

ОКП 39 4912



**КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ МАШИНА
КИМ-750**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

РЭ 3949-002-36867268-01

2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ.....	4
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
3 КОМПЛЕКТНОСТЬ.....	5
4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ	5
4.1 ПРИВОД.....	6
4.2 ИНТЕРФЕРОМЕТР	6
4.3 ИСТОЧНИК СВЕТА И ОПТОВОЛОКОННЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ.....	7
4.4 ДАТЧИК ЩУПОВОЙ	7
4.5 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ	8
5 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	10
6 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ.....	11
7 ПОРЯДОК РАБОТЫ	13
8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	16
9 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	17
10 ПРИЕМКА КИМ.....	20
11 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.....	21
ВВЕДЕНИЕ.....	21
11.1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	21
11.2 ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.....	22
11.3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КИМ	23
11.4 ПОВЕРКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	24
11.4.1 Определение предела основной абсолютной погрешности объемных измерений.....	24
11.4.2 Определение погрешности осязающей головки	26
11.4.3 Оформление результатов поверки.....	26
12 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	27
13 ПАТЕНТЫ	27
14 СВЕДЕНИЯ О ЗИП	27
15 СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	27
16 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	28
17 КОНСЕРВАЦИЯ.....	29
18 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ.....	30
19 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	31
20 ДВИЖЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ	32
21 УЧЕТ РАБОТЫ ИЗДЕЛИЯ.....	33
22 УЧЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	34
23 РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	35
23.1 УЧЕТ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ.....	35
23.2 ПОВЕРКА КИМ	36
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</u>	37
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</u>	38
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 3</u>	39
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 4</u>	40
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 5</u>	41
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 6</u>	42
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 7</u>	43

<u>ПРИЛОЖЕНИЕ 8</u>	44
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ N 9</u>	45
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ N 10</u>	46
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ N 12. ИНСТРУКЦИЯ ПО РАЗБЛОКИРОВАНИЮ ТОРМОЗОВ ПРИВодОВ</u>	51
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ N 13. ИНСТРУКЦИЯ ПО НАЧАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ ЭНКОДЕРОВ ПРИВодОВ</u>	52
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ N 14. ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ С ДИСПЛЕЕМ И КЛАВИАТУРОЙ ПУЛЬТА РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ</u>	53
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ N 15. ИНСТРУКЦИЯ ПО НАСТРОЙКЕ СЕТЕВЫХ (ТСР/ІР) ПОДКЛЮЧЕНИЙ КИМ</u>	55

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Координатно-измерительная машина КИМ-750 (далее - КИМ) предназначена для контроля деталей различной степени сложности в режимах ручного и автоматического управления.

Шесть степеней свободы рабочего органа позволяют вести высокопроизводительное измерение сложных поверхностей с минимальным количеством изменений положения детали, применяя минимальное количество технологической оснастки.

Управление рабочим органом КИМ осуществляется в следующих режимах.

Режим ручного управления осуществляется от клавиатуры управляющей ЭВМ ("ПРЕДНАБОР") или с помощью манипулятора (джойстика), расположенного на выносном пульте управления КИМ, при этом обеспечивается последовательное перемещение измерительного щупа.

Режим автоматического управления обеспечивает движение рабочего органа по траектории, заданной в управляющей программе.

Климатическое исполнение - УХЛ4.1 по ГОСТ 15150-69.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Конструкция - двухрамная, шарнирно-стержневая

Конфигурация механической части - платформа Стюарта

Число одновременно и согласованно управляемых координат 6

Максимальные перемещения по координатам, мм

- X	750
- Y	550
- Z	450

Дискретность отсчета перемещений, мкм 0,05

Максимальное угловое перемещение щупа вокруг осей, град.

- X	45
- Y	45
- Z	60

Максимальная скорость перемещения щупа - регулируемая, мм/с 0,01 - 150

Предел допускаемой основной погрешности объемных измерений, мкм $\pm(3,0 + L/250)$
где L - измеряемый размер в мм

Измерительное усилие срабатывания щупового датчика, Н, не более

- при токовом касании	0,0003
- при механическом касании, регулируемое в диапазоне	0,2-1,0

Масса измеряемой детали не более, кг 250

Система отсчета перемещений - интерферометрическая фирмы "ЛАПИК"

ЭВМ верхнего уровня - IBM-совместимый компьютер
ЭВМ нижнего уровня - VP9, с процессором Intel Pentium

Программное обеспечение:

- язык программирования DMIS;
- система управления Samiso;
- библиотека стандартных программ сбора точек и расчета геометрических размеров элементарных тел;
- пакет тестового и сервисного матобеспечения.

Габаритные размеры КИМ без вычислительно-управляющего комплекса (ВУК), мм 2750 x 2100 x 2850

Масса КИМ без ВУК, не более, кг 3600

Габаритные размеры ВУК, мм 1800x950x800

Питание 3-х фазная сеть тока 380/220 В $\pm 5\%$,
50 Гц $\pm 1\%$

Потребляемая мощность, не более, кВт 1,5

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1 Координатно-измерительная машина КИМ-750, ТТМ-Б2-ТМ	1 шт.
3.2 ВУК, ТТМ-2-12-03.01	1 шт.
3.3 Поставляемая оснастка:	
- стойка для крепления вставки со сферой, ТТМ-1-17-02	1 шт.
- вставка со сферой, ТТМ-1-17-01	1 шт.
- приспособление для крепления концевых мер, ТТМ-1-17-03	1 шт.
- устройство для калибровки КИМ, ТТМ-1-17-05	1 шт.
- датчик щуповой фирмы "Лапик", ТТМ-1-11Н	1 шт.
- набор измерительных щупов, ТТМ-75-51	1 комп.
3.4 Руководство по эксплуатации	1 экз.
3.5 Руководство оператора	1 экз.
3.6 Руководство программиста	1 экз.
3.7 Комплект документации на систему управления	1 экз.
3.8 Инсталляционный пакет	1 экз.

