



RIFTEK
Sensors & Instruments



3D ЛАЗЕРНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ МАШИНА

Серия РФ1010SL

Руководство по эксплуатации

Логойский тракт, 22, г. Минск
220090, Республика Беларусь
тел/факс: +375 17 281 35 13
info@riftek.com
www.riftek.com

Содержание

1.	Меры предосторожности.....	3
2.	Электромагнитная совместимость	3
3.	Лазерная безопасность	3
4.	Назначение	4
5.	Устройство и принцип работы	4
6.	Основные технические данные	6
7.	Габаритные и присоединительные размеры	6
8.	Монтаж и наладка.....	7
8.1.	Установка станции	7
8.2.	Допуски на установку детали и паллеты	9
8.3.	Влияние механических воздействий на точность измерений	9
9.	Сканер RF620	9
9.1.	Принцип работы сканера.....	9
9.2.	Оптические воздействия на точность сканирования	10
9.3.	Настройка датчика	10
10.	Схема кабельных соединений	10
11.	Структурная схема.	11
12.	Сигнальный блок.	12
12.1.	Схема подключения.....	12
12.2.	Светодиодная индикация	13
12.3.	Интерфейсные кабели.....	13
12.4.	Схемотехника входов-выходов	14
12.5.	Блок усилителя цифровых сигналов	14
12.6.	Протоколы и сетевое оборудование.....	15
13.	Программное обеспечение	15
13.1.	Программа управления сканированием	15
13.1.1.	Программа сканирования RFScanDetail	15
13.1.2.	Процедура расчетов.	18
13.1.3.	Ввод допусков и настройка параметров расчетов	21
13.1.4.	Протоколирование событий и результатов	22
13.1.5.	Калибровка машины.	23
13.2.	Программа просмотра статистики деталей.....	24
13.3.	Программа тестирования сигнального блока.....	26
14.	Использование по назначению.....	27
14.1.	Подготовка к использованию	27
14.1.1.	Внешний осмотр.....	27
14.1.2.	Установка на конвейер.....	27
14.1.3.	Включение машины.....	27
14.1.4.	Калибровка машины	27
14.1.5.	Проверка работоспособности машины.....	27
14.2.	Работа с машиной	27
15.	Техническое обслуживание	28
15.1.	Общие указания.....	28
15.2.	Меры безопасности	28
15.3.	Порядок технического обслуживания	28
15.3.1.	Ежедневные работы по техническому обслуживанию	28
15.3.2.	Регулярные работы по техническому обслуживанию	28
15.3.3.	Ежегодные работы по техническому обслуживанию	28
15.4.	Проверка работоспособности	29
16.	Текущий ремонт.....	29
17.	Гарантийные обязательства	29

1. Меры предосторожности

- Используйте напряжение питания и интерфейсы, указанные в спецификации на машину;
- При подсоединении/отсоединении кабелей питание машины должно быть отключено;
- Не используйте машину вблизи мощных источников света;
- Для получения стабильных результатов после включения питания необходимо выдержать порядка 20 минут для равномерного прогрева лазерного сканера;
- Избегайте попадания металлической стружки в корпус машины;
- Не допускается нахождение посторонних предметов между подвижными и неподвижными частями измерительной машины после ее включения;
- Запрещается препятствовать перемещению подвижных частей машины;
- Трущиеся части шарико-винтовой пары должны содержаться в чистоте и быть смазаны;
- Машина должна быть заземлена и присоединяться к заземляющей шине посредством отдельного ответвления.

2. Электромагнитная совместимость

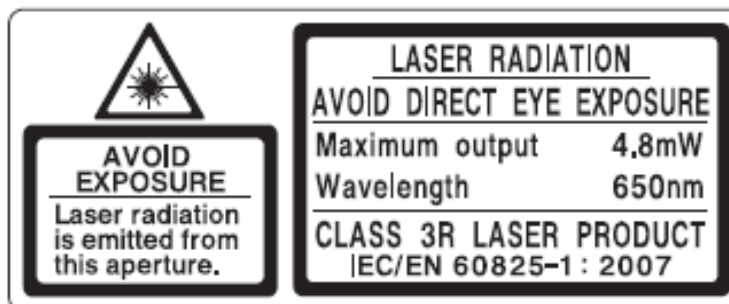
Машина разработана для использования в промышленности и соответствуют следующим стандартам:

- EN 55022:2006 Оборудование информационных технологий. Характеристики радиопомех. Пределы и методы измерений.
- EN 61000-6-2:2005 Электромагнитная совместимость. Общие стандарты. Помехоустойчивость к промышленной окружающей среде.
- EN 61326-1:2006 Электрооборудование для измерения, управления и лабораторного использования. Требования к электромагнитной совместимости. Общие требования.

3. Лазерная безопасность

В измерительной машине используется Лазерный сканер, соответствующий 3R классу лазерной безопасности по IEC 60825-1:2007.

В сканере установлен полупроводниковый лазер с непрерывным излучением и длиной волны 650 нм. Максимальная выходная мощность 4,8 мВт. На корпусе сканера размещена предупреждающая этикетка:



При работе с машиной необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- не направляйте лазерный луч на людей;

- не смотрите на лазерный луч через оптические инструменты;
- не разбирайте лазерный сканер;
- не располагайте на пути лазерного излучения посторонние предметы, способные вызывать его зеркальное отражение;

4. Назначение

Измерительная машина предназначена для бесконтактного измерения геометрических параметров изделий и выявления дефектов заготовок деталей, в частности рычагов подвески автомобилей.

Область применения машины - крупносерийное производство. Место установки – конвейерная линия.

Технические характеристики машины могут быть изменены под конкретную задачу.

4

5. Устройство и принцип работы

В основу работы машины положен принцип трехмерного лазерного сканирования объекта с последующим получением его компьютерной модели и определением из полученной модели геометрических параметров.

Устройство машины поясняется рисунком 1 (машина со снятой крышкой).

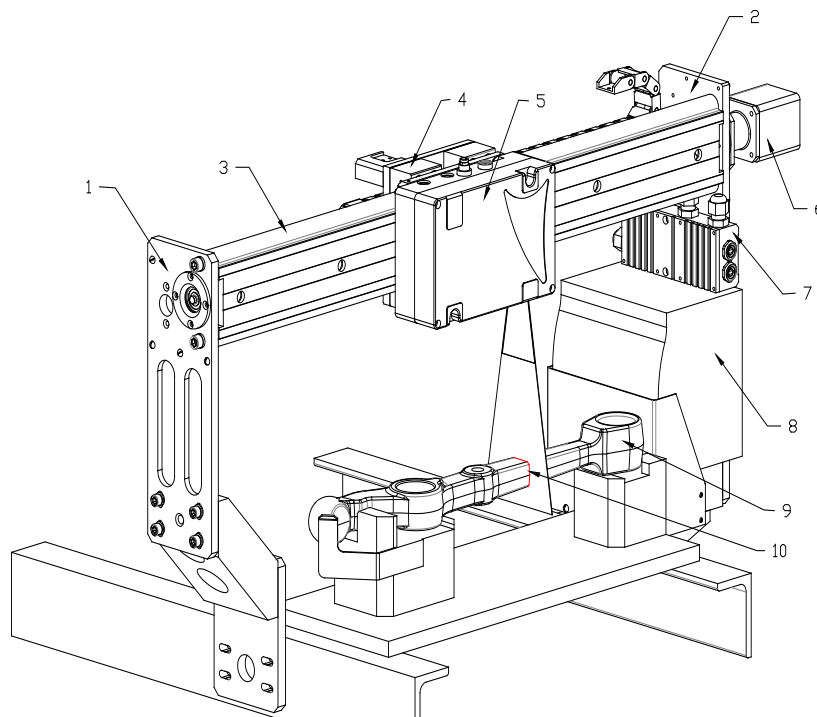


Рисунок 1

Машина содержит две стойки (1 и 2), замкнутые направляющей (3). На направляющей (3) установлена каретка (4), несущая лазерный сканер РФ620 (5). На стойке (2) установлен шаговый двигатель (6), соединенный с шарико-винтовой парой (не показана), приводящий в движение каретку (4). В крайних положениях каретки (4) установлены концевые выключатели (не показаны). На стойке (2) установлен сигнальный блок (7) и источник питания (8).

Станция располагается над конвейерной лентой таким образом, что бы деталь (9), расположенная на паллете, в момент измерения попадала в диапазон видимости сканера (5).

Лазерное излучение сканера (5) формируется в виде линии и проецируется на контролируемый объект (9). Полученное изображение контура (профиля сечения) (10) объекта анализируется сигнальным процессором сканера, который рассчитывает расстояние до объекта (координата Z точек) для каждой из множества точек вдоль лазерной линии на объекте (координата X точек).

Машина работает следующим образом.

Когда деталь расположена в позиции для измерения, на станцию подается сигнал по линии внешней синхронизации, по которому запускается процесс сканирования. Во время набора оборотов двигателем возможно неравномерное движение каретки. Данные, полученные на этом участке сканирования, в расчетах не участвуют. Установленный на каретке сканер перемещается вдоль объекта, направление перемещения формирует координату Y. Через определенные фиксированные линейные интервалы вдоль координаты Y, задаваемые шаговым приводом, сканер определяет координаты точек профиля объекта (X, Z) (рис. 2).

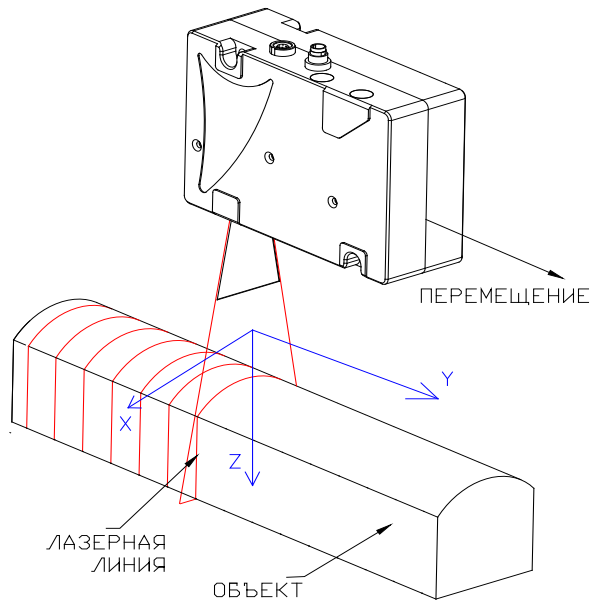


Рисунок 2

Результаты сканирования передаются по Ethernet-интерфейсу на контроллер станции, в котором формируется трехмерная компьютерная модель объекта в виде облака точек с известными координатами поверхности (X, Y, Z). Пример модели показан на рис 3.

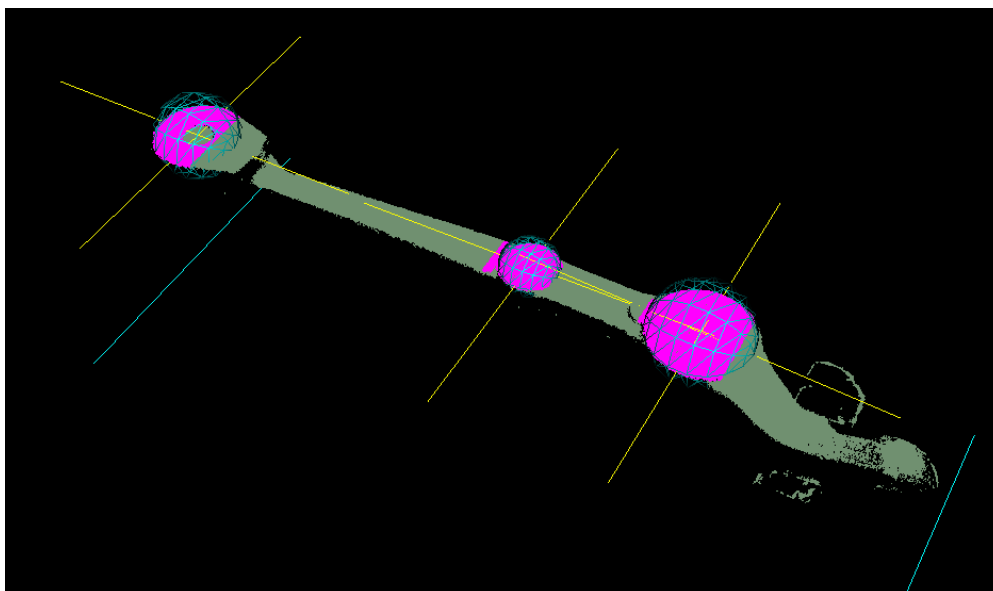


Рисунок 3

В контроллере производится расчет размеров детали и сравнение полученных размеров с эталонными, чертежными размерами. После расчета и анализа размеров детали по трехмерному облаку точек на цифровые выходы передается сигнал, характеризующий качество детали. Кроме того, станция с помощью цифровых выходов и дублирующих их индикаторов сообщает свое состояние в данный момент времени («готовность», «авария», «в работе»). Параметры измеренных деталей сохраняются в базе данных для последующего анализа.

