

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Политехнический институт
Кафедра Технология машиностроения

**ЛАЗЕРНАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
XL80**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

Тула 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи работы	3
2. Теоретические сведения.....	3
2.1 Назначение системы XL80.....	3
2.2 Основные принципы интерферометрии XL80.....	3
2.3 Состав аппаратной части системы XL80.....	7
2.3.1 Лазерный измерительный блок.....	7
2.3.2 Опорный штатив и платформа штатива.....	13
2.3.3 Настройка системы штатив, платформа и лазерная система XL80....	15
2.3.4 Блок компенсации параметров окружающей среды ХС.....	23
2.3.5 Оптические элементы для линейных измерений.....	29
2.4 Линейные измерения: настройка системы.....	32
2.4.1 Оптические схемы для линейных измерений.....	33
2.4.2 Монтаж оптических элементов для линейных измерений.....	34
2.4.3 Юстировка линейного интерферометра и рефлектора.....	37
2.5 Программное обеспечение	41
2.5.1 Окно сбора данных	41
2.5.2 Сбор данных	56
3. Задание на работу и порядок её выполнения.....	59
4. Защита работы и содержание отчета.....	59

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: ознакомиться с современной системой диагностики станков с ЧПУ.

Задачи работы:

- получить навыки работы с современной системой диагностики станков с ЧПУ;
- закрепить навыки работы со станками с ЧПУ.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Назначение системы XL80

Лазерная интерферометрическая измерительная система XL80 компании Renishaw предназначена для выполнения комплексной калибровки станков и других прецизионных систем позиционирования. Эта система позволяет осуществлять измерения широкого ряда геометрических и динамических характеристик станков и находит разнообразное применение в научных исследованиях и инженерных разработках

Система имеет модульную конструкцию, что позволяет выбирать необходимые компоненты для того, чтобы проводить следующие измерения:

- точность линейного позиционирования и повторяемость станка;
- угловые ошибки рысканья и тангаж;
- отклонения от прямолинейности столов КИМ и поверочных плит;
- прямолинейность;
- отклонение двух осей, номинально расположенных под прямым углом друг к другу, от перпендикулярности;
- параллельность осей станка или координатно-измерительной машины.

2.2 Основные принципы интерферометрии

Использование интерференции для измерений началось в 80-х годах 19-го века, когда Альберт Майкельсон сконструировал свой знаменитый интерферометр. Интерферометр Майкельсона состоит из источника монохроматического света, полупрозрачного зеркала и двух обычных зеркал (см. рис. 1).

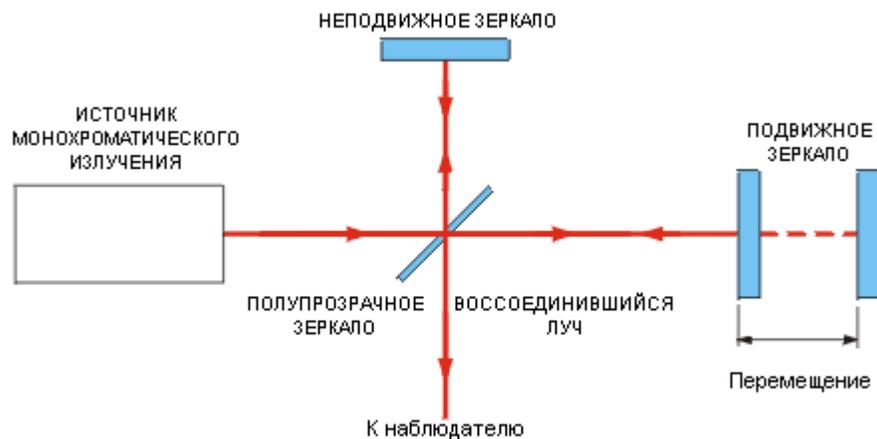


Рисунок 1 - Принципиальная схема интерферометра Майкельсона

Испускаемый источником луч света расщепляется полупрозрачным зеркалом на два луча одинаковой интенсивности. Один луч отражается под углом 90° по отношению к выходному лучу источника и распространяется в сторону неподвижного зеркала, а второй луч идет в сторону подвижного зеркала. Зеркала отъюстированы таким образом, что отраженные от них лучи параллельны и распространяются в направлении наблюдателя. Если оба зеркала находятся на одинаковых расстояниях от полупрозрачного зеркала, то свет будет приходить к наблюдателю в фазе и будет наблюдаться конструктивная интерференция. Если сместить подвижное зеркало на расстояние четверти длины волны, то луч вернется к наблюдателю со сдвигом фазы на 180° , что приведет к деструктивной интерференции, что будет наблюдаться как темнота. Таким образом, наблюдатель может контролировать перемещение зеркала, считая число вспышек света, которые возникают при перемещении зеркала.