Комплектность может уточняться в соответствии с вносимыми в конструкцию КИМ изменениями.

4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

КИМ состоит из станка I (рис. 1, приложение 1) и вычислительно-управляющего комплекса (ВУК) II.

Станок состоит из силовой рамы 1, стоящей на четырех опорах 2. На измерительной раме 4 со стойками 3 установлены шесть линейных измерителей - лазерных интерферометров 5, подвешенных на измерительной раме 4 посредством шарниров 6. На силовой раме 1 с помощью шарниров 8 закреплены шесть приводов 9, которые обеспечивают поступательное движение тяг

10, перемещающих рабочий орган 11, включающий в себя каретку 15 с закрепленным на ней датчиком щуповым 12.

С правой стороны на силовой раме 1 установлен "излучатель" 13, на котором расположены лазер ЛГН-303 и расщепитель пучка, от которых излучение передается к интерферометрам по линиям оптоволоконной связи 14.

Система управления КИМ размещена в столе (*рис. 2, приложение 2*).

В правой части стола размещены 2 крейта: в верхнем крейте (поз. 1, *рис. 2*) реализован Вычислительно-управляющий комплекс (ВУК) на базе многопроцессорной шины VME, на которую установлены: ЭВМ нижнего уровня VP9 в составе: процессор Intel Pentium, жесткий диск HDD, а также модули, обеспечивающие сбор и обработку информации со станка КИМ, обработку команд от ЭВМ верхнего уровня и выдачу управляющих сигналов на станок.

В верхнем крейте также расположен модуль управления пьезокерамикой (МУП) (поз. 2, *рис. 2*).

В нижнем крейте расположены модуль включения КИМ (поз. 3, *рис. 2*), который обеспечивает подачу питания на ЭВМ, ЛАЗЕР, ПРИВОД, и модуль подачи питания (МПП) (поз. 4, *рис. 2*).

В левой части стола (поз. 5, *рис. 2*) реализован блок серворегуляторов (БСР)

Блок серворегуляторов включает в себя шесть серворегуляторов. Каждый из этих модулей управляет одной координатой из шести.

IBM-совместимая ЭВМ верхнего уровня размещена на столе и состоит из: системного блока, видеомонитора, клавиатуры, мыши, принтера. ЭВМ верхнего уровня обеспечивает интерфейс оператора, генерацию и функционирование управляющих и расчетных программ.

ЭВМ верхнего уровня связана с ЭВМ нижнего уровня по сети Ethernet.

4.1 ПРИВОД

Приводы предназначены для перемещения рабочего органа.

Нумерация приводов показана на *рис.1, приложение 1*. Схематически устройство привода показано на *рис.3, приложение 3*.

Каждый привод представляет собой шарико-винтовую пару (ШВП), закрепленную на силовой раме с помощью шарнира 1.

Синхронный двигатель 2 через ремень 3 вращает гайку 4, которая приводит винт 5 в поступательное движение. Винт одним концом через шарнирные соединения 6,7 связан с кареткой 8, а на другом конце оснащен ограничительным упором 9.

Приводы закреплены на силовой раме 1 (*рис.1*) с помощью шарниров 8 (*рис. 1*). Во избежание потери точности КИМ ~~запрещается~~ производить какие-либо действия с шарнирами, а также прикладывать к ним внешние усилия.

4.2 ИНТЕРФЕРОМЕТР

Комплект интерферометров предназначен для прецизионного отсчета положения каретки. Интерферометр 5 (*рис. 1*) состоит из корпуса-кронштейна, к которому крепится плита и телескопический механизм; на плите размещены детали оптической схемы интерферометра.

На конце телескопического механизма, присоединенного к каретке с помощью шарнира, размещен уголкового отражатель светового потока.

Световой поток от лазерного источника света поступает на вход интерферометра по оптоволоконной линии связи 14 (*рис. 1*). В интерферометре оптический сигнал преобразуется в электрический и по кабелю поступает на вход системы управления (ВУК).

Во избежание потери точности КИМ **запрещается** производить какие-либо действия с шарнирами интерферометров, а также прикладывать к ним внешние усилия.

4.3 ИСТОЧНИК СВЕТА И ОПТОВОЛОКОННЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

В качестве лазерного источника света в КИМ используется стабилизированный по частоте лазер ЛГН-303. Лазер и система расщепления светового пучка по каналам размещены на плите излучателя, закрытой кожухом и размещенной с правой стороны станка КИМ. На плите световые пучки распределяются по 6-ти оптоволоконным линиям связи и поступают на входы интерферометров.

Лазер питается от собственного источника питания ВУК, оснащен системой подстройки частоты АПЧ, Бл. АПЧ (*рис. 5*), поэтому при включении лазера необходимо время порядка 30 мин. для вхождения лазера в номинальный режим. **Внимание:** при резких колебаниях температуры окружающей среды возможен срыв автоподстройки частоты и выход лазера в режим прогрева. Также для бесперебойной работы лазера необходимо отсутствие воздушного потока (например, от кондиционера), направленного в вентиляционные отверстия кожуха излучателя, со значительными колебаниями скорости воздуха в течение времени работы.

Оптическая схема излучателя света обеспечивает деление светового потока на 6 равнозначных каналов; световая энергия передается от излучателя к интерферометрам по 6 оптоволоконным линиям связи.

В процессе работы КИМ, технического обслуживания, во избежание выхода из строя машины **не допускаются** внешние воздействия на линии оптоволоконной связи.

4.4 ДАТЧИК ЩУПОВОЙ

Датчик щуповой предназначен для выработки электрического сигнала в момент касания поверхности детали щупом и выдачи сигнала для остановки приводов и запоминания информации на выходе линейных измерителей.