6. Основные технические данные

Параметр	Значение
Диапазон сканирования Y, мм	370
Диапазон сканирования Z, мм	135
Диапазон сканирования X (начало диапазона Z), мм	45
Диапазон сканирования X (конец диапазона Z), мм	70
Погрешность измерения, оси X, Z, мкм	±50
Погрешность измерения, ось Y, мкм	±20
Максимальная скорость измерений, профилей/с	250
Быстродействие, мм/с	до 80
Измеряемые параметры рычага	см. п. 13.1.2
Размер, мм	730x415x180
Вес, кг	40 кг
Напряжение питания	трехфазная сеть переменного тока с частотой (50 ± 1) Гц, номинальным напряжением 220/380В с допусаемым отклонением напряжения ±10 %.
Потребляемая мощность, Вт	300
Климатическое исполнение установки	УХЛ, категория размещения 4
Условия эксплуатации	Температура окр. воздуха: +1...+35°C Отн. влажность воздуха при 25°C 65

7. Габаритные и присоединительные размеры

Размеры машины показаны на рисунке 4.

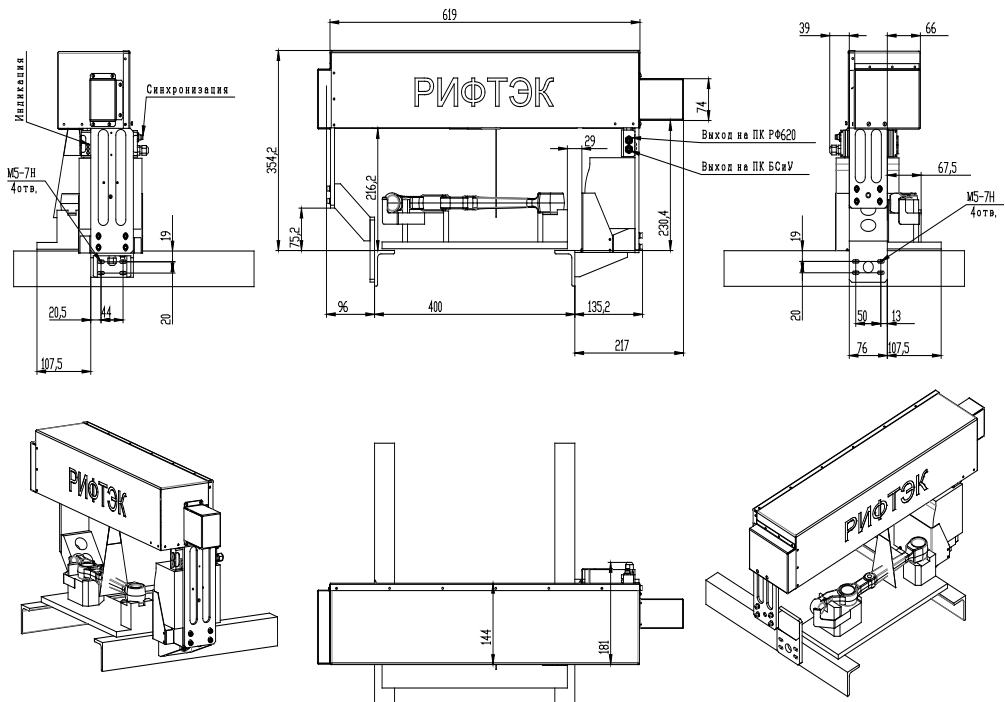


Рисунок 4

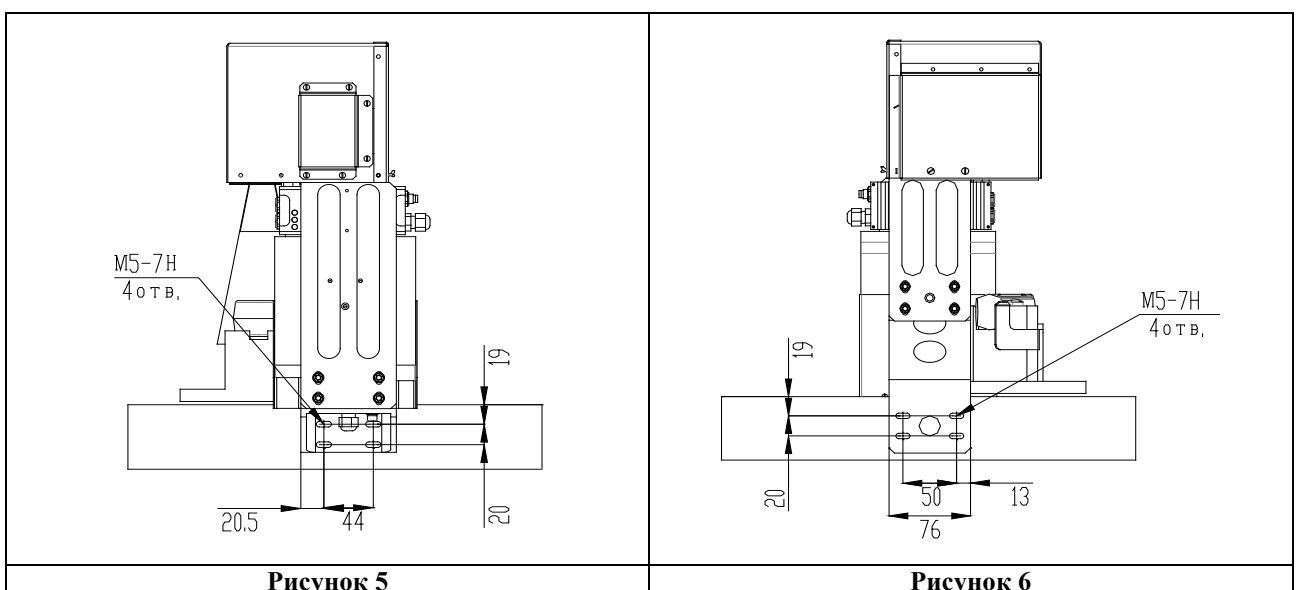
8. Монтаж и наладка

8.1. Установка станции

Для уменьшения объема наладочно-монтажных работ измерительная машина поставляется в собранном виде.

Монтаж измерительной машины на конвейере производится в следующем порядке.

В раме конвейера нарезаются резьбовые отверстия (М5-7Н) согласно приведенной схеме. Разметка отверстий производится от паллеты, стоящей в зоне измерения, в соответствии с рисунками 5 и 6.



На измерительной станции ослабляются крепежные винты, обеспечивающие возможность горизонтальной подвижки опорного уголка, рис. 7, 8.

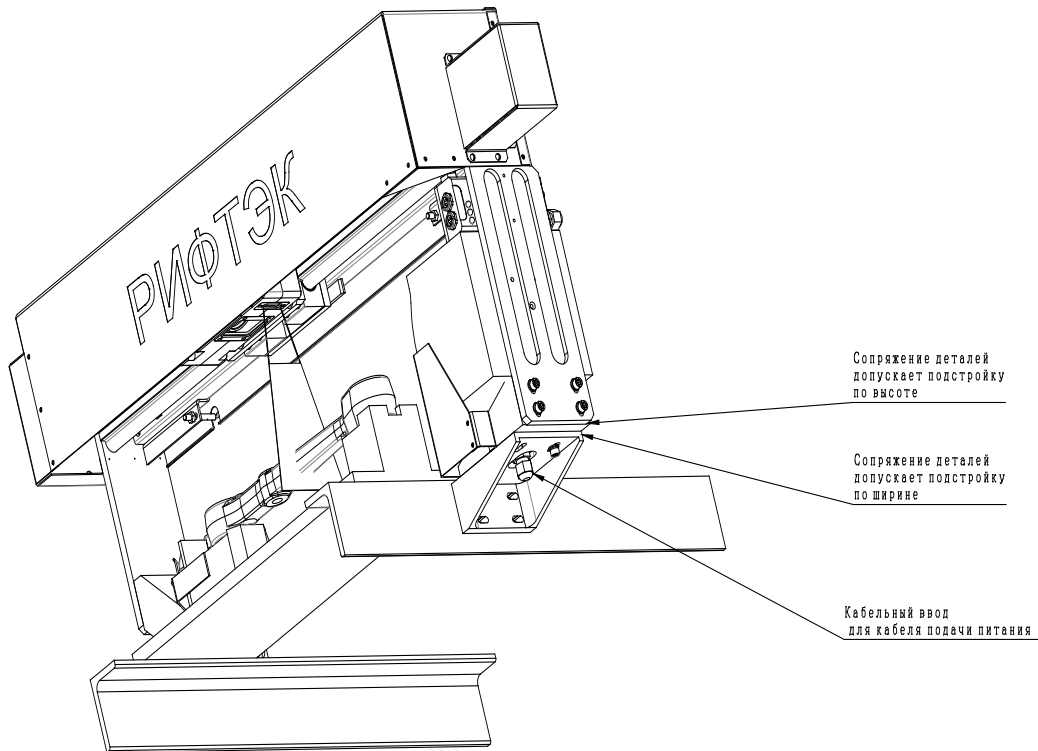


Рисунок 7

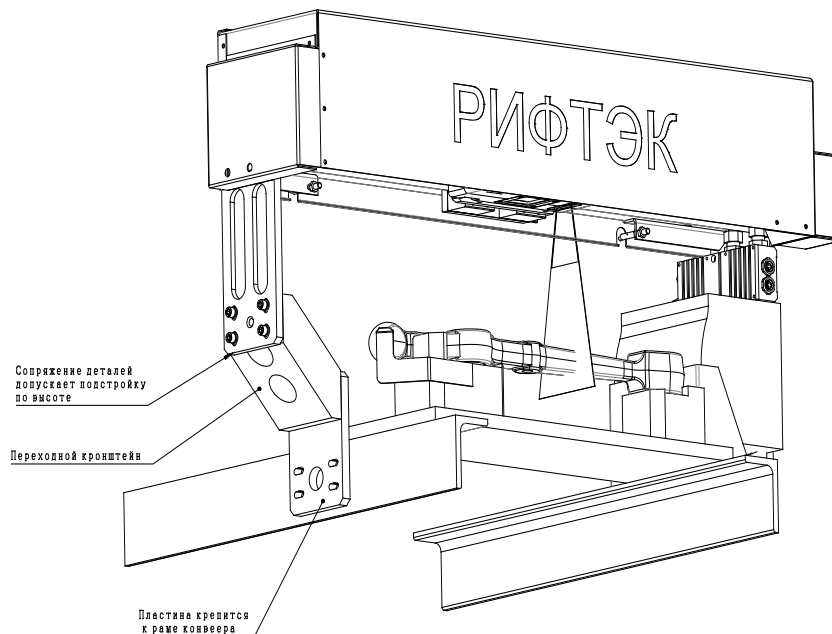


Рисунок 8

Далее производится монтаж станции на раму конвейера при помощи винтов М5 (ГОСТ 11738). По завершению монтажа станция должна находиться на расстоянии от конвейера согласно установочным размерам, рис.4.