Конструктивная интерференция

Когда две волны, имеющие одинаковую длину волны, приходят в точку в фазе, т. е. вершины волны накладываются друг на друга (см. рис. 2), то возникает интерференционное усиление волн. В этом случае амплитуда результирующей волны равна сумме амплитуд исходных волн.

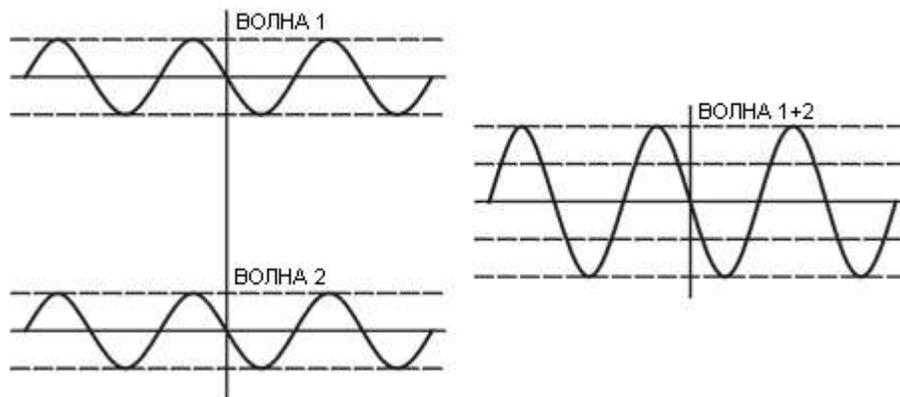


Рисунок 2 - Конструктивная интерференция

Деструктивная интерференция

Когда в точку приходят две когерентные волны, разность фаз между которыми составляет 180° , т. е. вершина одной волны накладывается на впадину другой волны (см. рис. 3), то имеет место так называемое интерференционное ослабление волн. Волны при этом гасят друг друга, что приводит к возникновению темноты.

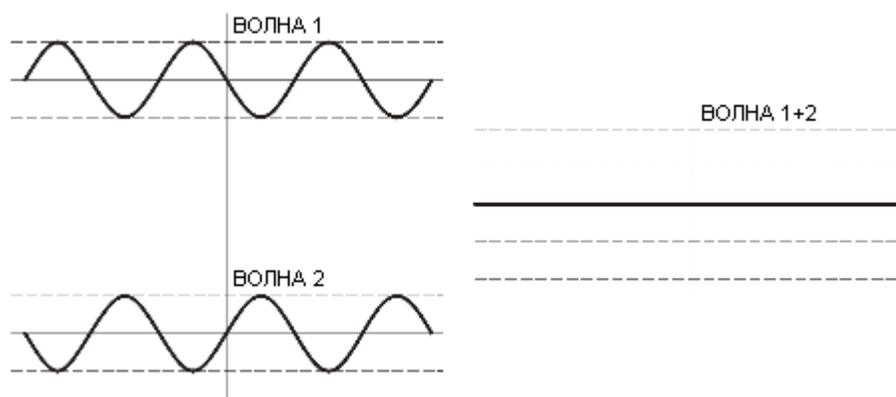


Рисунок 3 - Деструктивная интерференция

Лазерная интерферометрическая измерительная система Renishaw XL

Несмотря на то, что современные интерферометры являются намного более сложными приборами, нежели интерферометр Майкельсона, и их точность измерения может достигать 1 мкм и выше, однако, принцип действия этих приборов практически не изменился.

Оптическая схема для линейных измерений с помощью лазерной интерферометрической измерительной системы Renishaw XL80 показана на рис. 4.