Датчик щуповой имеет следующие режимы: токового касания, механического касания и аварии. Режим токового касания реализуется при измерении геометрических размеров токопроводящих деталей, при этом схема реагирует на прохождение электрического тока между щупом и деталью. Режим токового касания обеспечивается только при **соблюдении чистоты** измеряемой поверхности детали, надежном электрическом контакте ее с рабочим столом КИМ (поз. 16, *рис. 1*); деталь должна быть сделана из токопроводящего немагнитного материала. Погрешность взятия координаты в момент токового касания напрямую зависит от наличия оксидной и жировой пленок на поверхностях измеряемой детали и щупа. Поэтому режим токового касания обеспечивает наиболее высокую точность взятия координаты при условии соблюдения чистоты поверхности.

Режим механического касания обеспечивает взятия координаты в момент физического соприкосновения щупом с поверхностью детали.

Режим аварии предусмотрен для защиты датчика щуповой от последствий несанкционированного касания детали с повышенными усилиями. Сила, при которой фиксируется момент касания, задается оператором в диапазоне от 0.2 Н до 1 Н.

Устройство датчика щупового схематически показано на *рис. 4, приложение 4*.

Щуп 1 устанавливается в держателе 3 и фиксируется винтом 2. На корпусе датчика щупового 5 расположен разъем 4 для присоединения кабеля. Датчик крепится к фланцу 7 с помощью винта 8, легко снимается и поворачивается на нужный угол, контролируемый при необходимости по лимбу на корпусе. Фланец 7 крепится к каретке 9 с помощью фланца 10. Регулировка усилия, при котором срабатывает механическое касание, осуществляется винтом 6.

Во избежание выхода датчика щупового из строя **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** собирать и разбирать щупы, не вынимая щуп из держателя 3.

Для работы с датчиком «LAPIC» необходимо выполнить следующие действия:

- установить датчик «LAPIC» в держатель 3;
- подключить кабель датчика «LAPIC» к разъему 4;
- вставить щуп, откалибровать его и начать измерения.

4.5 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Построена по модульной схеме на профессиональной компьютерной базе с использованием мультипроцессорной шины VME (Евростандарт) и предназначена для работы в цеховых условиях. Управление машиной осуществляется специальным программным обеспечением.

Система управления КИМ предназначена для: управления движением рабочего органа по шести координатам, обработки сигналов с датчиков КИМ, обеспечения интерфейса с оператором, обработки данных и хранения необходимой для технологического процесса информации.

Система управления КИМ включает: вычислительно-управляющий комплекс ВУК, монитор М, клавиатуру управления КЛ, мышь, принтер П, шесть следящих систем по одной к каждому приводу, шесть интерферометрических измерителей длины ЛИП, лазерный излучатель света ИС, конечные выключатели КВ, источники питания, пульт, модуль индикации.

Структурная схема системы управления приведена на *рис. 5, приложение 5*.

В состав ВУК входят: IBM-совместимая ЭВМ верхнего уровня ПР-1 и одноплатная ЭВМ нижнего уровня, работающая на промышленной шине VMEbus ПР2-VP9; модуль счетчиков МСИ, включающий модуль управления МУ, модуль контроля МК, модуль ЦАП-TPMC550, встроенный в плату процессора нижнего уровня, модуль дискретного ввода-вывода MBV VMIO-12, обеспечивающие преобразование входных сигналов от датчиков в управляющие воздействия исполнительными механизмами. Эти модули (кроме ЭВМ верхнего уровня) расположены в верхнем крейте с шиной VMEbus.

Элементом системы управления, обеспечивающим движение исполнительного органа, является следящий привод, структурная схема которого приведена на *рис. 5*. Каждый из 6 приводов (на схеме показан один привод) охвачен обратной связью по положению (первый контур) и по скорости вращения вала двигателя (второй контур). Контур обратной связи каждого привода по положению замкнут через управляющую ЭВМ, где программно реализован PID – регулятор и корректирующее устройство КУ. Контур управления положением содержит лазерный измерительный преобразователь ЛИП, модуль управления МУ, модуль счетчиков интерференции МСИ, регулятор положения РП, сумматор СУМ-1, цифроаналоговый преобразователь ЦАП, сумматор СУМ-2, регулятор скорости РС, широтно-импульсный преобразователь ШИП, синхронный двигатель СД.

Корректирующая цепь контура реализована в ЭВМ и условно изображена на *рис. 5* в виде узла КУ. Контур обратной связи привода по скорости включает: датчик скорости ДС,

сумматор СУМ-2, регулятор скорости РС, широтно-импульсный преобразователь ШИП, синхронный двигатель СД.

Интерполятор ИНТ предназначен для обеспечения режима задания траектории движения исполнительного органа КИМ, реализован ЭВМ программно.

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ МУ встроен в модуль счетчиков интерференции МСИ и служит для управления и синхронизации счетчиков интерференции, обеспечивает включение и выключение блоков серворегуляторов БСР при авариях, обеспечивает возможность тестирования и диагностики счетчиков; МУ также формирует управляющий сигнал для питания модулятора в интерферометре.

Парные сигналы с выхода интерферометра (фотодиодных преобразователей) поступают на коммутаторы модуля управления и транзитом на модуль счетчиков интерференции МСИ.

Через коммутатор может быть обеспечен режим тестирования сигналов с выходов интерферометров. Модуль управления осуществляет контроль аварийных ситуаций блоков серворегуляторов БСР, системы автоматической подстройки частоты АПЧ лазера, а также "зависания" ЭВМ. При обнаружении аварии происходит отключение всех приводов. Функционирование системы обеспечивает один модуль управления.

МОДУЛЬ СЧЕТЧИКОВ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МСИ преобразует аналоговые сигналы интерферометров в импульсные сигналы и их подсчет. Информация с каждого счетчика в виде числа через интерфейс шины VME считывается в ЭВМ. Модуль обрабатывает все шесть интерферометров одновременно.

Модуль контроля МК позволяет контролировать сигналы интерференции и сигналы ошибок следящих систем. В состав модуля контроля входит блок согласования для обработки касаний датчика TP200 «RENISHAW».