8.2. Допуски на установку детали и паллеты

При установке важно, чтобы деталь попала в рабочий диапазон датчика с определенным допуском. Для этого после монтажа станции на конвейере нужно выполнить ряд действий. Подключить сканер компьютеру с установленным программным обеспечением и включить питание станции. С помощью сервисных программ (п.13) проверить положение детали по высоте (координата Z). Приподнимите и опустите деталь. Если она не видна по высоте, требуется изменить положение станции. После чего следует проверить положение детали по ширине. Для этого нужно разместить паллету с деталью в позиции измерения и посмотреть в сервисной программе сканера видимость детали во всем диапазоне сканирования. Если есть невидимые датчиком участки, требуется скорректировать положение паллеты. Допуска на установку: 10 градусов по всем направлениям, 10 мм по ходу движения паллеты (если паллета становится по чертежу) и в 5 мм по линии движения сканера.

8.3. Влияние механических воздействий на точность измерений

При установке станции на конвейере и при проектировании процесса работы конвейера с использованием измерительной машины, необходимо учитывать механические факторы, влияющие на точность измерений:

- Точность исполнения паллеты. Калибровка проводится на одной паллете. Полученные расчеты в ходе калибровки применяются для всех остальных паллет конвейерной ленты. Некоторые размеры детали при расчетах на разных паллетах будут отличаться в зависимости от размеров самой паллеты.
- Шероховатость поверхности детали.
- Вибрации конвейера во время сканирования.

9. Сканер RF620

9.1. Принцип работы сканера

В основу работы сканера положен принцип оптической триангуляции. Излучение полупроводникового лазера формируется в виде линии и проецируется на объект. Рассеянное на объекте излучение объективом собирается на двумерной CMOS-матрице. Полученное изображение контура объекта анализируется сигнальным процессором, который рассчитывает расстояние до объекта для каждой из множества точек вдоль лазерной линии на объекте.

Сканер передает данные в двух режимах - TCP и UDP. Режим TCP используется в сервисной программе для настройки датчика, UDP – для передачи данных. Передавать данные датчик может либо по внутреннему таймеру, либо по внешнему сигналу синхронизации (TTL 5V), который поступает от драйвера шагового двигателя. По каждому синхроимпульсу драйвера двигателя датчик снимает изображение, выделяет профиль его и передает по UDP для дальнейшей обработки. Таким образом, формируется трехмерное облако точек.

Для управления и настройки сканера используется программа RF620sp.exe.

9.2. Влияние оптические воздействия на точность сканирования

Сканер - оптическая система, со свойственными оптической системе недостатками:

- Сканер чувствителен к сильной засветке в рабочем диапазоне лазера (660 нм).
- Блестящие поверхности могут создавать шумы на изображении. Эти шумы частично отсеиваются фильтрами в программе. Степень искажения данных, обусловленная такими шумами, в лабораторных условиях не превышала 5% заявленной точности расчетов.

9.3. Настройка датчика

Рабочий диапазон датчика по оси X=45 мм в начале диапазона, X=70 мм в конце диапазона, по Z - 135 мм. Начало диапазона расположено на удалении 80 мм от передней грани датчика.

Погрешность определения положения точек поверхности - 0,1% от диапазона датчика.

Сетевые параметры датчика доступны для настройки в сервисной программе. Настройки по умолчанию: 192.168.1.11, udpreceiver (принимающие PC) 192.168.1.1:6003.

Основные параметры для настройки сканера - это уровень мощности лазерного излучателя и время экспозиции. Рекомендуется устанавливать мощность излучения на максимум, а время экспозиции на минимум. Минимум определяется характером полученного профиля в сервисной программе. Если на профиле мало шумов и профиль имеет минимальное количество пропусков данных в области сканирования - сканер настроен. Эта настройка выполняется визуально.

(!) Подробное описание датчика и сервисного программного обеспечения для работы с ним находится в руководстве по эксплуатации датчика RF620. Руководство доступно на сайте www.riftek.com.

10. Схема кабельных соединений

Схема соединений показана на рис. 9

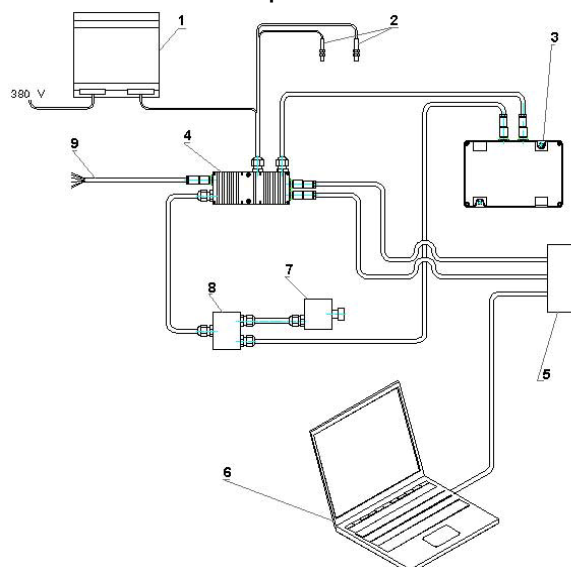


Рисунок 9

Где 1 - блок питания; 2 - концевые датчики; 3 - лазерный сканер; 4 - сигнальный блок; 5 - сетевой маршрутизатор; 6 - терминал (ПК); 7 - шаговый двигатель; 8 - коммутационный блок; 9 – кабель синхронизации и сигналов состояния машины.

(!) Питание машины при монтаже кабельных соединений должно быть отключено.

11. Структурная схема.

Структурная схема показана на рис. 10

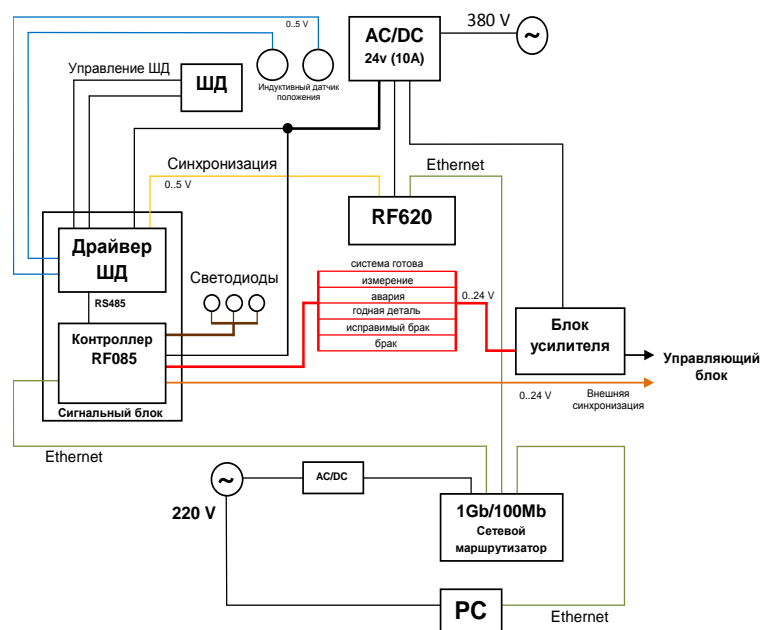


Рисунок 10

Составляющие измерительной машины подсоединены к источнику питания 24V. В комплекте с машиной поставляется AC/DC преобразователь (блок питания) 380/24В. Если есть возможность подключить источник питания 24В/10А напрямую, преобразователь (блок питания) можно не использовать.

С управляющего компьютера по сети Ethernet на контроллер сигнального блока измерительной машины поступает сигнал запуска сканирования.

По сетевому интерфейсу RS485 контроллер запускает драйвер ШД, который обеспечивает управление ШД и подает синхронизирующие импульсы на сканер. Шаговый двигатель приводит в движение каретку. Движение каретки ограничено индуктивными датчиками положения, подсоединенными к сигнальному блоку. Передача результата измерения осуществляется к Ethernet-портам управляющего компьютера через сетевой маршрутизатор.

С помощью цифровых выходов и дублирующих их светодиодных индикаторов контроллер показывает состояние измерительной машины в данный момент времени, а также результаты анализа качества измеряемой детали.

12. Сигнальный блок.

Все интерфейсные подключения к машине реализованы через сигнальный блок. В сигнальном блоке расположены светодиодная индикация состояния станции и характеристик измеренной детали, индикационные цифровые выходы, выход сигнала синхронизации измерения и сетевые интерфейсы.

Сигнальный блок состоит из двух модулей: контроллер сигнального блока и драйвер мотора.

Контроллер сигнального блока соединен с управляющим компьютером по сети Ethernet. Контроллер управляет светодиодами, цифровыми выходами и драйвером двигателя. Управление сигнальным блоком осуществляется от компьютера.

Драйвер двигателя управляет движением каретки и подает синхронизирующие импульсы на сканер. Драйвер управляется по интерфейсу RS485 контроллером сигнального блока.

Драйвер двигателя обеспечивает управление шаговым двигателем в микрошаговом режиме 1:64. На каждый микрошаг генерирует синхроимпульс, который делится на коэффициент divider (доступен в программе TestSignalBlock).

Для настройки сигнального блока и проверки его работоспособности используется программа TestSignalBlock (п.13.3).

12.1. Схема подключения.

Схема подключения к сигнальному блоку показана на рисунке 11

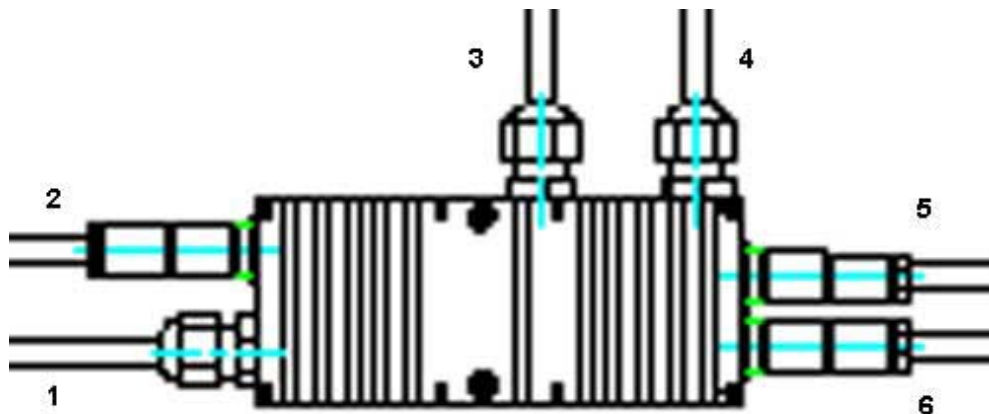


Рисунок 11

Где 1 - подключение шагового двигателя и лазерного сканера (кабельный ввод); 2 - подключение синхронизации и цифровых выходов состояния машины (разъем); 3 - подключение питания и концевых датчиков (кабельный ввод); 4 - подключение сетевого интерфейса лазерного сканера (кабельный ввод); 5 - подключение сетевого интерфейса сканера к маршрутизатору (коннектор); 6 - подключение сетевого интерфейса сигнального блока к маршрутизатору (коннектор).

12.2. Светодиодная индикация

Светодиодные индикаторы, расположенные на сигнальном блоке, характеризуют текущее состояние измерительной машины и результат измерения.

Состояние машины	Индикация
Машина готова к работе	Зеленый
Процесс измерения	Желтый
Авария	Красный
Деталь годная	Мигающий зеленый
Исправимый брак	Мигающий желтый
Брак	Мигающий красный

13

12.3. Интерфейсные кабели

Кабель сигналов состояния системы 9 показан на рисунке 12.

