

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ МП-9С

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний для обучающихся Самарского университета по основным образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-техническое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.07 Самолето- и вертолестроение

Составители: *В. В. Максимов,*
М. А. Михеев

САМАРА
Издательство Самарского университета
2026

УДК 621.865.8(075)

ББК 3816.1я7

И889

Рецензент д-р техн. наук, проф. В. А. Михеев

И889 Исследование цикловой системы программного управления промышленным роботом МП-9С: методические указания / сост.: В. В. Максимов, М. А. Михеев. – Самара: Издательство Самарского университета, 2026. – 20 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (Дисциплина «Автоматизация производственных процессов в машиностроении») и специальности 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение (Дисциплины «Технология производства самолетов», «Технология сборочно-сварочных процессов»).

Разработано на кафедре производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении.

УДК 621.865.8(075)

ББК 3816.1я7

© Самарский университет, 2026

Оглавление

Введение	4
1 Краткое описание электронного циклового программного устройства ЭЦПУ-6030	5
2 Эксплуатация устройства	12
3 Краткое техническое описание работа МП-9С	13
4 Порядок выполнения работы	15
5 Содержание отчета	17
6 Контрольные вопросы	18

Введение

Современные промышленные роботы играют ключевую роль в автоматизации производственных процессов, обеспечивая высокую точность, повторяемость и эффективность выполнения технологических операций. Одним из важных аспектов управления промышленными роботами является использование цикловых систем программного управления, которые позволяют реализовывать сложные алгоритмы перемещения и обработки объектов с минимальным вмешательством оператора.

Робот МП-9С представляет собой универсальное промышленное устройство, применяемое в различных отраслях, таких как машиностроение, металлообработка и сборка изделий. Его эффективное функционирование во многом зависит от корректной настройки и отладки системы программного управления, основанной на циклических алгоритмах.

Цель работы: изучение устройства ЭЦПУ-6030 и принципа действия цикловой системы программного управления промышленным роботом МП-9С, освоение методики программирования и приобретение практических навыков настройки работы робота по заданной программе.

1 Краткое описание электронного циклового программного устройства ЭЦПУ-6030

Устройство предназначено для управления манипуляторами, имеющими двухпозиционные степени состояния с позиционированием по упорам, и техническим оборудованием в цеховых закрытых помещениях промышленных предприятий при температуре окружающей среды +40°C, относительной влажности до 80% (при 35°C) и атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа (630 ... 800 мм рт.ст.) в среде, не содержащей агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию.

Конструкция устройства выполнена в виде настольного пульта.

Техническая характеристика устройства ЭЦПУ-6030:

- Тип системы управления - цикловая
- Число кадров программы - до 30
- Число управляемых звеньев манипулятора - до 6
- Число технологических команд - 6
- Диапазон регулировки программируемой выдержки времени - 0 ... 0,7 с
- Потребляемая мощность - 0,2 кВт
- Напряжение питания устройства 220 В с частотой 50 Гц
- Масса не более 26 кг
- Габаритные размеры 480x435x220 мм

На структурной схеме ЭЦПУ-6030 (рис.1) показаны основной функциональный состав устройства и характерные связи между узлами к блоками. Устройство построено по принципу синхронного программного автомата с жестким циклом управления и состоит из следующих основных узлов и блоков.

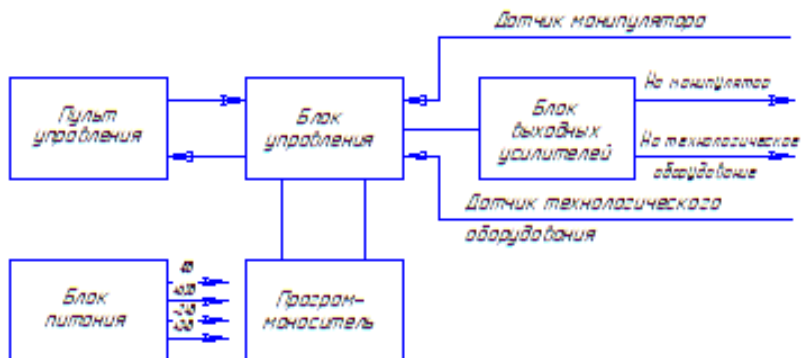


Рисунок 1 – Структурная схема ЭЦПУ-6030

Блок управления - предназначен для обработки информации по заданной программе и выдачи управляющих воздействий на манипулятор и технологическое оборудование.