Модуль контроля обеспечивает вывод сигналов с интерферометров на осциллограф. Осциллограф подключается к разъему OSC (рис 7, приложение 7). Номер интерферометра, для которого выводится сигнал, высвечивается на индикаторе DISP. Выбор номера интерферометра (от 1 до 6) осуществляется нажатием кнопок UP и DOWN. Номер 7 соответствует выводу на осциллограф ошибки слежения приводов.

МОДУЛЬ ЦАП-ТРМС550 встроен в плату процессора нижнего уровня и выполняет функцию цифро-аналогового преобразователя в контуре управления следящей системы привода "по положению". Модуль обрабатывает все шесть приводов одновременно.

МОДУЛЬ дискретного ввода-вывода MBV VMIO-12 обеспечивает связь ЭВМ с периферийными устройствами, БСР и пультом ручного управления. Модуль осуществляет контроль по шине диагностики БСР: питания, контроль блокировки и состояний ВКЛ/ВЫКЛ приводов. Посредством модуля VMIO-12 обеспечиваются: управление КИМ от пульта ручного управления по 6 каналам от джойстика пульта; сбор информации о режимах работы пульта; работа с блоком питания лазера, конечными выключателями КВ, датчиками начального положения.

ПУЛЬТ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ (рис 6, приложение 6) предназначен для обеспечения ручного управления работой КИМ. Управление движением исполнительного органа ИО с пульта осуществляется в режиме, определенном программой работы ЭВМ "ПУЛЬТ", с помощью манипулятора типа "джойстик" 9, ручек 2,14, кнопок управления 1,7,10,11. Смещение рукоятки "джойстика" в направлении стрелок вызывает движение каретки вдоль соответствующей координаты (X,Y). Вращение рукоятки джойстика вокруг оси против часовой стрелки вызывает движение каретки в направлении "+Z", а вращение по часовой стрелке – в направлении "-Z". Поворот каретки вокруг соответствующей оси осуществляется смещением или вращением рукоятки джойстика при условии одновременного нажатия кнопки

10. Величина отклонения "джойстика" от начального положения соответствует скорости движения.

Ручка "скорость" 2 позволяет изменять скорость движения исполнительного органа относительно заданной при выполнении программы, в режиме «ПРЕДНАБОР» или в режиме пульта в сторону уменьшения/увеличения. При положении ручки, соответствующем минимальной скорости, выполнение движения прекращается.

Кнопка 11 включает индикацию "запись" (светодиод 13) и режим записи при ручном управлении КИМ.

Индикация режимов, характеризующих касание щупа (аварийного, токового или механического), аварию лазера регистрируется светодиодами 5,3,4,6 соответственно.

Кнопка "стоп" (7) обеспечивает режим остановки движения каретки при исполнении команды движения в режиме "ПРЕДНАБОР" или при выполнении программы.

В режиме ручного управления от пульта кнопка 7 служит для отвода щупа от детали с игнорированием касания. Движение каретки осуществляется джойстиком 9 с одновременным удержанием кнопки 7 в нажатом состоянии. **ВНИМАНИЕ!** При отводе щупа от детали будьте внимательны. Чувствительность к касанию при нажатой кнопке 7 снимается. Неверный выбор направления движения может привести к поломке щупа и щупового датчика. Красная грибковая кнопка 1 осуществляет отключение питания приводов и используется в случае необходимости экстренной остановки КИМ.

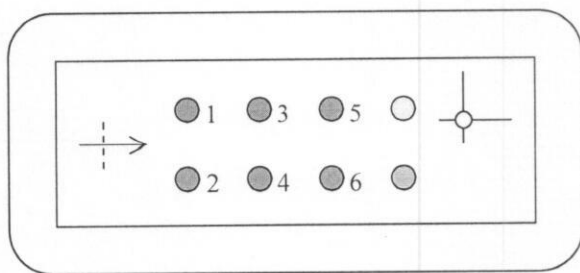
Дисплей 15 служит для отображения информации о текущих координатах, параметрах движения и собранных точках.

Клавиатура 8 позволяет выполнять наиболее часто используемые операции управления КИМ, такие как: включение и выключение приводов, отход от касания, выравнивание каретки, включение и выключение управления от джойстика, и другие.

Подробнее работа с дисплеем и клавиатурой описана в **приложении 14**.

МОДУЛЬ ИНДИКАЦИИ предназначен для индикации срабатывания конечных выключателей при нарушении зоны и срабатывания датчиков начального положения.

Вид передней панели модуля индикации показан на следующем рисунке:



Срабатывание датчиков начального положения, размещенных на корпусах интерферометров, регистрируется светодиодом желтого цвета.

Срабатывание конечных выключателей при нарушении зоны регистрируется датчиками зоны — светодиодами, пронумерованными от 1 до 6 в соответствии с интерферометрами.

5 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Источниками опасности в КИМ являются:

- напряжение постоянного тока свыше 1000 В (питание лазера);
- напряжение переменного тока 380/220 В, частотой 50 Гц;
- лазерное излучение;
- подвижные части механизмов.

5.2 К работе на КИМ допускается электротехнологический персонал, изучивший настоящую инструкцию по эксплуатации, имеющий квалификационную группу по

электробезопасности не ниже 2 и допущенный к работе с электронным оборудованием с рабочим напряжением до 1000 В.

К монтажу и техническому обслуживанию КИМ допускается электротехнический персонал, изучивший настоящую инструкцию по эксплуатации, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3 и допущенный к работе с электронным оборудованием с рабочим напряжением до 1000 В.

5.3 Перед включением КИМ станок и блоки системы управления заземлить в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ), ГОСТ 12.2. 007-75, ГОСТ 12.1.030-81. Заземляющие провода присоединить к штыревому зажиму, обозначенному знаком заземления на станке, и винтом М6 к стойке управления (тумбе ВУК).

5.4 При работе и всех видах обслуживания КИМ необходимо руководствоваться "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ, ПТБ), изложенных в книге издательства "Энергия" 1973 г.