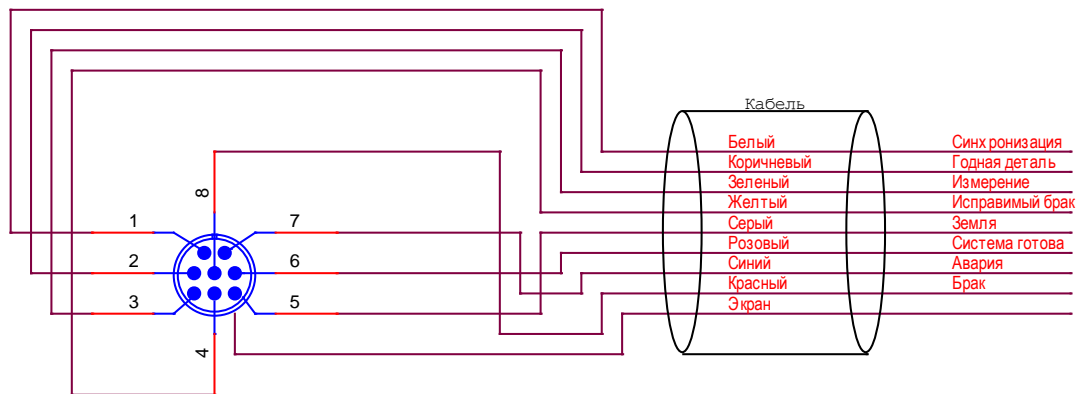


Рисунок 12

Кабель подключения лазерного сканера показан на рисунке 13

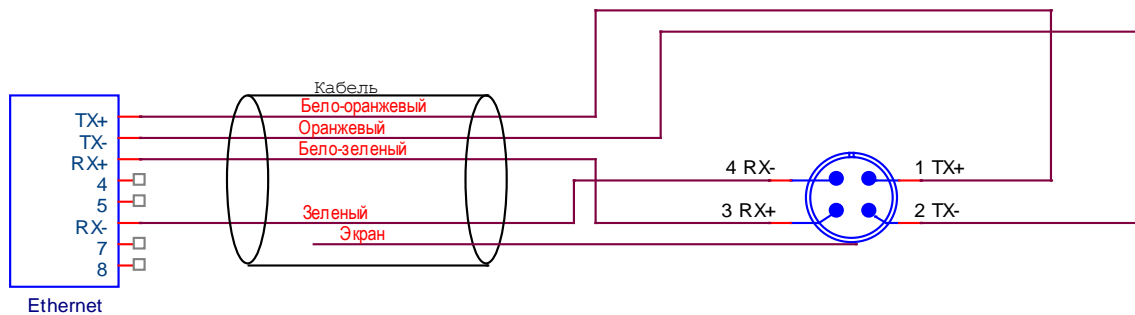


Рисунок 13

12.4. Схемотехника входов-выходов

Входной каскад входа синхронизации показан на рисунке 14. Вход синхронизации предназначен для подачи сигнала, характеризующего наличие объекта на измерительной позиции.

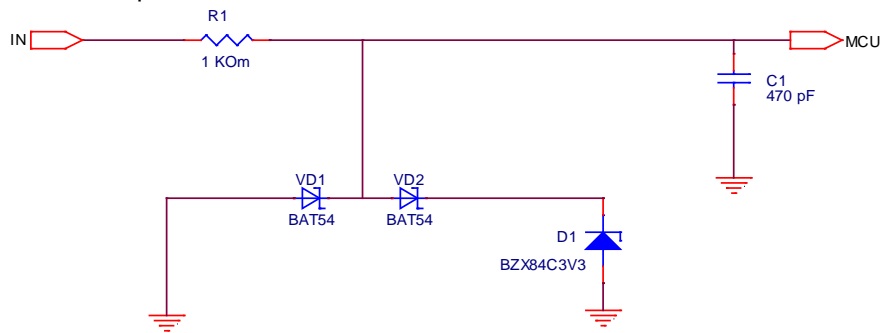


Рисунок 14

Выходной каскад выходов состояния машины показан на рисунке 15. Выходы предназначены для подключения внешних сигнальных и исполнительных устройств.

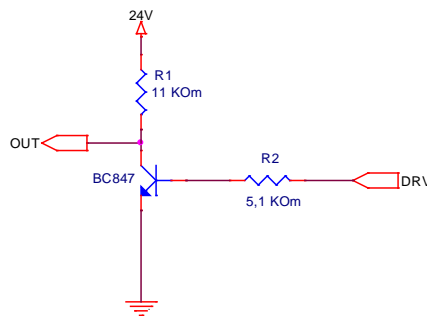


Рисунок 15

12.5. Блок усилителя цифровых сигналов

Блок усилителя цифровых сигналов предназначен для согласования напряжений цифровых выходов и входа синхронизации между сигнальным блоком станции и управляющим контроллером конвейера.

Схема блока усилителя представлена на рисунке 16.

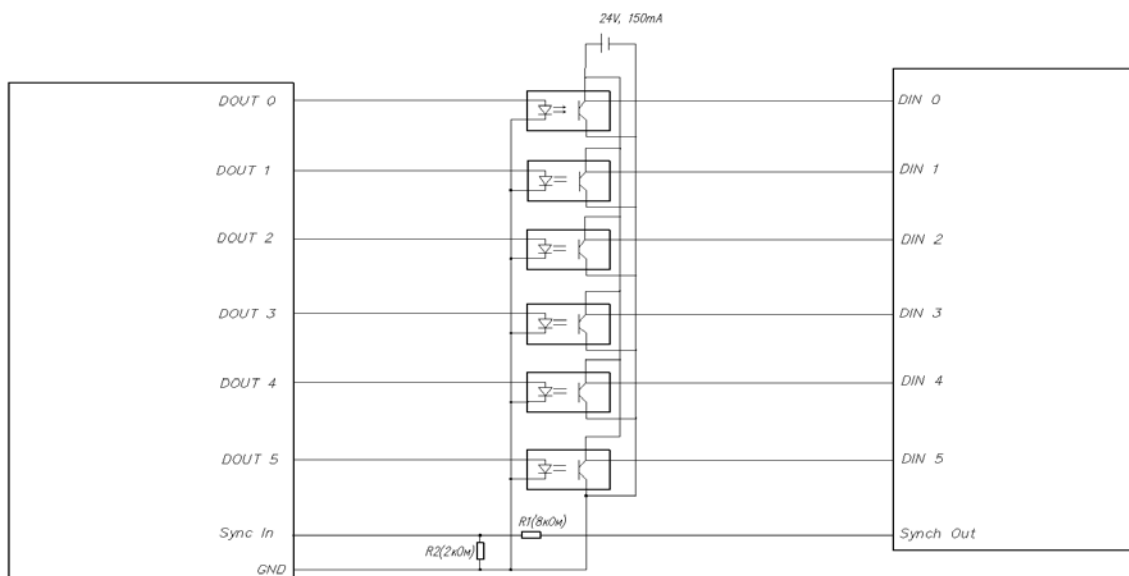


Рисунок 16

12.6. Протоколы и сетевое оборудование

Станция управляется, настраивается и передает данные по двум сетевым интерфейсам (интерфейс контроллера сигнального блока, интерфейс лазерного сканера), подключенным через сетевой маршрутизатор к Ethernet-порту управляющего компьютера. Программное обеспечение компьютера осуществляет управление сканированием, накоплением и обработкой данных, расчетом размеров детали, управлением цифровых выходов и светодиодами.

Адресное пространство устройств в сети IPv4: 192.168.1.X (255.255.255.0), адрес сигнального блока статичен (192.168.1.8), адрес управляющего компьютера 192.168.1.1.

На все запросы программы сигнальный блок шлет ответные пакеты с результатом выполнения команд по протоколу UDP на порт 6008. Датчик в рабочем режиме рассылает поисковые пакеты по UDP:6001 и во время сканирования (движения каретки) по UDP:6003.

13. Программное обеспечение

Технические требования для работы с программным обеспечением:

- Windows XP, Vista, 7 x86, 8.
- Оперативная память 2Gb.
- Порт Ethernet 100/1000.
- Свободное пространство на жестком диске 1GB.

Для работы программ используются библиотеки Qt версии 4.8, Microsoft redistributable package 2010.

Программное обеспечение состоит из 4х компонентов:

- Программа управления сканированием RFScanDetail.exe
- Программа просмотра статистики деталей RFStatistics.exe
- Программа тестирования сигнального блока TestSignalBlock.exe
- Программа настройки и тестирования сканера rf620et-sp.exe

Дополнительные программы, которые могут понадобиться для настройки и отладки установки:

- Анализатор сети Wireshark.
- DHCP сервер.

13.1. Программа управления сканированием

Программа управления сканированием обеспечивает:

- управление машиной в рабочем процессе и режимах отладки;
- прием данных от сканера и построение трехмерной модели детали;
- математические расчеты по модели детали;
- ввод допусков и настройку параметров расчетов;
- оценку состояния детали и сравнение с допусками;
- протоколирование событий и результатов;
- контроль состояния машины;
- управление сигнальным блоком;
- выполнение калибровки машины.

13.1.1. Программа сканирования RFScanDetail

До запуска программы сканирования убедитесь, что остальные программы (TestSignalBlock.exe, RFStatViewer.exe, RF620et-sp.exe) выключены.

Рабочее окно программы показано на рис.17. В правой части окна расположены кнопки управления.

При запуске программа автоматически производит поиск устройств измерительной машины в сети и подключение к ним. Если при запуске программы устройства не были подключены в сеть, процесс поиска можно запустить принудительно, нажав кнопку «**Подключиться**». Во время запуска программы при правильно подключенной станции каретка с лазерным сканером сдвигается вперед и возвращается в исходное положение, сигнальный блок станции моргает всеми светодиодами.

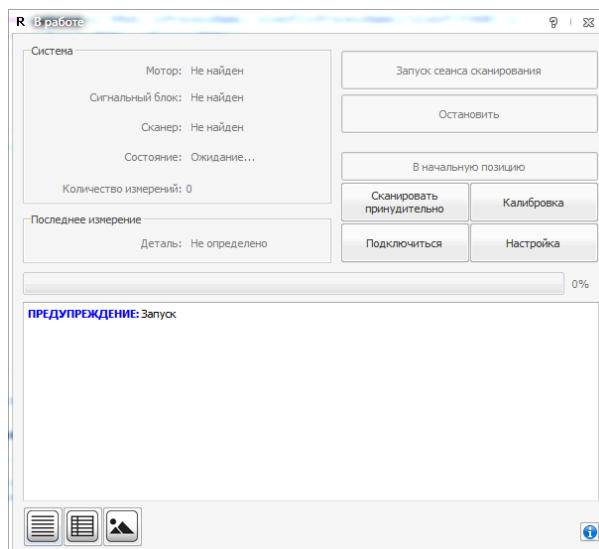


Рисунок 17

Если все устройства найдены, автоматически запускается сеанс сканирования детали. Для остановки сеанса сканирования нажать кнопку «**Остановить**».

Состояние машины отображается в заголовке окна программы: режим "В работе" – сеанс сканирования запущен, режим "Остановлен" – сеанс сканирования остановлен.

При отключенном сеансе сканирования можно производить калибровку системы, нажав кнопку **Калибровка**. Процедура калибровки описана в п. 13.1.5 настоящего руководства.

При остановленном сеансе сканирования процесс измерения можно запустить только из программы кнопкой «**Сканировать принудительно**». Если измерение не останавливалось, то программа запускается в режиме измерения.

В режиме измерения по синхронизирующему сигналу от конвейера с паллетами программа приводит в движение каретку, при этом драйвер двигателя подает синхронизирующие импульсы на датчик, датчик отправляет данные измерений, которые сохраняются в папке tmp (данные удаляются, если их количество превышает 100). После набора заданного количества профилей, программа производит расчеты и возвращает каретку в исходное положение.

Процесс расчетов происходит за 3-4 секунды, после чего результаты расчетов выводятся в окно программы и сохраняются в csv-файл. После расчетов программа анализирует в допуске ли отсканированная деталь и устанавливает в соответствующие положения цифровые выходы и дублирует это светодиодами.

Все действия программы (а также ошибки) протоколируются в папку /Log.