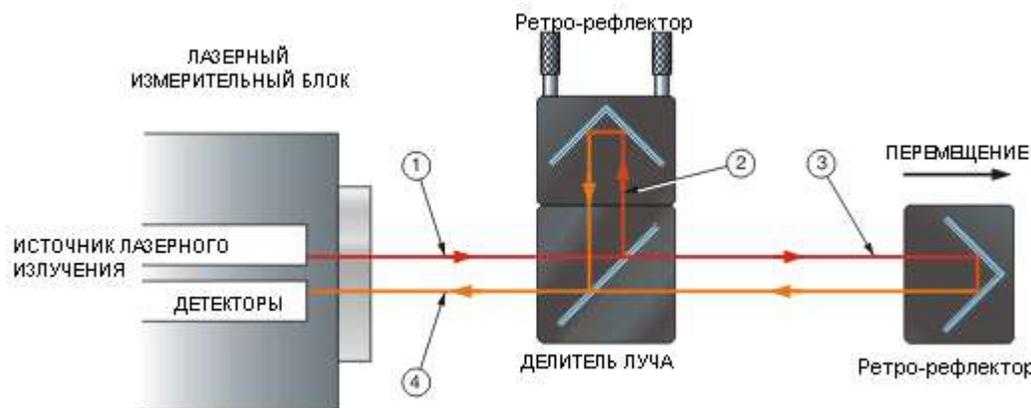


Рисунок 4 - Лазерная интерферометрическая измерительная система Renishaw XL80

Один ретро-рефлектор жестко крепится к полупрозрачному светоделительному зеркалу, образуя, таким образом, основу для формирования опорного луча фиксированной длины. Другой ретро-рефлектор перемещается относительно светоделительного зеркала: таким образом, образуется измерительный луч переменной длины.

Лазерный луч (1), выходящий из лазера системы XL, характеризуется единственной частотой, которая отличается исключительной стабильностью; номинальная длина волны составляет 0,633 мкм. Когда луч достигает поляризирующего светоделительного зеркала, он расщепляется на два луча: отраженный (2) и прошедший луч (3). Эти два луча затем отражаются от соответствующих ретро-рефлекторов, возвращаются в светоделитель и формируют интерференционный пучок, который попадает в детектор, смонтированный внутри лазерной головки.

Если разность хода лучей не изменяется, детектор регистрирует сигнал постоянной интенсивности, величина которой находится между интенсивностями, соответствующими интерференционному сложению и вычитанию света.

Если оптическая разность хода изменяется, детектор регистрирует переменный сигнал, интенсивность которого колеблется между значениями интенсивности, соответствующими интерференционному сложению и вычитанию. Эти колебания (так называемые интерференционные полосы) затем подсчитываются, и получаемое число

используется для расчета оптической разности хода между лучами. Таким образом, измеряемое расстояние равно числу посчитанных интерференционных полос, умноженному на половину длины волны луча.

Следует отметить, что длина волны лазерного луча зависит от коэффициента преломления воздуха, в котором он распространяется. Поскольку коэффициент преломления воздуха зависит от температуры, давления и относительной влажности воздуха, может потребоваться компенсация вызванного колебаниями параметров окружающей среды изменения длины волны, используемой для вычисления расстояний. На практике, для того чтобы получить точность измерений, указанную в характеристиках системы, такая компенсация требуется только для линейных измерений (измерения точности позиционирования), при которых оптическая разность хода между лучами значительна.

2.3 Состав аппаратной части системы XL80

Основные компоненты системы, используемые для измерения линейных перемещений

2.3.1 Лазерный измерительный блок

Лазерный измерительный блок (лазер, см. рис. 5) XL80 является основным компонентом лазерной интерферометрической измерительной системы XL80 компании Renishaw. Этот лазер генерирует исключительно стабильный лазерный пучок.



Рисунок 5 - Лазерный измерительный блок XL80

Лазер XL80 представляет собой одночастотный HeNe лазер. Он включает в себя оптические узлы и электронные модули, предназначенные для стабилизации частоты выходного лазерного пучка, а также для интерполяции и подсчета интерференционных полос, создаваемых измерительными оптическими элементами.