5.5 В КИМ используется лазерный источник излучения II-класса, представляющий опасность для глаз. При непосредственной работе с оптической системой КИМ, ее осмотре, ремонте необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в ГОСТ 12.1.040-93 "Лазерная безопасность. Общие положения".

Требования к персоналу, допущенному для работы с лазерными установками, по ГОСТ 12.3.002-75.

5.6 Движущиеся части КИМ являются возможным источником травмоопасности. Не допускается в процессе работы КИМ осуществлять: загрузку, крепление изделий, визуальное наблюдение за процессом, смену щупов и т.п. с проникновением внутрь станка КИМ за пределы его габаритных размеров. КИМ в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 "Оборудование производственное. Общие требования" имеет кнопку красного цвета для аварийного отключения питания, размещенную на пульте ручного управления.

5.7 Все действия, связанные с управлением КИМ, должны выполняться персоналом, изучившим: «Руководство оператора» и «Руководство программиста».

6 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ

6.1 Требования к внешним условиям эксплуатации

КИМ должна эксплуатироваться в закрытом отапливаемом помещении, обеспечивающем:

- защиту от атмосферных осадков;
- защиту от внешних источников запыления;
- чистоту воздуха согласно СНиП 2.04.05-86 и ГОСТ 12.1.005-88;
- постоянство температуры окружающей среды в пределах 12-32 °С;
- скорость изменения температуры в помещении не более 0,5 °С/час;
- максимальное колебание температуры за сутки (24 часа) не более 2 °С;
- пространственный градиент температуры в процессе измерений не более $\pm 0,3$ °С/м;
- максимальную скорость движения воздуха не более 0,2 м/с;
- относительную влажность воздуха не более 80%;
- исключение попадания на КИМ прямых солнечных лучей;
- отсутствие агрессивных газов в концентрациях, превышающих нормы по ГОСТ 15150-69.

КИМ следует монтировать вдали от устройств, способных вызывать вибрации. Радиаторы отопления должны располагаться не ближе 3 м от станка КИМ.

Тип покрытия полов согласно СНиП II-V.8-71 (П8 ... П13), без уклонов.

Электропитание КИМ рекомендуется осуществлять от отдельного силового трансформатора или генератора во избежание влияния электрических помех на работу системы управления.

6.2 Требования при проведении точных измерений

Следующие требования необходимы для проведения измерений с погрешностью, не превышающую указанную в п. 2 для объемных измерений:

- температура окружающей среды должна находиться в пределах $T_k \pm 1^\circ\text{C}$, где T_k - температура, при которой была произведена калибровка КИМ, T_k должна быть в пределах 16-26 $^\circ\text{C}$;
- скорость изменения температуры в помещении не должна превышать 0,5 $^\circ\text{C}$ /час и 2,0 $^\circ\text{C}$ /сутки.
- при измерениях должен использоваться эталонный щуп;
- измерения должны происходить в режиме токового касания (см. п. 4.4), при скорости движения в касание 0,5 – 1,0 мм/с;
- углы поворота каретки вокруг координатных осей X,Y,Z - А, В, С в процессе измерений не должны превышать ± 15 град;
- измерения должны производиться в центральной части рабочей зоны КИМ;
- температура окружающей среды должна быть измерена с помощью термометра с ценой деления на более 0,1 $^\circ\text{C}$;
- атмосферное давление должно быть измерено с помощью барометра с ценой деления не более 1 мм.рт.ст.;
- относительная влажность воздуха должна быть измерена с помощью психрометра или гигрометра с точностью не хуже 5%.

6.3 Распаковка и установка КИМ

Распаковка КИМ и его установка производится под руководством представителя предприятия-изготовителя.

Транспортировка по территории цеха или предприятия-потребителя производится автопогрузчиком без сотрясений и ударов.

Монтаж КИМ на рабочем месте производится под руководством специалистов предприятия-изготовителя.

При установке силовой рамы 1 станка КИМ на опоры 2 (ТТМ-3-78) (*рис. 1, приложение 1*) необходимо:

- предварительно вернуть в каркас основания силовой рамы четыре винта М30х180 с гайками;
- вращением винтов с помощью рычага (ТТМ-3-78/24) добиться горизонтального положения поверхности плит стола, используя уровень жидкостной с размером пузырька не менее 10 мм. Несимметричность расположения пузырька относительно рисок должна быть не более 0,5 мм. Нагрузка на опоры должна быть равномерной (контролировать по величине вхождения винта в корпус опоры ± 3 мм);
- винты застопорить гайкой.

6.4 Подготовка КИМ к работе

6.4.1 Произвести следующие действия:

- тумблер сетевого автомата на МПП (*рис. 8, приложение 8*) установить в нижнее положение "0" - "ВЫКЛЮЧЕНО";
- тумблер монитора IBM установить в положение "1" - "ВКЛЮЧЕНО";
- установить тумблер включения/выключения на источнике питания M152-R D16 ВУК в верхнее положение "I" ("ВКЛЮЧЕНО") (внешний вид передней панели источника питания ВУК изображен на *рис. 7, приложение 7*);

7 ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1 Включение КИМ:

- включить 3-х фазную сетевую вилку кабеля от КИМ в розетку сети 3-х фазного переменного тока 380В/220 В, 50 Гц;
- включить сетевой автомат на МПП (*рис. 8*), установив его в верхнее положение; должны загореться 3 световых индикатора "А", "В", "С" красного цвета;
- включить источник обеспечения бесперебойного питания, нажав и удержав крайнюю левую кнопку в течение нескольких секунд; в окне индикации источника должно появиться значение напряжения, отличное от 0;
- нажать кнопку питания лазера 4 (*рис. 7*), должен загореться светодиод 5;
- дождаться прогрева лазера (прекращения индикации светодиода "АВАРИЯ ЛАЗЕРА" на пульте ручного управления (поз.6, *рис. 6*)) в течение примерно 30 минут;
- включить питание ЭВМ, нажав кнопку 1 (*рис. 7*); должен загореться светодиод 2 а также:
 - красного цвета тумблер включения/выключения на источнике питания M152-R D16 ВУК (*рис. 7*);
 - пять светодиодов зеленого цвета на источнике M152-R D16 (*рис. 7*);
- подождать 1-3 мин, пока в окне индикации модуля SERCOS (*рис. 7*) не появится символ «Ъ»;
- включить питание приводов, нажав кнопку 7 (*рис. 7*); должен загореться светодиод 8, при этом подается питание на блок управления приводами;
- включить питание блока РНС10-2 «RENISHAW», если он входит в комплект КИМ;
- включить ЭВМ верхнего уровня, нажав кнопку включения питания на системном блоке;
- включить принтер, если он входит в комплект и необходим для работы;
- запустить программу управления КИМ, пользуясь клавиатурой, экраном дисплея и «Руководством оператора».

7.2 Работа на КИМ:

- произвести начальную установку параметров системы "SAM/ISO", пользуясь «Руководством оператора» установить в датчик щуповой нужный щуп, для чего отвернуть винт 2 (*рис.4, приложение 4*), вставить щуп в держатель 3, завернуть винт 2;
- установить параметры щупа, пользуясь «Инструкцией по проведению калибровки щупов»;
- установить в центр рабочей зоны измеряемую деталь и закрепить ее;
- провести сбор точек с поверхностей детали.

При разработке программ пользоваться «Руководством оператора» и «Руководством программиста».

ВНИМАНИЕ !!! Измерения можно производить только в рабочей зоне КИМ (см. *рис.10, 11, 12, 13, приложение 10*). Любые перемещения за пределами рабочей зоны могут привести к поломке машины.

7.3 Порядок работы при временном выключении приводов

Если приводы были выключены нажатием кнопки 1 (*рис.6*), для их последующего включения необходимо выполнить следующие действия:

- нажать кнопку 7 (*рис.7*);
- дать в ПРЕДНАБОРе команду включения приводов DRV / ON в соответствии с “Описанием языка программирования DMIS”.

7.4 Порядок работы с щуповой головкой «RENISHAW» и щуповыми датчиками TP200 и сканирующим SP25M.

Для работы с щуповой головкой «RENISHAW» в случае, если она входит в комплект, необходимо выполнить следующие действия:

- снять датчик «LAPIC», предварительно отсоединив кабель;
- воткнуть разъем кабеля датчика «LAPIC» в розетку на каретке;
- установить в узел крепления датчика головку «RENISHAW»;
- подключить кабель головки «RENISHAW» к разъему;
- установить в системе «SAM/ISO» в качестве текущего датчик «RENISHAW» (см. Приложение 5 «Инструкции по проведению калибровки щупов»);
- вставить щуп, откалибровать его и начать измерения.

Поворотная головка устанавливается на каретку КИМ аналогично датчику «LAPIC» со строгим соблюдением ее ориентации: красным светодиодом и надписью «Renishaw PH10M» направо. При установке поворотная головка доворачивается вокруг оси до упора. При необходимости (щупы калибруются только с большими отходами) можно откалибровать положение поворотной головки, выполнив пункт меню «Определение начала щуповой головки» из папки «Наладка» во вкладке «Расширения» системы Samiso.

Изделия фирмы Renishaw: поворотная щуповая головка PH10M, сканирующий датчик SP25M, сканирующие модули и держатели щупов, а также щупы и удлинители требуют максимально бережного к ним обращения. Нельзя подвергать их ударам и силовым воздействиям. Это может привести к выходам изделий из строя.

Особенно осторожного обращения требуют стеклянные и посадочные элементы в местах магнитных соединений модулей. При их загрязнении необходимо очистить их с помощью специального чистящего состава.

ВНИМАНИЕ !!! Во время работы с щуповой головкой «RENISHAW» холостые перемещения необходимо осуществлять предельно внимательно, столкновение щупа с деталью может привести к поломке щупа и датчика. Особенно нужно быть осторожным при перемещениях в направлении «-Z», так как в этом направлении защита датчика «RENISHAW» существенно хуже, чем в других направлениях.

Во избежание поломки датчика рекомендуется в процессе отладки программ или в других неясных ситуациях уменьшать скорость холостых перемещений.

Запрещается допускать соприкосновения щуповой головки «RENISHAW» с деталью или приспособлением, это может привести к поломке щуповой головки.

ВНИМАНИЕ! При смене щупового модуля TP20 на сканирующий модуль SM25-1 (SM25-2, SM25-3, SM25-4) оператор должен быть особенно внимательным к сообщениям и индикациям системы Samiso: если текущим установлен датчик TP200, а фактически на КИМ

стоит модуль SM25-1 (SM25-2, SM25-3, SM25-4), любое касание щупом приведет к поломке датчика. То же произойдет и в случае, если оператор забыл в системе переключить датчик «LAPIC» на датчик и поворотную головку фирмы «RENISHAW».

Для снятия щуповой головки «RENISHAW» необходимо выполнить следующие действия:

- установить в системе «SAM/ISO» в качестве текущего датчик «LAPIC» (см. Приложение 5 «Инструкции по проведению калибровки щупов»);
- отсоединить кабель головки «RENISHAW»;
- снять головку «RENISHAW»;
- установить (если необходимо) датчик «LAPIC» (см. п. 4.4).

При использовании датчика TP200 с удлинителем PEL1 (PEL2, PEL3, PEL4) перед установкой удлинителя необходимо сначала установить текущим датчик «LAPIC», затем отсоединить датчик TP200, установить нужный удлинитель, присоединить к нему датчик TP200, затем установить текущим датчик «RENISHAW».

Снятие удлинителя также осуществляется при установленном текущим датчиком «LAPIC».