В любой момент работы программы можно выполнить настройку допусков на размеры детали с помощью кнопки «**Настройка**». Процедура настройки описана в п. 13.1.3 настоящего руководства. В окне «Настройка» выведены диапазоны допусков всех измеряемых параметров, эталонные значения и корректирующие

коэффициенты. Изменения параметров вступают в силу только после перезапуска программы.

При использовании сканирования вручную (без управляющего сигнала от автоматической линии) рекомендуется также отключать сеанс сканирования, как при калибровке.

Основные настройки программы вынесены в файл RFScanDetail.ini.

Основные параметры в RFScanDetail.ini:

- Длина пробега fullSteps (800000). Если сканирование не происходит при настройках по умолчанию — следует увеличить значение до +100000. Это количество микрошагов, которые делает шаговый двигатель для перемещения каретки по всему диапазону сканирования.
- Количество ожидаемых профилей profilesCount (4050) – количество замеров сканера. Это значение зависит от делителя частоты, установленного в TestSignalBlock. 4050 соответствует значению делителя 3. При уменьшении делителя необходимо изменять этот параметр пропорционально изменению делителя с округлением до десятков в меньшую сторону. При уменьшении делителя нужно уменьшать и скорость движения каретки, чтобы датчик успевал обрабатывать профили, согласно времени экспозиции. Время между двумя измерениями должно быть больше времени экспозиции датчика более чем в 1,1 раза.
- Шаг перемещения Step (0,085) – расчет значения в мм между двумя измерениями. Изменяется пропорционально делителю и количеству ожидаемых профилей.

В программе используется 3 типа визуализации результатов: **Консольный вид** (рис.18), **Табличный** (рис.19) и **Изображение измеренной детали** (рис.20). Для переключения режимов отображения используются кнопки под окном вывода результатов.

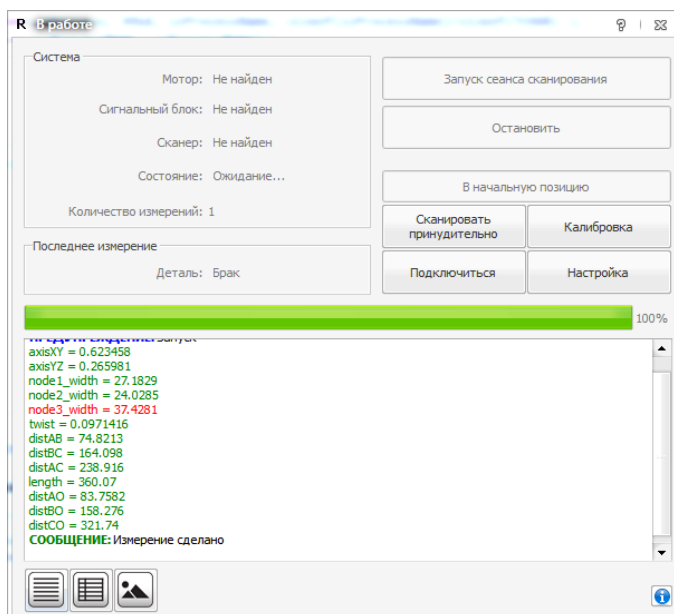


Рисунок 18

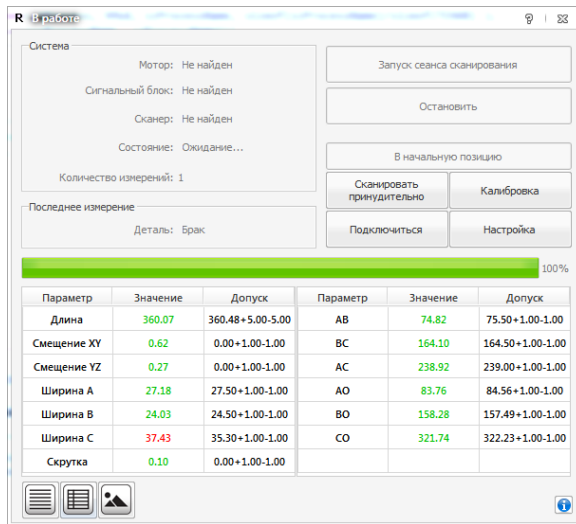


Рисунок 19

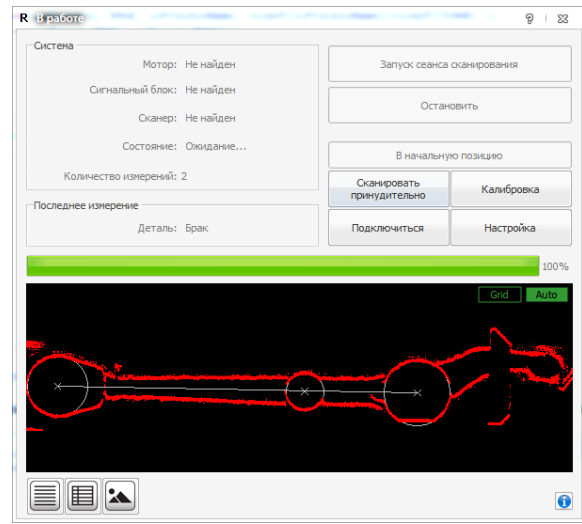


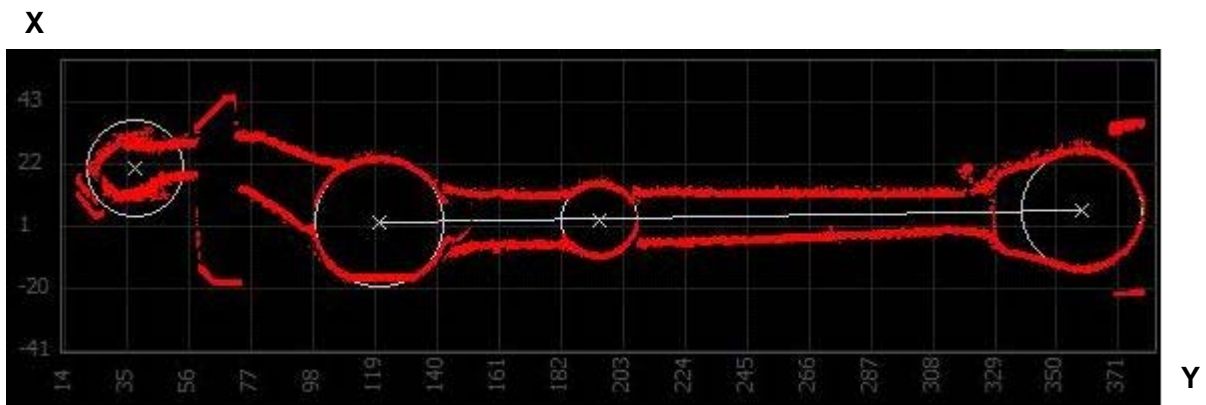
Рисунок 20

В центральной части окна программы отображаются состояния основных устройств, а именно: привода перемещения сканера, сигнального блока и лазерного сканера, а также счетчик числа измеренных деталей

В нижней части окна отображаются результаты расчета параметров последней отсканированной детали и оценка годности («годная деталь», «брак», «исправимый брак»).

13.1.2. Процедура расчетов.

Расчет параметров детали проводится по набору профилей, полученных с помощью лазерного сканера. Расстояние между профилями определяется шагом перемещения каретки. Система координат, в которой проводятся все расчёты, расположена, как указано на рисунке (вид сверху на деталь). Красные точки взяты из профилей, обрезанных по координате Z, чтобы убрать точки, относящиеся к паллете. Для отображения контура детали используются только крайние точки профилей.

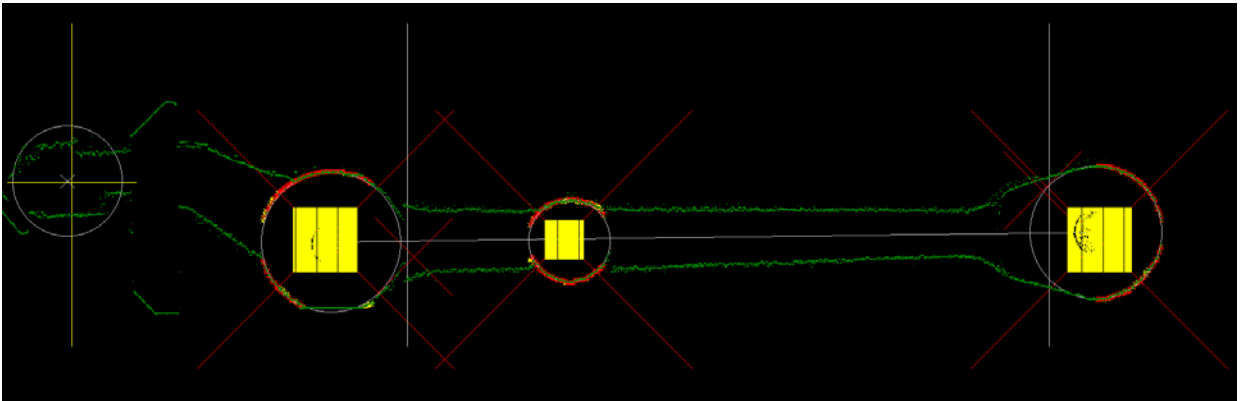


Программа рассчитывает следующие параметры:

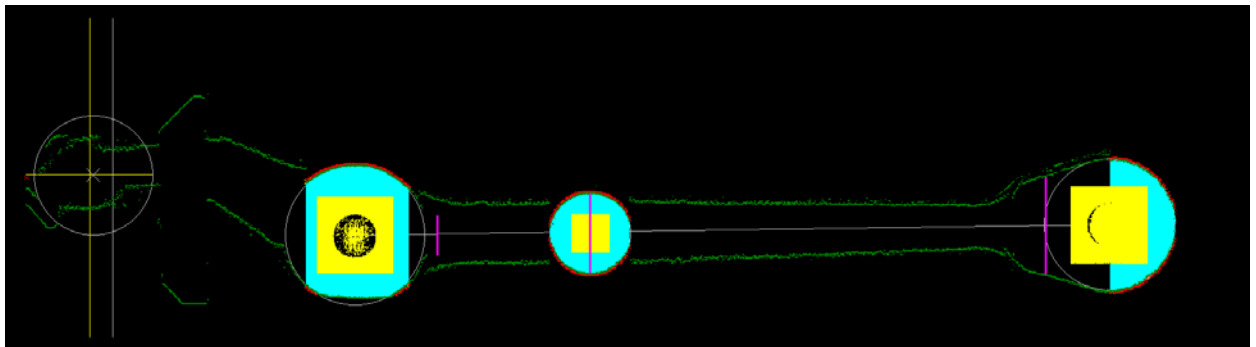
- Длина детали.
- Скрутка детали.
- Смещение по осям XY и YZ.
- Межосевые расстояния AB, AC, BC.
- Ширина узлов детали в позициях A, B, C.
- Расстояние от центра узлов A, B, C до центра сферы O.

Первоначально определяется точное положение узлов А, В, С детали для чего

- после второго этапа калибровки (см. п. 13.1.5) в областях, лежащих вблизи узлов, выделяются участки из трехмерного облака точек



- выделенные участки поворачиваются в трехмерном пространстве вокруг оси OY на угол, полученный при калибровке.
- из точек, расположенных в области узлов (область жёлтых квадратов), строятся плоскости по методу наименьших квадратов (далее МНК). Построение плоскостей проводится за несколько итераций с выбраковкой точек по заданному порогу.



Полученные параметры плоскостей, в дальнейшем используются для определения положения узлов в плоскости XY и для определения ширины детали в области узлов.

Для расчета положения узлов в плоскости XY

- из облака точек выбираются точки, отстоящие на заданное значение (в направлении Z) от плоскости соответствующего узла
- из выбранных точек оставляются только крайние в профилях (в направлении X). Эти точки будут лежать на окружности, так как сам узел имеет форму окружности
- построение окружностей проводится по МРК за несколько итераций с выбраковкой точек по заданному порогу.