На передней панели установлен затвор. На верхней панели находится индикатор состояния лазера и пять индикаторов мощности пучка. Стандартный затвор можно вращать, выбирая одно из четырех положений, показанных на рис. 6. Каждое из этих положений имеет собственное назначение:

а. Перекрывание пучка в периоды, когда лазер не используется: в целях снижения риска случайного попадания излучения в глаза..

- b. Пучок уменьшенного сечения и мишень: для упрощенной процедуры юстировки лазера.
- c. Пучок полного сечения и мишень: для полной процедуры юстировки лазера.
- d. Стандартное положение при измерениях (т.е. пучок с полным поперечным сечением и открытое входное отверстие детектора)

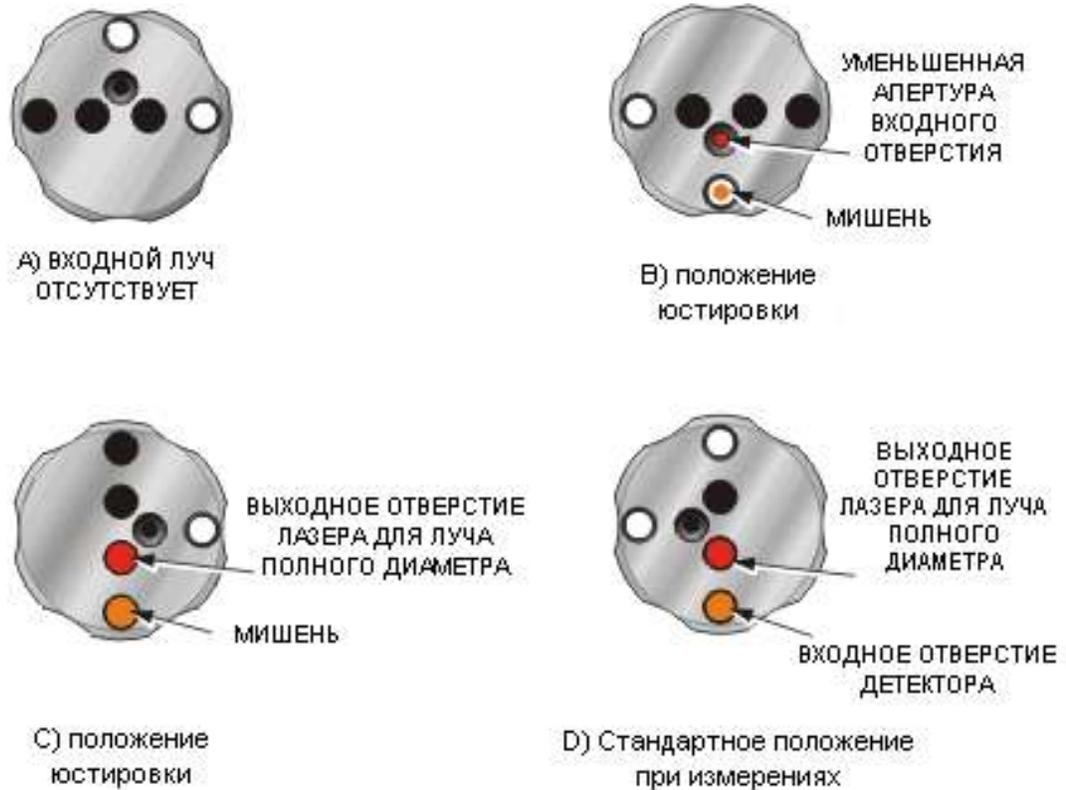


Рисунок 6 - Положения затвора

Положения (b) и (c) используются при настройке системы. С помощью мишени можно отъюстировать обратный луч таким образом, чтобы он попадал непосредственно во входное отверстие детектора после того, как затвор будет переведен в положение при измерениях (d). При уменьшении поперечного сечения пучка можно выполнять более точную юстировку.

Светодиодный индикатор состояния лазера

При первом включении лазерной системы XL80 светодиодный индикатор состояния на верхней панели непрерывно светится красным цветом. По прошествии короткого интервала времени индикатор начинает мигать красным цветом, что указывает на то, что идет процесс прогрева лазерной трубки нагревателем. Если в течение этого промежутка времени затвор лазера открыт, лазерный пучок также будет то появляться, то исчезать. Это продолжается обычно в течение 6 минут, после чего индикатор начинает постоянно светиться желтым цветом, указывая на то, что закончился процесс прогрева и начался процесс стабилизации лазера. Через несколько секунд цвет индикатора изменяется на зеленый. Это означает, что частота лазера стабилизировалась и можно начинать измерения.