Пульт управления (рис. 2) - обеспечивает задание режимов работы устройства, выполнение операций включение-выключение питания, запуска в работу, а также ручное управление звеньями манипулятора.

Программоноситель - предназначен для набора и хранения требуемой программы работы робота.

Блок усилителей - обеспечивает выдачу управляющих команд на золотники манипулятора и технологическое оборудование.

Блок питания - обеспечивает питание электронного оборудования, датчиков манипулятора и технологического оборудования.

С пульта управления (см.рис.2) можно задать один из следующих режимов работы устройства: РУЧНОЙ, КОМАНДА, ЦИКЛ, АВТОМАТ.

В режиме РУЧНОЙ команды на манипулятор, задаются с пульта управления и поступают на блок усилителей и далее на манипулятор для управления его подвижными органами. Контроль положения осуществляется с помощью табло индикации состояния.

В режиме КОМАНДА устройство обеспечивает отработку одного кадра программы, набранной на программоносителе. После отработки команд заданных в кадре, происходит остановка устройства.

В режиме ЦИКЛ устройство обеспечивает однократную отработку всех кадров программы.

В режиме АВТОМАТ устройство обеспечивает многократную отработку рабочего цикла робота. При нажатии кнопки режима РУЧНОЙ на звено манипулятора выдается команда, мнемоническое изображение которой нанесено на табло под кнопкой, табло при этом загорается.

Кнопка ПУСК функционирует только в режимах АВТОМАТ, ЦИКЛ и КОМАНДА. При нажатии на эту кнопку устройство начинает работать по программе, одновременно загорается табло РАБОТА.

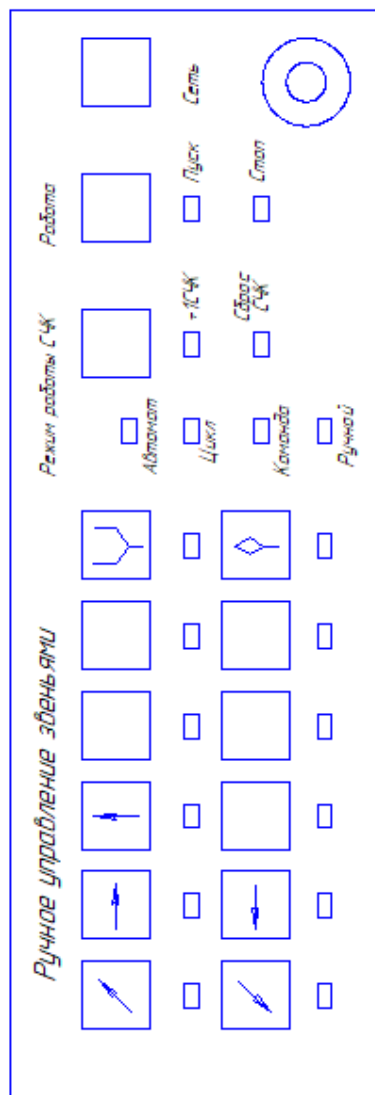


Рисунок 2 – Пульт управления

Кнопка СТОП служит для останова работающего по программе устройства. При нажатии на эту кнопку табло РАБОТА гаснет (питание устройства не выключается).

Кнопка СБРОС СЧК (счетчика кадров) используется для предварительной установки счетчика кадров в начальное состояние.

Кнопка + I СЧК используется для изменения состояния СЧК.

Включение питания производится с помощью кнопки СЕТЬ.

При работе робота по программе на табло индикации высвечивается текущий номер исполняемого кадра.

В верхней части устройства расположена красная кнопка аварийного выключения устройства.

Программноноситель выполнен в виде двух наборных полей из многопозиционных переключателей и размещен в верхней части устройства в специальной нише, закрываемой крышкой. Каждый кадр программы может содержать одну или две команды, набираемые на верхнем и нижнем полях программоносителя.