В узле А нижние точки детали не попадают в область видимости сканера. Для того, чтобы крайние точки в обрезанных профилях по координате X не искажали реальный вид окружности, используется дополнительный фильтр отсева точек по значению координаты X. Т.е. отбрасываются точки, которые ближе к минимальному X, чем заданное пороговое значение.

Итог данных расчётов – координаты X и Y центров узлов, а также радиусы соответствующих окружностей.

Окончательные расчеты:

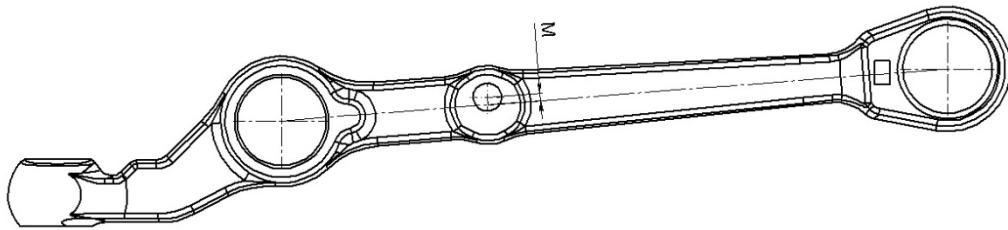
- **Длина детали** вычисляется по формуле:

$$length = dist_OC + radius_C + 17.75$$

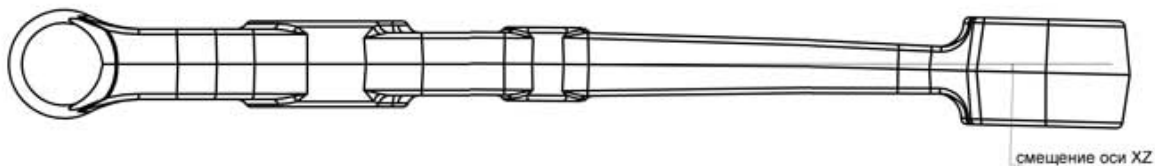
Константное значение берётся из чертежа, так как не вычисляется положение точки O.

- При расчете **скрутки детали** определяется максимальный угол в градусах между прямыми, проходящими по верхней площадке трех колен, перпендикулярно оси детали. Т.е. берутся три прямые, рассчитывается разница углов между ними попарно. Скрутка равна максимальной разнице между углами узловых плоскостей. Углы вычисляются вокруг оси OY.

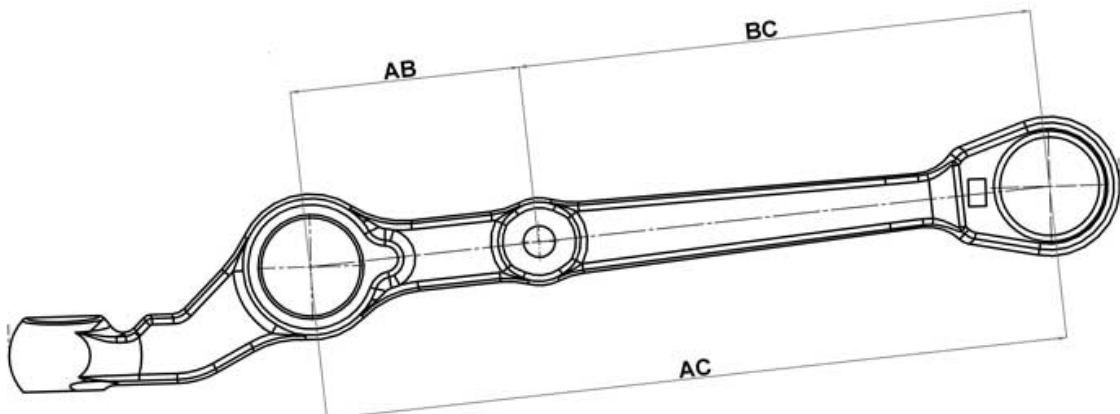
- **Смещение оси в плоскости XY** равно отклонению положения оси центрального колена от оси, соединяющей центры двух крайних колен, в миллиметрах.



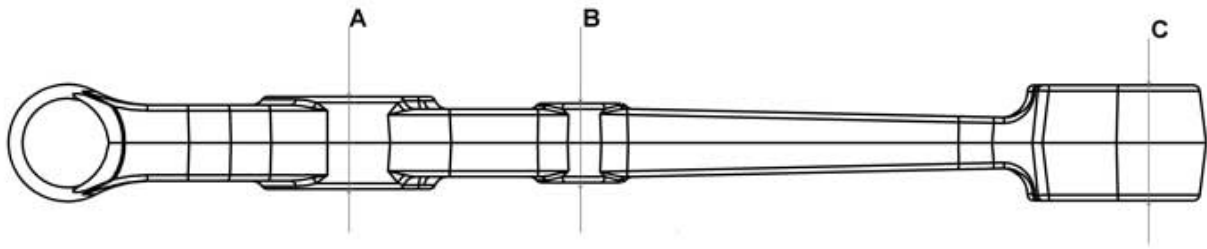
- **Смещение оси в плоскости XZ** – максимальная разница между углами узловых плоскостей, в градусах. Т.е. берутся три прямые, проходящие по верхней площадке трех колен, и попарно рассчитывается разница углов между ними. Углы вычисляются вокруг оси OX.



- **Межосевые расстояния AB, BC, AC** находятся исходя из координат центров окружностей узлов. Рассчитываются расстояния между осями A, B и C в плоскости XY.



- Расчет ширины детали в позициях А, В, С



Ширина детали в позициях А и С рассчитывается по данным калибровки. За основу расчета берется прямая, проходящая через середину видимой части калибровочной меры. Высота колен А и С сравнивается с высотой калибровочной меры в точке А или С, после этого от номинального значения высоты калибровочной меры отнимается разница между высотой колена и значением высоты меры. Получаемый результат – ширина колена.

Ширина колена в позиции В рассчитывается на основании ширин колен А и С. По ширинам А и С восстанавливается центральная ось детали, от неё по высоте колена В рассчитывается ширина колена В.

- Расстояния до центра сферы О от центра узлов А, В, С определяются в программе по формулам.

Расчет ОА:

$$dist_OA = eth_OB * \left(\cos(AOB) - \sqrt{dist_AB * \frac{dist_AB}{eth_OB^2} - \sin^2(AOB)} \right)$$

Расчет ОВ:

$$dist_OB = eth_OA * \left(\cos(AOB) + \sqrt{dist_AB * \frac{dist_AB}{eth_OA^2} - \sin^2(AOB)} \right)$$

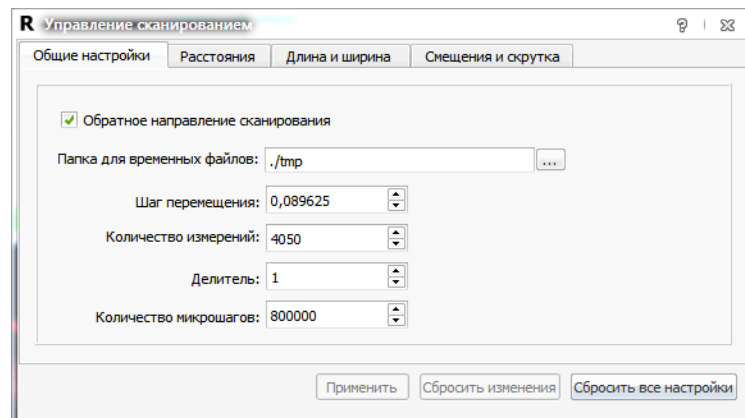
Расчет ОС:

$$dist_OC = eth_OA * \left(\cos(AOC) + \sqrt{dist_AC * \frac{dist_AC}{eth_OA^2} - \sin^2(AOC)} \right)$$

13.1.3. Ввод допусков и настройка параметров расчетов

Для входа в режим настройки нажать кнопку «**Настройка**» в основном окне программы. Окно настроек программы содержит несколько вкладок.

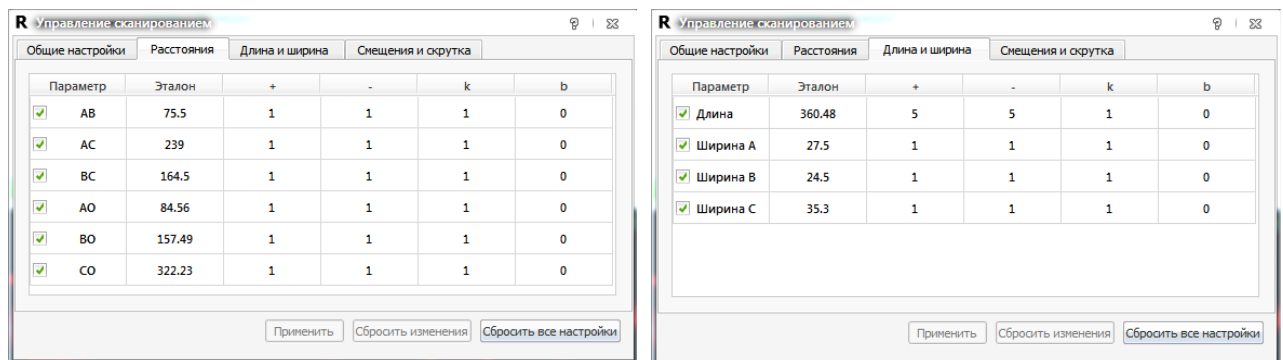
Вкладка **Общие настройки**



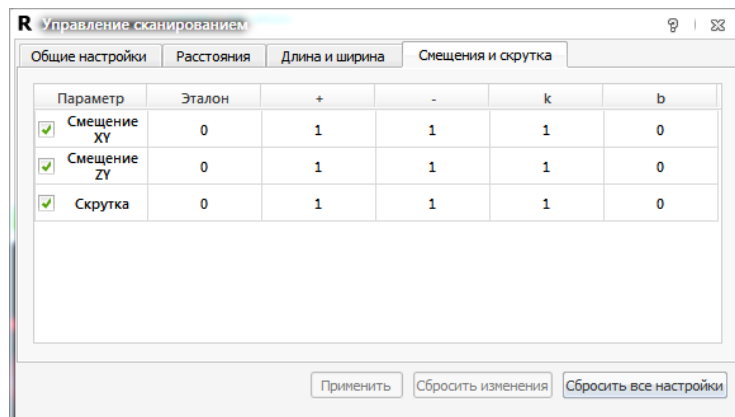
- включить **Обратное направление сканирования**, если направление перемещения при измерении необходимо изменить на противоположное;
- папка для временных файлов – при необходимости установить путь к папке хранения временных файлов;
- шаг перемещения, количество измерений, делитель, количество микрошагов – заводские параметры, показаны информационно.

Остальные вкладки предназначены для установки допусков. Логика работы сигнальных светодиодов и логических выходов блока синхронизации будет соответствовать установленным допускам.

Вкладки **Расстояния**, **Длина и ширина**



Вкладка **Смещение и скрутка**



13.1.4. Протоколирование событий и результатов

В процессе работы программа управления сканированием ведет протоколирование событий в файлы **system[index].log** в папке **/Log/**. В названии файла присутствует индекс, при превышении размера текущего файла создается новый файл протоколирования, с индексом на 1 больше предыдущего.

Результаты обработки модели детали, а также аварийные ситуации записываются в базу данных. База данных реализована на базе **sqlite**. Файлы базы хранятся в файлах **[month].sqlite**, где **month** – номер текущего месяца. Т.е. все записи за месяц находятся в одном файле. Все файлы базы данных расположены в папках вида **/[year]/**, где **year** – номер текущего года. Все данные одного года измерений находятся в одной папке с соответствующим названием. По этим данным программа просмотра статистики строит статистические отчеты. Все данные можно перенести для анализа на другой компьютер, сохранив структуру папок.

В процессе работы программы во временной папке **/tmp/** записываются исходные данные сканирования, трехмерные модели в формате ***bin**. Адрес этой временной папки задается в настройках программы. Формируемые в ней файлы могут быть использованы для подробного анализа сбоев расчетов, разработки новых и корректировки существующих расчетов.