ВНИМАНИЕ !!! Блоки PNC10-2 и PI200 «RENISHAW» запитаны от специальной розетки, рассчитанной на малые токи. Подключение к этой розетке других электроприборов **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.

7.5 Порядок работы при временном выключении ЭВМ

Если ЭВМ была выключена нажатием кнопки 3 (рис. 8), для ее последующего включения необходимо выполнить следующие действия:

- нажать кнопку 1 (рис. 8);
- включить ЭВМ верхнего уровня, нажав кнопку включения питания на системном блоке;
- подождать 2 минуты, пока на модуле SERCOS (рис. 7, приложение 7) не загорится индикация «Ъ», после чего включить приводы кнопкой 7 (рис. 8);
- запустить программу управления КИМ.

7.6 Включение, выключение и управление шпинделем

В случае, если КИМ оснащена электрошпинделем, порядок работы с ним следующий.

Система управления шпинделем расположена в левой отдельной тумбе стола ВУК.

Управление шпинделем осуществляется программно, посредством следующих команд языка «DMIS».

SPINDL – включение вращения и установка нужной частоты вращения шпинделя.

SPINDL / OFF – выключение вращения шпинделя.

Также включение и выключение вращения шпинделя осуществляется нажатием кнопки «Пуск / Стоп» в окне системы Samiso.

Регулировка частоты вращения шпинделя в пределах от 40% до 120% от заданной осуществляется с помощью ручки 14 на пульте ручного управления (рис 6, приложение 6).

Для включения шпинделя необходимо произвести следующие действия:

- включить электропитание шпинделя, установив сетевой автомат, расположенный в левой тумбе ВУК, в верхнее положение;

- установить в системе Samiso режим «Обработка» (см. п. 2.8 «Руководства пользователя по обработке»);
- снять датчик «LAPIC» (или щуповую головку «RENISHAW»);
- включить подачу воздуха (например, с помощью компрессора);
- дождаться, когда погаснет индикатор давления воздуха «Р» красного цвета в системе Samiso;
- установить в шпиндель инструмент, для чего дважды, с интервалом в 2-3 секунды нажать зеленую кнопку на корпусе шпинделя;
- установить нужную частоту вращения шпинделя в ПРЕДНАБОРе с помощью команды SPINDL;
- включить вращение шпинделя, нажав в системе Samiso кнопку «Пуск» в окне «Шпиндель».

Для выключения вращения шпинделя необходимо нажать в системе Samiso кнопку «Стоп» в окне «Шпиндель». Извлечение инструмента осуществляется аналогично установке.

Для аварийного отключения вращения шпинделя нужно или нажать кнопку 1 на пульте ручного управления (см. **рис. 6, приложение 6**).

Для выключения электропитания шпинделя нужно установить сетевой автомат, расположенный в левой тумбе ВУК, в нижнее положение.

7.7 Выключение КИМ

- завершить работу с системой «SAM/ISO»;
- завершить работу с операционной системой «Windows»;
- выключить принтер, если он использовался в работе;
- нажать кнопку 2 (**рис. 7**) выключения питания ЭВМ;
- выключить источник обеспечения бесперебойного питания, нажав и удержав крайнюю левую кнопку в течение нескольких секунд; в окне индикации источника должно появиться значение напряжения, равное 0;
- выключить сетевой автомат на МПП (**рис. 8**), установив его в нижнее положение.

ВНИМАНИЕ !!! Повторное включение питания лазера допускается производить по истечении не менее 2-х минут с момента выключения КИМ.

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1 По окончании работы и перед ее началом удалите грязь и пыль с поверхности стола станка КИМ.

8.2 Перечень регламентных работ и их периодичность приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

N п/п	Наименование работ	Периодичность проведения работ	
		КИМ в чистом цеху	КИМ в чистой лаборатории
1	Протереть поверхности труб телескопических механизмов интерферометров сначала безворсной тканью (бязью), смоченной в уайтспирите, затем сухой салфеткой из бязи.	1 раз в неделю	1 раз в месяц

2	Протереть поверхности винтов ШВП сначала безворсной тканью (бязью), смоченной в уайтспирите, затем сухой салфеткой из бязи.	1 раз в месяц	1 раз в квартал
3	Системный блок ПК – удалить пыль.	1 раз в год	1 раз в 3 года
4	Эталонные шары, щупы – покрыть тонким слоем технического вазелина.	После использования	
5	Поверка ВНИИМС.	1 раз в год	
6	Планово-предупредительный ремонт.	1 раз в 10 лет **	

** По необходимости или в случае появления сбоев в работе.

9 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

9.1 Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1

№ п/п	Внешние признаки неисправности	Возможный дефект	Метод устранения
1	Прекращение движения каретки в процессе выполнения операции; ЭВМ выдает на дисплее сообщение: "Внимание, сработали конечные выключатели".	Каретка вышла за пределы рабочей зоны КИМ, вследствие чего произошел контакт корпуса интерферометра с другими частями станка КИМ.	Перейти в режим управления от пульта. Отвести каретку внутрь рабочей зоны так, чтобы исчез контакт между корпусом интерферометра и другими частями станка КИМ. Номер интерферометра, у которого сработали конечные выключатели, индицируется в системе «SAM/ISO» (см. п. 1.7.4.4 «Руководства оператора») и в модуле индикации (см. п. 4.5 настоящего руководства по эксплуатации).
2	Прекращение движения каретки в процессе выполнения операции и выключение приводов; ЭВМ выдает на дисплее сообщение: "Превышение коридора движения".	Задано слишком маленькое значение допустимого коридора движения. Заклинивание тяги привода.	Увеличить значение коридора движения (но не более 3 мм) с помощью команды «CORRIDOR» языка DMIS. Включить приводы. Нажать кнопку 1 (рис.6), затем включить приводы в соответствии с п.7.3. Если сбой повторился, то выключить КИМ и осмотреть тяги приводов. При обнаружении факта заклинивания (ограничителя или корпуса привода) выполнить разблокировку тормоза этого привода (см. приложение 12). Переместить ручную каретку в направлении, способствующем расклиниванию привода, или вывернуть/ввернуть винт ШВП в нужном направлении. После устранения заклинивания привода заблокировать тормоза всех приводов и включить приводы.