Программа составляется по циклограмме работы робота, которая разбивается по шагам. Максимальное число шагов рабочего цикла (а соответственно и программы) – 30. Программноноситель, на котором набирается программа, выполнен в виде двух наборных полей многопозиционных переключателей по 30 шт. в каждом поле (число шагов программы).

Система команд устройства ЭЦПУ-6030 приведена в табл. 1.

Наличие верхнего и нижнего полей программоносителя позволяет исполнять одну или две команды. Если в кадре при программировании соответствующая команда набирается на верхнем или нижнем поле программоносителя, а на другом поле устанавливается цифра 0, то данный кадр состоит из одной команды.

Таблица 1 – Системы команд устройства

Ко-манды	Название команды		Код		Условное обозначение
			Верх-нее поле	Ниж-нее поле	
1	Движение руки вперед		1	0	
2	Движение руки назад		2	0	
3	Поворот влево		3	0	
4	Поворот право		4	0	
5	Подъем вверх		0	1	
6	Движение вниз		0	2	
7	Захватное устройство открыто		0	5	
8	Захватное устройство закрыто		0	6	
9	Технологическая команда	1	9	1	-
10	- “ -	2	9	2	-
11	- “ -	3	9	3	-
12	- “ -	4	9	4	-
13	- “ -	5	9	5	-
14	- “ -	6	9	6	-

Продолжение таблицы 1

Ко-манды	Название команды	Код		Условное обозначение
		Верх-нее поле	Ниж-нее поле	
15	Выдержка времени	0	9	<i>t</i>
16	Пропуск	9	7	-
17	Переход	9	8	-
18	Остановка	9	9	-
19	Конец программы	0	0	K

Кадр совместной отработки формируется из двух команд, набираемых в одном шаге на верхнем и нижнем полях. Переход к следующему шагу происходит только после отработки набранных на программноносителе команд управления звеньями манипулятора.

Технологическая команда - команда управления технологическим оборудованием. В кадре программы может быть набрана только одна технологическая команда.

Команда **ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ** служит для введения задержки между шагами программы.

Команда **ПРОПУСК** служит для организации пропуска одного кадра программы при выполнении внешнего условия.

Команда **ПЕРЕХОД** служит для организации условного перехода к фиксированному шагу с произвольного места программы.

Команда **ОСТАНОВ** служит для остановки устройства, работающего по программе.

Команда **КОНЕЦ ПРОГРАММЫ** служит для зацикливания программы работы робота. При выполнении этой команды счетчик кадров сбрасывается в исходное нулевое состояние, после чего исполнение набранной программы повторяется.

В режиме ЦИКЛ, кроме того, при выполнении команды КОНЕЦ ПРОГРАММЫ производится останов устройства.

Для набора режимов работы следует составить программу, пример которой приводится в приложении.

Отладка программы производится последовательно в режимах КОМАНДА, ЦИКЛ и АВТОМАТ на включенном устройстве. Перед началом отладки необходимо звенья манипуляторов вывести в исходное положение в режиме РУЧНОЙ.

В режиме КОМАНДА, устанавливая счетчик в нулевое положение кнопкой СБРОС СЧК и нажимая последовательно на кнопку ПУСК, отработать всю программу. Затем проверить программу в режимах ЦИКЛ и АВТОМАТ.

2 Эксплуатация устройства

При включении питания звенья манипулятора автоматически приходят в положение, которое соответствует изображению команд в нижнем ряду табло индикации состояния звеньев манипулятора. Чтобы избежать нежелательных перемещений звеньев при включении питания, звенья манипулятора перед включением сети необходимо вручную вывести в исходное положение согласно табло индикации состояния звеньев.

Устройство приводится в рабочее, состояние в следующем порядке:

- нажать кнопку СЕТЬ, включить питание;
- установить режим работы РУЧНОЙ и с помощью кнопок ручного управления звеньями манипулятора вывести их в исходное положение;
- установить режим работы АВТОМАТ;
- нажать кнопку СБРОС СЧК;
- нажать кнопку ПУСК, при этом робот начнет функционировать по программе;

– перед остановкой устройства установить режим работы ЦИКЛ; робот дорабатывает последний цикл и останавливается, манипулятор приходит в исходное состояние;

– выключить питание устройства нажатием кнопки аварийного выключения питания.