13.1.5. Калибровка машины.

Перед началом сканирования деталей необходимо провести калибровку машины. Калибровка включает в себя два этапа:

- Сканирование калибровочного бруска (входит в комплект поставки). На паллету помещается специально подготовленный эталонный брусок в форме параллелепипеда с известными параметрами (рис. 21). Измерения эталонного бруска проводятся аналогично измерениям детали.
- Калибровочное сканирование детали. При сканировании измеряются параметры детали рычага. Проведение второго этапа осуществляется только после сканирования калибровочного бруска. Деталь устанавливается на паллету и проводится принудительное сканирование.

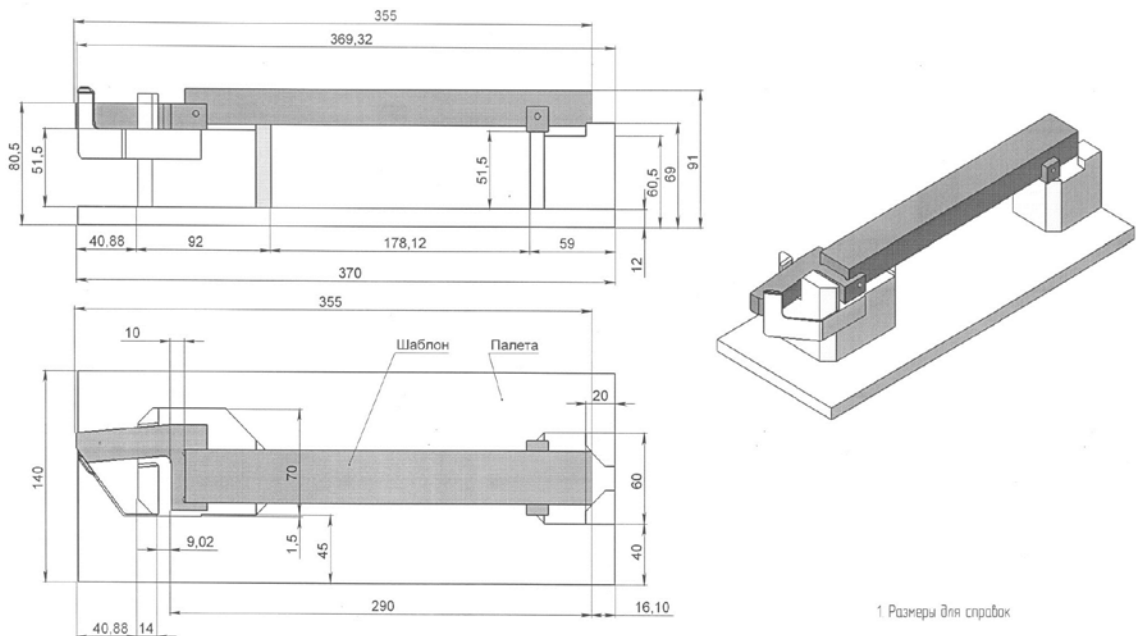


Рисунок 21

В основном окне программы нажать кнопку **Калибровка**. В файл `fgcalibration.ini` заносятся данные, полученные в ходе измерений. В разделе `General` записан `PassComplete` – номер проведенного этапа калибровки. `Values` описывает измеренные параметры, а также значения калибровочной меры.

(!) Значения файла `fgcalibration.ini` изменять нельзя. Эти данные используются в основных расчетах программы.

После калибровки машина готова к работе.

Калибровка позволяет:

- привязать обработку профилей к узлам детали;
- определить углы наклона паллеты относительно сканера;
- задать уровень, относительно которого будет вестись отсчет толщины детали.

13.2. Программа просмотра статистики деталей

Для просмотра статистики замеров запустить программу **RFStatistics.exe**. Программа позволяет сформировать статистические отчеты за заданный период времени. В программе устанавливаются необходимые для отображения параметры отсканированных деталей, настраивается временной фильтр (диапазон отображения по дате и времени). Предоставляется два способа визуализации данных - **Таймлайн** и **Гистограмма**.

Вкладка **Таймлайн** (рис. 22) показывает объединенный результат сканирования по выбранному параметру за определенный период (день, неделя, месяц, квартал, год) времени. Результаты отображаются в виде линейного графика.

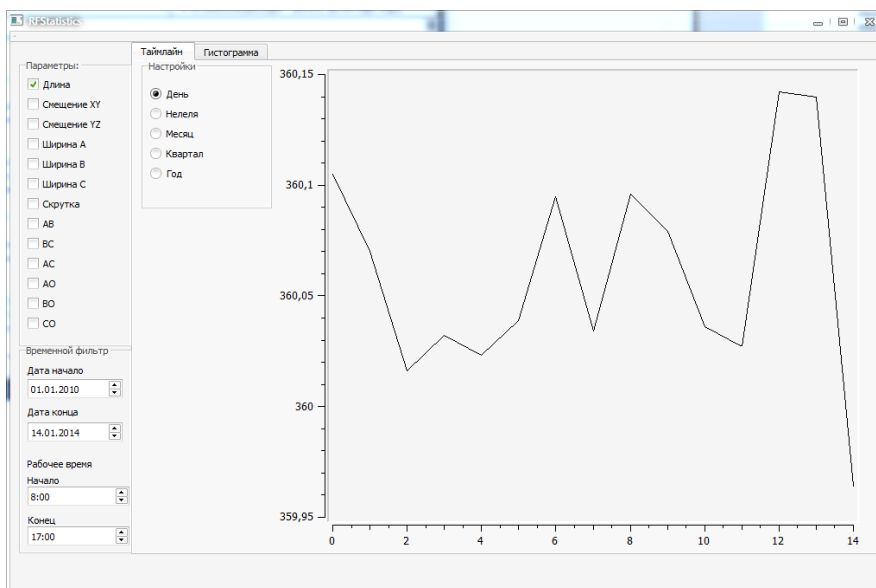


Рисунок 22

Гистограмма (рис. 23) показывает статистические данные по годным и бракованным деталям.

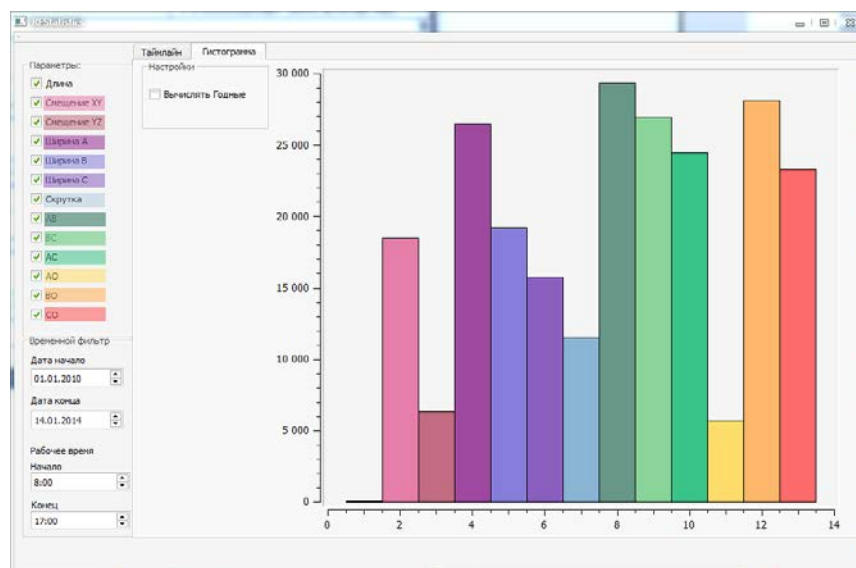
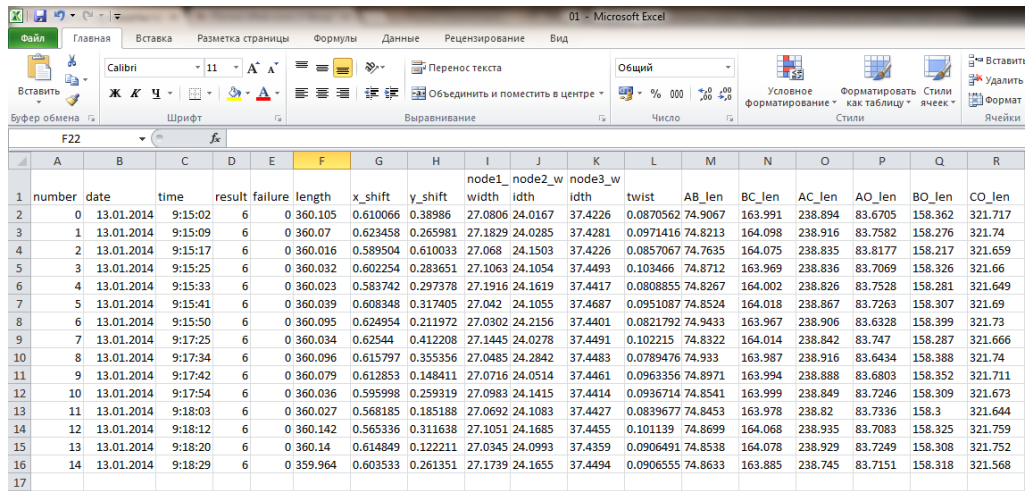


Рисунок 23

Статистические данные хранятся в файле с расширением **.csv**. Структура файла (рис.24, 25, 26):



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	number	date	time	result	failure	length	x_shift	y_shift	node1_width	node2_width	node3_width	twist	AB_len	BC_len	AC_len	AO_len	BO_len	CO_len
2	0	13.01.2014	9:15:02	6	0	360.105	0.610066	0.38986	27.0806	24.0167	37.4226	0.0870562	74.9067	163.991	238.894	83.6705	158.362	321.717
3	1	13.01.2014	9:15:09	6	0	360.07	0.623458	0.265981	27.1829	24.0285	37.4281	0.0971416	74.8213	164.098	238.916	83.7582	158.276	321.74
4	2	13.01.2014	9:15:17	6	0	360.016	0.589504	0.610033	27.068	24.1503	37.4226	0.0857067	74.7635	164.075	238.835	83.8177	158.217	321.659
5	3	13.01.2014	9:15:25	6	0	360.032	0.602254	0.283651	27.1063	24.1054	37.4493	0.103466	74.8712	163.969	238.836	83.7069	158.326	321.66
6	4	13.01.2014	9:15:33	6	0	360.023	0.583742	0.297378	27.1916	24.1619	37.4417	0.0808855	74.8267	164.002	238.826	83.7528	158.281	321.649
7	5	13.01.2014	9:15:41	6	0	360.039	0.608348	0.317405	27.042	24.1055	37.4687	0.0951087	74.8524	164.018	238.867	83.7263	158.307	321.69
8	6	13.01.2014	9:15:50	6	0	360.095	0.624954	0.211972	27.0302	24.2156	37.4401	0.0821792	74.9433	163.967	238.906	83.6328	158.399	321.73
9	7	13.01.2014	9:17:25	6	0	360.034	0.62544	0.412208	27.1445	24.0278	37.4491	0.102215	74.8322	164.014	238.842	83.747	158.287	321.666
10	8	13.01.2014	9:17:34	6	0	360.096	0.615797	0.355356	27.0485	24.2842	37.4483	0.0789476	74.933	163.987	238.916	83.6434	158.388	321.74
11	9	13.01.2014	9:17:42	6	0	360.079	0.612853	0.148411	27.0716	24.0514	37.4461	0.0963356	74.8971	163.994	238.888	83.6803	158.352	321.711
12	10	13.01.2014	9:17:54	6	0	360.036	0.595998	0.259319	27.0983	24.1415	37.4414	0.0936714	74.8541	163.999	238.849	83.7246	158.309	321.673
13	11	13.01.2014	9:18:03	6	0	360.027	0.568185	0.185188	27.0692	24.1083	37.4427	0.0839677	74.8453	163.978	238.82	83.7336	158.3	321.644
14	12	13.01.2014	9:18:12	6	0	360.142	0.565336	0.311638	27.1051	24.1685	37.4455	0.101139	74.8699	164.068	238.935	83.7083	158.325	321.759
15	13	13.01.2014	9:18:20	6	0	360.14	0.614849	0.122211	27.0345	24.0993	37.4359	0.0906491	74.8538	164.078	238.929	83.7249	158.308	321.752
16	14	13.01.2014	9:18:29	6	0	359.964	0.603533	0.261351	27.1739	24.1655	37.4494	0.0906555	74.8633	163.885	238.745	83.7151	158.318	321.568
17																		

Рисунок 24

A – номер измерения; B и C – дата и время.