3	Модуль не выполняет в рамках рабочей программы заданное движение, не реагирует на команды управления.	"Зависание" ЭВМ.	Перезагрузить операционную систему "Windows" ЭВМ верхнего уровня. Провести повторный запуск ЭВМ нижнего уровня, нажав вправо правый тумблер RESET на ЭВМ нижнего уровня (<i>рис. 7</i>), запустить программу управления КИМ (в соответствии с «Руководством оператора»), загрузить и выполнить рабочую программу.
4	Не выполняется стартовая калибровка КИМ (происходит преждевременное касание датчиков начального положения, или наоборот, ожидаемого касания не происходит).	Неверные координаты на интерферометрах вследствие некорректного выключения КИМ, сбоя энкодеров приводов, или иных причин.	Вывести каретку в центр зоны и выровнять ее. Выйти из SAM/ISO. Войти в SAM/ISO и выполнить стартовую калибровку. Если ошибка повторилась, то произвести начальную установку значений энкодеров (см. приложение 13).
5	Не включаются приводы, на модуле SERCOS (<i>рис. 7, приложение 7</i>) на красном индикаторе высвечивается символ «0».	Не выполнялась загрузка модуля SERCOS.	Подождать 1-3 мин. Если приводы не включаются, выключить ЭВМ, нажав кнопку 2 (<i>рис. 7</i>) и включить, нажать кнопку 1. Подождать 1-3 мин. Включить приводы, нажав кнопку 7.
6	Не включаются приводы, на модуле SERCOS (<i>рис. 7, приложение 7</i>) на красном индикаторе высвечивается символ «h».	Не выполнялась загрузка модуля SERCOS.	Войти в систему, включить приводы, произвести стартовую калибровку.
7	Авария поворотной головки.	Произошло столкновение поворотной шуповой головки с деталью или оснасткой.	Для возврата поворотной головки в рабочее состояние нужно отодвинуть от нее препятствие (деталь) и перезапустить систему «Samiso».
8	Поворотная головка: ошибка связи. Поворотная головка: выключена.	Ошибка оператора при смене шуповой головки LAPIC на шуповую головку Renishaw (или наоборот). Плохой контакт или обрыв кабеля Renishaw.	Произвести смену шуповой головки в соответствии с п. 7.4 настоящего руководства. Выключить ЭВМ. Проверить контакты разъемов кабелей Renishaw. Включить ЭВМ, запустить Samiso. При повторном появлении ошибки обратиться к разработчикам.

9	Авария щупа.	Произошло столкновение сканирующего щупа с деталью или оснасткой. При этом величина заглубления превысила аварийный порог (1-1,5 мм).	Для устранения аварии необходимо включить приводы и осторожно отойти от касания, для чего перейти в режим пульта, нажать на клавиатуре пульта кнопку «стоп» (поз. 7, рис. 6, приложение 6) и, пользуясь джойстиком, отойти от детали. Если авария щупа осталась, выполнить пункт меню «Установка начального смещения сканирующего щупа» из папки «Наладка» во вкладке «Расширения» системы Samiso.
10	Лазер: авария АПЧ. Лазер: авария источника питания.	Сбой АПЧ лазера вследствие нарушения температурного режима лазера. Сбой или выход из строя источника питания лазера.	Завершить работу с системой Samiso. Выключить лазер. Подождать 5 минут. Включить лазер, дождаться его прогрева. Запустить Samiso. Если ошибка повторилась, обратиться к разработчикам.
11	Ошибка записи значений в энкодеры приводов.	Сбой программы. Несправный кабель от СОМ-порта ЭВМ верхнего уровня к модулю SERCOS.	Завершить работу с системой Samiso. Перезапустить ЭВМ. Перезапустить программу. Завершить работу с системой Samiso. Выключить КИМ. Проверить кабель. В случае обнаружения неисправности заменить кабель.
12	Попытка движения с плохими координатами. Плохие координаты.	Произошел сбой работы интерферометров или энкодеров приводов.	Перезапустить Samiso. Если ошибка повторилась, то произвести начальную установку значений энкодеров (см. приложение 13).
13	Приводы: авария источника питания (380 В).	Выключено электропитание приводов.	Включить электропитание приводов в соответствии с п. 7.1 настоящего руководства.
14	Приводы: авария включения.		Завершить работу с системой Samiso. Выключить ЭВМ (см. п. 7.7). Включить ЭВМ. Запустить «Samiso». При повторном появлении ошибки обратиться к разработчикам.

15	Счетчики: выход амплитуды сигнала ...-го канала за границы.	Выход каретки из рабочей зоны. Сбой настройки оптических узлов интерферометров. Поломка телескопических труб.	Перезапустить Samiso. Если ошибка повторилась, то обратиться к разработчикам. Если ошибка не повторилась, то провести стартовую калибровку. Во время стартовой калибровки уменьшить скорость с помощью ручки 2 пульта ручного управления (см. приложение 6) до 20-30% от максимальной и внимательно наблюдать за перемещениями каретки. В случае явно неверного перемещения каретки, а также при опасном сближении частей приводов и интерферометров остановить движение кнопкой 7 или 1 и произвести начальную установку значений энкодеров (см. приложение 13).
16	Счетчики: превышение частоты импульсов по ...-му каналу.	Резкий останов движения каретки.	Произвести стартовую калибровку, соблюдая требования, изложенные в п. 15 настоящей таблицы.

9.2 Неисправности механических, оптических и электронных устройств, не перечисленные в п. 9.1 и возникающие при эксплуатации КИМ, устраняются представителем изготовителя.

10 ПРИЕМКА КИМ

Приемка КИМ производится потребителем по «Методике поверки», приведенной в разделе 11.