Индикатор состояния отображает текущее состояние лазера:

Состояние лазерной системы XL	Светодиодный индикатор состояния
Выключен	Не горит
Прогрев	Мигает красным цветом
Нестабильное	Желтый
Стабильное, лазер готов к работе	Зеленый

Индикаторы мощности пучка

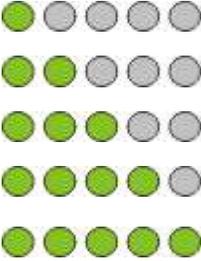
В передней части верхней панели лазерной системы XL80 находятся 5 светодиодных индикаторов. Эти индикаторы имеют двойное назначение:

а) Режим прогрева

При первом включении лазерной системы XL80и его прогреве индикаторы мощности пучка имеют желтый цвет. По мере достижения более высокой степени прогрева индикаторы последовательно выключаются, отображая ход процесса прогрева. При выключении последнего индикатора желтого цвета происходит переключение индикаторов в режим мощности пучка.

б) Режим мощности пучка

После включения лазера и стабилизации его работы 5 индикаторов отображают мощность обратного пучка, т.е. в какой степени интерферируют между собой опорный и измерительный пучки, отраженные внешними оптическими элементами. Это указывает на то, насколько хорошо была выполнена юстировка лазера и оптических элементов (см. таблицу ниже). Эти индикаторы дублируют информацию о мощности пучка в программном обеспечении; они очень удобны при работе на удалении от экрана компьютера.

Состояние индикатора	Уровень мощности пучка
	Нарушение пучка - измерения невозможны, проверить юстировку лазера
	Слабый пучок - точность измерений снижена, риск прерывания пучка
	<p>Мощность пучка достаточна.</p> <p>Один зеленый индикатор соответствует минимальной мощности пучка, 5 зеленых индикаторов - максимальной.</p>

На рис. 7 показана задняя панель лазерной системы XL80.



Рисунок 7 Задняя панель лазерной системы XL80.

USB-разъем используется для подключения лазерной системы XL80 к ПК через USB-кабель (поставляемый в комплекте с лазером XL80). Такое подключение обеспечивает передачу результатов измерений и информации о состоянии лазера между лазерной системой XL80 и компьютером.

Разъем питания 24 В постоянного тока предназначен для подсоединения кабеля блока питания, поставляемого вместе с системой (рис. 8)



Рисунок 8 - Блок питания.

Выключатель Вкл/Выкл используется для включения/выключения питания лазерной системы XL80.

Ручка регулировки по углу тангажа позволяет выполнять тонкую регулировку этого угла в лазерной системе XL80.

2.3.2 Опорный штатив и платформа штатива

Лазерная система XL80 имеет трехточечную систему опоры для его монтажа. Передняя часть лазера опирается на две ножки, а задняя - на одну, регулируемую ножку.

Лазерная система XL80 может устанавливаться на штатив (рис. 9) с использованием платформы для штатива лазера XL (рис. 10).



Рисунок 9 - Универсальный опорный штатив



Рисунок 10 - Платформа штатива

Платформа штатива является опорной плитой для установки лазерной системы XL80 на штатив. Под две передние опоры лазерной системы XL80 в передней части платформы сделаны две выемки, под заднюю опору предусмотрена выемка в задней части платформы. После установки лазерной системы XL80 рекомендуется закрепить ее тремя винтами с накатанной головкой, входящими в комплект платформы. Когда платформа не используется, эти три винта фиксируются в специальных отверстиях с ее нижней стороны.

В комплект платформы штатива входит переходник, который крепится в верхней части штатива. Затем сверху на этот переходник устанавливается платформа и закрепляется в нужном положении с помощью фиксирующей ручки.

Фиксирующая ручка платформы имеет три положения: в закрытом положении она фиксирует платформу; в среднем положении позволяет выполнять поворот платформы на штативе; в открытом положении позволяет снять платформу с переходника.