3 Краткое техническое описание робота МП-9С

Промышленный робот МП-9С предназначен для обслуживания штамповочных прессов, а также для автоматизации технологических процессов, где необходимо осуществить захват, перенос и установку детали на технологическое оборудование. Схема промышленного робота и размеры его рабочей зоны представлены на рис. 3.

Техническая характеристика робота

Грузоподъемность	0,2 кг
Выдвижение исполнительного устройства	150 мм
Подъем исполнительного устройства	30 мм
Поворот исполнительного устройства	120°
Точность позиционирования	± 0,05 мм
Тип привода	пневматический
Рабочее давление воздуха	0,4...0,5 МПа
Тип системы управления	цикловая
Число точек позиционирования по каждой степени подвижности	2
Масса	40 кг

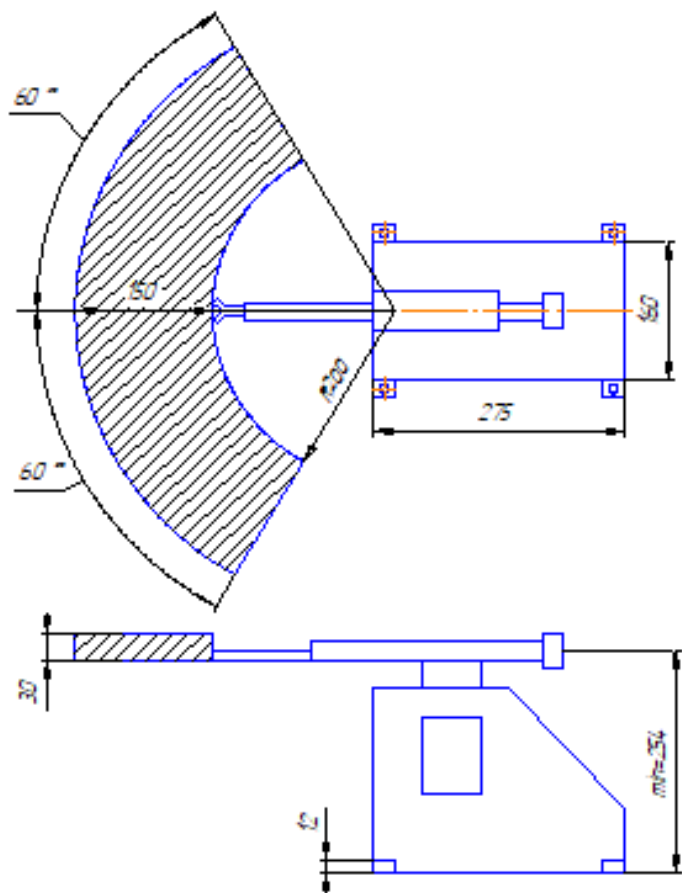


Рисунок 3 – Схема промышленного робота

4 Порядок выполнения работы

1. Изучить функциональную схему, принцип действия и особенности конструкции системы управления.

2. Визуально освоить систему управления ЭЦПУ-6030. Осмотреть пульт управления. Точно знать функциональное назначение каждой клавиши и изображения на табло пульта управления.

3. Внешне осмотреть робот МП-9С. Установить направления перемещения звеньев манипулятора (передвигая их вручную).

Отчитаться перед преподавателем в знаниях функционального назначения управляющих органов – пульта управления системы ЭЦПУ-6030. В соответствии с разделом "Эксплуатация устройства" практически освоить все режимы работы системы управления. В режиме РУЧНОЙ произвести отработку всех команд управления роботом.

4. В соответствии с заданием (табл. 2) составить программу в виде табл. 3.

Робот настроен на определенную схему работы, которая показана в цилиндрической системе координат (рис. 4).

Примечание 1: I, II, III – позиции, на которые настроен робот.

0 – начальное положение схвата, схват находится в зажатом положении.

Примечание 2: в технологической позиции схват открыть, руку робота убрать, затем вернуться, захватить деталь и продолжить перемещение детали.