D – результат измерения (возвращает значение «0», если измеренный параметр вышел за пределы допусков).

E – поле ошибок.

F – длина измеренной детали.

G – смещение оси в плоскости XY.

H – смещение оси в плоскости YZ.

I, J, K – ширина детали в узлах A, B, C соответственно.

L – скрутка детали.

M, N, O – межосевые расстояния AB, BC, AC.

P, Q, R – расстояния до центра сферы о от центров узлов A, B, C.

S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
length	length	length	x_shift	x_shift	x_shift	y_shift	y_shift	y_shift	node1_w	node1_w	node1_w	node2_w	node2_w	node2_w	node3_w	node3_w	node3_w
ETH	MN	PL	ETH	MN	PL	ETH	MN	PL	idthETH	idthMN	widthPL	idthETH	idthMN	widthPL	idthETH	idthMN	widthPL
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1
360.48	5	5	0	1	1	0	1	1	27.5	1	1	24.5	1	1	35.3	1	1

Рисунок 25

S – длина эталона; T и U – допуски длины детали.

V и Y – смещение оси эталона в плоскостях XY и YZ.

W и X, Z и AA – допуски смещения оси в плоскостях XY и YZ.

AB, AE, AH – эталонные значения ширины в узлах A, B, C.

AC и AD, AF и AG, AI и AJ – допуски ширины детали в узлах A, B, C.

AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE
twist	twist	twist	AB_len	AB_len	AB_len	BC_len	BC_len	BC_len	AC_len	AC_len	AC_len	AO_len	AO_len	AO_len	BO_len	BO_len	BO_len	CO_len	CO_len	CO_len
ETH	MN	PL	ETH	MN	PL	ETH	MN	PL	ETH	PL	MN	ETH	MN	PL	ETH	MN	PL	ETH	MN	PL
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1
0	1	1 75.5		1	1	239	1	1 164.5		1	1 84.56		1	1 157.49		1	1 322.23		1	1

Рисунок 26

AK – скрутка эталона; AL и AM – допуски по скрутке.

AN, AQ, AT – межосевые расстояния АВ, ВС и АС эталона.

АО и AP, AR и AS, AU и AV – допуски по межосевым расстояниям АВ, ВС и

АС.

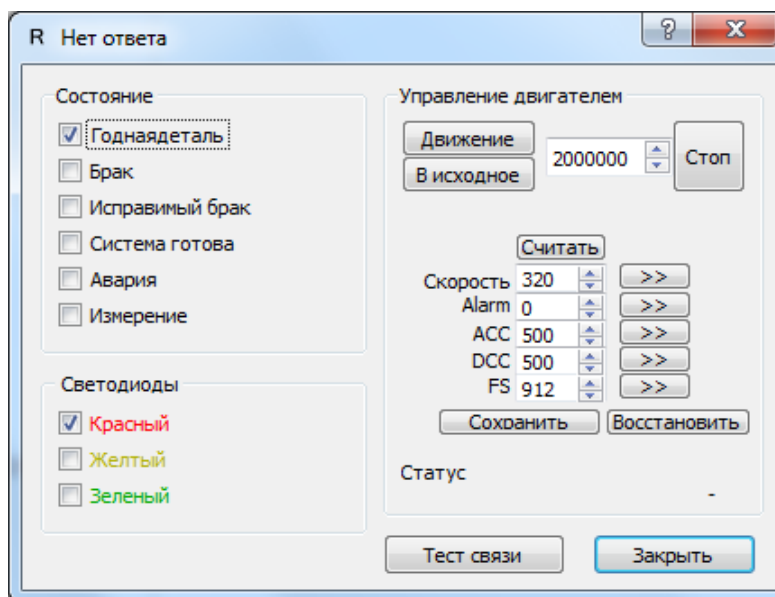
AW, AZ, BC – расстояния до центра сферы о от центра узлов А, В, С эталона.

AX и AY, BA и BB, BD и BE – допуски расстояний до центра сферы от узлов А, В, С.

13.3. Программа тестирования сигнального блока

Программа TestSignalBlock предназначена для проверки подключения сигнального блока и настройки его для работы в автоматическом режиме.

Основное окно показано на рисунке.



Группа «Состояние» позволяет проверить работоспособность логических выходов, группа «Светодиоды» – работоспособность светодиодов. Для проверки системы перемещения задать количество шагов, нажать кнопку «Движение». Возврат каретки в исходное положение – кнопка «В исходное». Остальные параметры показаны информационно.

В пользовательском интерфейсе программы три раздела: управление светодиодами, с помощью галочек их можно включать и выключать. Управление цифровыми выходами – включаются аналогично светодиодам. Управление и настройка мотора. Для настройки выведены следующие параметры:

- Speed скорость движения (100).
- ACC и DCC - количество шагов на ускорение и торможение (1000).
- Divider (3).

Для установки параметра надо нажать кнопку ">>" возле значения параметра, с помощью кнопки **"сохранить"** настройки будут записаны в энергонезависимую память. **"Восстановить"** – применение настроек из энергонезависимой памяти.

При корректной работе сигнального блока и правильном подключении проводов в заголовке окна программы появится надпись "ПОДКЛЮЧЕНО". В противном случае – "ОЖИДАНИЕ".

14. Использование по назначению

14.1. Подготовка к использованию

Подготовка машины к использованию включает:

- внешний осмотр машины;
- установка на конвейер;
- включение машины;
- калибровка машины;
- проверка работоспособности машины.

14.1.1. Внешний осмотр

Перед работой необходимо убедиться в исправности оборудования: проверить состояние кабелей, проводов заземления. Проверить состояние выходных окон сканера и при необходимости протереть их мягкой тканью.

14.1.2. Установка на конвейер

Выполнить установку машины на конвейер в соответствии с п.8 настоящего руководства. Выполнить кабельные соединения в соответствии с п.10.

14.1.3. Включение машины

Подать питание на машину.

14.1.4. Калибровка машины

Выполнить калибровку машины в соответствии с п. 13.1.5 настоящего руководства. Калибровка установки производится:

- еженедельно перед началом работы смены,
- в случае изменения положения машины,
- при изменениях температуры окружающего воздуха (несколько градусов в среднем за сутки по отношению к предыдущим суткам) и уровня освещенности в области сканирования.

14.1.5. Проверка работоспособности машины

Для проверки работоспособности машины провести полный цикл контроля геометрических параметров контрольного образца детали. Проверку работоспособности машины рекомендуется проводить не реже одного раза в начале или в течение смены.

14.2. Работа с машиной

Цикл измерения геометрических параметров деталей полностью автоматизирован, и работа с машиной сводится к работе с программой.

- запустить программу управления машиной

- ввести/проконтролировать допуски в соответствии с п. 13.1.3. настоящего руководства
- при поступлении сигнала синхронизации машина выполнит сканирование детали, расчет геометрических параметров и разбраковку
- по окончании сканирования каретка автоматически возвращается в стартовую позицию, и машина ожидает поступления следующего сигнала синхронизации.

15. Техническое обслуживание

15.1. Общие указания

Техническое обслуживание машины проводится с целью обеспечения постоянной готовности её к работе и предупреждения преждевременного выхода из строя. Техническое обслуживание предусматривает профилактические мероприятия, направленные на выявление и устранение дефектов, обеспечение нормальной работы установки при её эксплуатации. Рекомендуется проводить ежедневные, еженедельные и ежегодные работы по техническому обслуживанию.

15.2. Меры безопасности

При техническом обслуживании установки следует соблюдать меры безопасности, изложенные в п.1 настоящего руководства.

15.3. Порядок технического обслуживания

15.3.1. Ежедневные работы по техническому обслуживанию

При ежедневных работах производятся:

- внешний осмотр машины
- проверка комплектности машины,
- внешний осмотр блоков и элементов, входящих в состав машины,
- проверка отсутствия повреждений элементов конструкции, силовых и измерительных кабелей, индикаторов и разъемов,
- проверка ослабления винтовых соединений и нарушений изоляции,
- перед началом работы при необходимости рекомендуется протереть входное и выходное окно лазерного сканера мягкой сухой тканью.

15.3.2. Регулярные работы по техническому обслуживанию

При регулярных работах необходимо:

- при помощи сухой мягкой безворсовой ткани очистить окна лазерного сканера от загрязнений;
- проверить свободное перемещение каретки;
- ШВП требует регулярного обслуживания: раз в месяц необходимо нанести на вал солидол. Направляющая каретки требует смазки раз в квартал. При ремонте станции требуется регулировать положение шагового двигателя крепежными болтами, так как вал ШД и вал ШВП должны быть на одной оси.

15.3.3. Ежегодные работы по техническому обслуживанию

При ежегодных работах необходимо:

- проводить метрологическую поверку лазерного сканера;
- выполнить промывку механизмов системы перемещения бензином "Ка-лоша";
- произвести смазку механизмов системы перемещения смазкой Литол-24

15.4. Проверка работоспособности

Проверку работоспособности машины рекомендуется проводить не реже одного раза в начале или в течение смены, для чего необходимо провести полный цикл контроля геометрических параметров контрольного образца (не входит в комплект поставки).

16. Текущий ремонт

Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице.

Неисправности	Возможная причина	Действия по устранению неисправности
Результат контроля не корректный	Влияние постороннего источника освещения	Убрать посторонний источник или защитить контролируемую деталь от его влияния.
	Мокрая поверхность детали с каплями СОЖ и воды	Удалить капли СОЖ и воды
	Загрязнение окон лазерного сканера	Провести очистку окон сканера
	Нарушение функционирования программного обеспечения	Провести перезагрузку компьютера
	Деталь не пригодна для контроля	Удалить посторонние предметы или покрытия с поверхности детали
	Смещение сканера	Провести калибровку машины
Устройства не обнаружены	Неисправны контакты или сетевой маршрутизатор	Запустить программу TestSignalBlock (п.13.3) и проверить соединение с сигнальным блоком. Если соединение не установлено — проверить линии соединений.
Каретка вышла за пределы области сканирования		С помощью программы TestSignalBlock вернуть каретку в исходное положение нажатием кнопки «В исходное» (п.13.3.)
Каретка не останавливается по индукционным датчикам положения		Отрегулировать положения датчиков так, чтобы в предполагаемый момент срабатывания датчики находились на расстоянии 2-3 мм от метки на каретке.
Отсутствуют данные измерений отсканированной детали		Запустить программу анализатора сети WireShark и проверить наличие пакетов данных по протоколу UDP. Если пакеты данных не обнаружены — проверить соединения.
Некорректная работа сигнального блока (в заголовке программы TestSignalBlock «ОЖИДАНИЕ»)		С помощью программы TestSignalBlock (п.13.3) включить любой светодиод. Если он загорелся – проблема на линии синхронизации. Если ответа нет – проверить подключение, перезапустить станцию.
Отсутствуют данные с драйвера мотора	Неисправный драйвер мотора	Проверить подключение. Если линии соединения работают — открыть крышку сигнального блока, достать провода из драйвера мотора, заменить драйвер мотора, вернуть провода.
Другое		Обратиться к изготовителю

17. Гарантийные обязательства

Гарантийный срок эксплуатации 3D Лазерной измерительной машины - 24 месяца со дня ввода в эксплуатацию, гарантийный срок хранения - 12 месяцев.