2.3.3 Настройка системы штатив, платформа и лазерная система XL80

Для измерений с помощью лазера штатив, платформа и лазерная система XL80 должны быть выставлены таким образом, чтобы лазерный луч был правильно отъюстирован по отношению к оптическим элементам интерферометрической системы и оси перемещения станка. В данном разделе описана процедура первоначальной настройки штатива, платформы и лазерной системы XL, которая предшествует юстировке лазерного луча по отношению к оси перемещения.

1. Поместите штатив на твердую поверхность.
2. Выдвиньте телескопические ножки штатива на необходимую длину и зафиксируйте ее с помощью расположенных на них зажимов. На ножках нанесены метки, облегчающие выдвигание всех ножек на одну и ту же длину. Следует подобрать такую высоту штатива, чтобы луч установленной на нем лазерной системы XL80 попадал в систему оптических элементов интерферометра, установленного на проверяемом станке.

3. Раздвиньте ножки штатива таким образом, чтобы его положение было устойчивым. Ножки штатива могут располагаться в 3 положениях; в каждом из них ножки фиксируются, чтобы исключить их дальнейшее раздвигание. Для изменения положения ножек поднимите фиксатор угла ножки, а затем слегка нажмите на него, сдвигая при этом ножки наружу. При достижении следующего фиксированного положения ножка будет заблокирована.

4. Закрепить лазерную систему с платформой на штативе (рис. 11) Проверьте, находится ли фиксирующая ручка платформы в положении 'открыто'. Установите платформу сверху на переходник штатива. Как только платформа будет вставлена на свое место, фиксирующая ручка автоматически переключится в среднее положение. Теперь обеспечено надежное крепление лазера и платформы; их можно снять, только переведя фиксирующую ручку в открытое положение.

Однако лазер и платформу можно поворачивать для грубой регулировки по углу, а затем зафиксировать в нужном положении, слегка нажав на фиксирующую ручку для перевода ее в закрытое положение.



Рисунок 11 - Лазер с платформой, закрепленные на штативе.

Проверьте правильность выставления штатива по горизонтали, пользуясь входящим в комплект пузырьковым уровнем, установленным сверху на лазер (рис. 12). В комплект платформы штатива входит пузырьковый уровень.



Рисунок 12 - Пузырьковый уровень, установленный сверху на лазерную головку системы XL80

6. Для предварительной юстировки выставите руками лазерную систему XL80 таким образом, чтобы ее боковые поверхности были перпендикулярны соответствующим осям станка, а передняя сторона была обращена к узлу измерительной оптики, закрепленному на станке.

7. Поверните все ручки на платформе и лазерной системе XL80 в среднее положение так, чтобы обеспечить максимальный диапазон регулировки в обоих направлениях. Ниже перечислены все типы регулировки, с которыми придется столкнуться при юстировке лазерной интерферометрической системы.

- Регулировка по высоте

- Регулировка перемещений в горизонтальной плоскости
- Регулировка по углу рысканья
- Регулировка по углу тангажа

Регулировка по высоте

Высоту расположения платформы для установки лазера можно менять, регулируя длину ножек штатива. При этом следите за метками, нанесенными на ножки, которые облегчают выдвижение всех ножек на одну и ту же длину.

Окончательная регулировка по высоте выполняется посредством приспособлений для регулировки по вертикали, предусмотренных на центральной стойке штатива (рис. 13). Рукоятка на штативе обеспечивает точную регулировку по высоте. Стопорное кольцо служит для фиксации центральной стойки в нужном положении. Для регулировки по высоте нужно частично ослабить это кольцо и поворачивать рукоятку регулировки высоты. Обратите внимание, что предусмотрено также кольцо регулировки напряжения, используемое для уменьшения поперечного люфта в процессе регулировки по высоте.



Рисунок 13 - Регулировка по высоте

Регулировка перемещений в горизонтальной плоскости

Платформа штатива облегчает выполнение грубой и тонкой регулировки перемещений лазерной системы XL80в горизонтальной плоскости. Грубая регулировка осуществляется ручкой быстрого перемещения, расположенной с боковой стороны платформы. Она обеспечивает диапазон перемещений равный примерно 42 мм.

