Z под углом  $90^\circ$  модуль линейного перемещения и закрепленными на нем захватным устройством, эту степень будем называть «степень Y».

Рисунок 14. Сборка робота с прямоугольной системой координат.

При этом если смотреть на робот со стороны двигателя привода «степени X», то двигатель привода степени «Y» должен быть расположен с правой стороны от «степени Z». При таком расположении модули линейного перемещения образуют правоориентированную прямоугольную систему координат (рисунок 15).

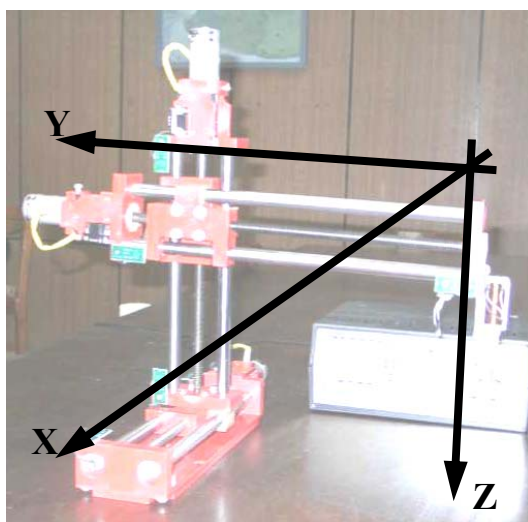


Рисунок 15. Взаимное расположение модулей линейного перемещения.

К системе управления мехатронный модуль подключается с помощью кабеля с разъемами DB15 (фиксация разъемов обязательна!) Для соответствия между положением модулей робота и программным обеспечением подключаем модуль «степень X» к каналу M0; модуль «степень Y» к каналу M1; модуль «степень Z» к каналу M2.

Подключение мехатронных модулей к системе управления должно производиться в следующей последовательности.

1. Перед подключением мехатронного модуля или робота к системе управления необходимо произвести его внешний осмотр и убедиться в отсутствии повреждений. Одной из наиболее часто встречаемых неисправностей мехатронного модуля является повреждение или неверная установка датчи-

ков начального и конечного положений подвижной части мехатронного модуля. Выход из строя датчика может привести к заклиниванию редуктора двигателя и его поломке.

2. Подключите мехатронные модули с помощью кабелей с разъемами DB15 к разъемам системы управления. Система управления при этом должна быть выключена. Все разъемы кабелей должны быть надежно соединены винтами с соответствующими разъемами мехатронных модулей и системы управления (рисунок 16) для того, чтобы при движении частей робота они самопроизвольно не отсоединились. Любые переключения разъемов возможны только при полностью выключенных системе управления и ПЭВМ.



Рисунок 16. Подсоединение кабелей к системе управления и мехатронному модулю.

Подключение системы управления к ПЭВМ:

1. Перед подключением системы управления к ПЭВМ необходимо убедиться в правильности подключения мехатронных модулей и надёжности всех соединений.

2. Подсоедините систему управления к интерфейсу Centronix ПЭВМ. При этом компьютер должен быть выключен.

### **Порядок выполнения работы.**

1. Изучите конструкцию мехатронных модулей.
2. Проведите осмотр блока системы управления.
3. Изучите порядок сборки робот из модулей линейного перемещения.
4. Изучите порядок подключения модулей к системе управления и системы управления к ПЭВМ.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните назначение блока системы управления.
2. Какими устройствами можно управлять используя блок системы управления и ПЭВМ?
3. Объясните назначение светодиодов на передней панели блока системы управления.
4. Объясните назначение разъемов на задней панели блока системы управления.
5. Объясните принцип работы модуля линейного перемещения.
6. С помощью каких датчиков определяется состояние подвижной платформы модуля линейного перемещения?
7. Объясните принцип работы импульсного датчика положения подвижной платформы модуля линейного перемещения.
8. Расскажите принцип действия захватного устройства.