Набрать программу на программноносителе. Отладку программы произвести последовательно в режимах КОМАНДА, ЦИКЛ и АВТОМАТ. Продемонстрировать преподавателю функционирование работа по составленной программе.

Таблица 2 – Варианты заданий: путь следования руки робота

№ п/п	Исходное положение детали	Промежуточное положение детали	Технологическая позиция	Промежуточное положение детали	Конечное положение детали
1	I	0	II	0	III
2	I	II	III	II	III
3	I	III	II	III	II
4	I	0	III	0	II
5	I	II	I	II	III
6	I	III	I	III	II
7	I	0	I	III	II
8	II	0	I	0	II
9	II	I	III	I	II
10	II	III	I	III	II
11	II	0	II	0	I
12	II	I	II	I	III
13	II	III	II	III	I
14	II	0	III	0	I
15	III	0	I	II	0
16	III	I	II	I	I
17	III	II	I	II	II
18	III	0	II	I	0
19	III	I	III	II	I
20	III	II	III	I	II
21	III	0	III	I	0

Таблица 3 – Пример составления программы работы робота

Шаги	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Верхнее поле	0	1	0	0	3	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	4	1	0	2	0										
Нижнее поле	5	0	6	1	0	5	0	9	0	5	0	2	5	9	6	0	0	5	0	0										
Условное обозначение	$\Psi \rightarrow$	\diamond	\uparrow	\curvearrowright	\leftarrow	$t \rightarrow$	\leftarrow	\downarrow	Ψ	t	\diamond	\curvearrowright	\rightarrow	Ψ	\leftarrow	K														

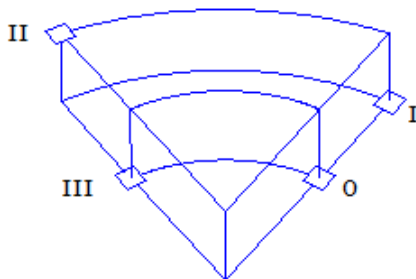


Рисунок 4 – Схема работы робота в цилиндрической системе координат

Набрать программу на программноносителе. Отладку программы произвести последовательно в режимах КОМАНДА, ЦИКЛ и АВТОМАТ. Продемонстрировать преподавателю функционирование работа по составленной программе.

5 Содержание отчета

1. Схема рабочей зоны робота.
2. Перечень оборудования, приспособления.
3. Задание.
4. Программа работы робота.
5. Результаты отладки программы работы робота.
6. Особенности работы системы.
7. Выводы.

Пункт 4 отчета должен содержать таблицу (аналогичную табл. 3), в которой приводится программа в виде кодов кадров.

Пункт 6 отчета должен содержать сведения о различных режимах системы управления ЭЦПУ-6030 в виде сравнительной оценки функциональных возможностей различных режимов при программировании и отладке.

В выводах отмечается, соответствует ли работа программы, указываются достоинства и недостатки цикловых систем управления.

6 Контрольные вопросы

1. Объяснить принцип позиционирования в цикловых роботах.
2. Изобразить графически укрупненную схему цикловых систем управления и указать функциональное назначение блоков.
3. Назвать виды программносителей и методы записи программ цикловых системах управления.
4. Объяснить функциональное назначение следующих команд в системе ЭЦПУ-6030: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМАНДА, ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ, ПРОПУСК, ПЕРЕХОД, ОСТАНОВ, КОНЕЦ ПРОГРАММЫ.
5. Объяснить функциональные возможности системы ЭЦПУ-6030 в режимах: РУЧНОЙ, КОМАНДА, ЦИКЛ, АВТОМАТ.
6. Объяснить функциональное назначение обратной связи в цикловых системах управления.
7. В каких технологических процессах допускается применение цикловых роботов?

Методические материалы

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ
ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ
РОБОТОМ МП-9С**

Методические указания

Составители: *Максимов Валерий Владимирович,
Михеев Михаил Александрович*

Редакционно-издательская обработка
издательства Самарского университета

Подписано в печать 24.06.2026. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печ. л. 1,25.
Тираж 27 экз. Заказ № . Арт. – 6(МУ)/2026.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