Для тонкой регулировки по горизонтали (перпендикулярно оси лазерного пучка) нужно вращать круглую ручку поступательного перемещения, расположенную на платформе (рис. 14). Диапазон этих перемещений равен приблизительно 30 мм.



Рисунок 14 - Регулировка поступательных перемещений в горизонтальной плоскости

Регулировка по углу рысканья

При установке фиксирующей ручки платформы в среднее положение лазерная система XL80 и платформа могут свободно поворачиваться на 360°.

Тонкая регулировка поворота лазерной системы XL80 обеспечивается вращением круглой ручки регулировки по углу рысканья (рис. 15). Это дает дополнительную регулировку на $\pm 1,5^\circ$.



Рисунок 15 - Регулировка по углу рысканья

Регулировка по углу тангажа лазерной системы XL

На задней панели лазерной системы XL80 предусмотрена ручка для тонкой регулировки положения лазерной головки по углу тангажа (рис. 16). Диапазон этой регулировки составляет $\pm 1,5^\circ$.

Лазерная
интерферометрическая
измерительная система XL



Рисунок 15 - Ручка регулировки по углу тангажа

2.3.4 Блок компенсации параметров окружающей среды ХС



Рисунок 16 - Блок компенсации изменения параметров окружающей среды ХС

Блок компенсации ХС является ключевым узлом в обеспечении точности измерений лазерной системой XL80 (рис. 16). Этот блок выполняет очень точное измерение параметров окружающей среды и, тем самым, позволяет вносить поправки на изменение длины волны лазерного излучения, вызванное колебаниями температуры воздуха, давление воздуха и относительной влажности. Таким образом, любые ошибки измерений, возникшие в результате таких колебаний, будут устранены. Показания датчиков блока компенсации ХС используются для внесения поправок в показания лазерной системы только в режиме линейных измерений. Если такие поправки не будут сделаны, то колебания показателя преломления воздуха могут привести к значительным ошибкам измерений. Хотя существует возможность ввода параметров окружающей среды вручную (с использованием ручных инструментов и т.п.), важное преимущество блока компенсации ХС заключается в том, что он позволяет выполнять компенсацию с высокой точностью и автоматическим обновлением параметров компенсации каждые 7 секунд.

Блок ХС может получать данные от трех датчиков, измеряющих температуру самого станка или испытываемого материала. Если в программу LaserXL80 было введено корректное значение коэффициента теплового расширения материала, из которого изготовлен станок, то это позволит привести результаты измерений к температуре 20 °С.

В поставляемый набор блока компенсации ХС входит также USB-кабель, датчик температуры воздуха и один датчик температуры станка.

На торцевой панели блока компенсации ХС находятся разъемы и индикаторы, показанные на рис. 17. На торцевой панели блока компенсации ХС имеется индикатор состояния, как. Индикатор становится красным при подключении питания к блоку (т.е. при подключении блока к компьютеру через USB-кабель), а затем меняет цвет на зеленый, когда блок уже готов к выполнению измерений.

Примечание: нельзя загоразивать датчик относительной влажности на торцевой панели.

Примечание: значение относительной влажности выводится на экран в том случае, если к блоку компенсации ХС подключен датчик температуры воздуха



Рисунок 17 - Торцевая панель блока компенсации ХС

Датчики измерения температуры воздуха и материала станка, показанные на рис. 18, являются отдельными выносными элементами и поставляются уже в собранном виде вместе с кабелем. Каждый кабель снабжен соединителем с внутренней резьбой для подсоединения к датчику и соединителем с наружной резьбой для подсоединения к соответствующему разъему сбоку на блоке компенсации ХС.

Датчики измерения температуры воздуха и материала станка, показанные на рис. 18, являются отдельными выносными элементами и поставляются уже в собранном виде вместе с кабелем. Каждый кабель снабжен соединителем с внутренней резьбой для

подсоединения к датчику и соединителем с наружной резьбой для подсоединения к соответствующему разьему сбоку на блоке компенсации ХС.



Рисунок 18 - Датчики для измерения температуры воздуха и температуры станка

В стандартной комплектации блока компенсации ХС поставляется один датчик температуры станка и один датчик температуры воздуха. На станках с большим диапазоном перемещений к блоку компенсации ХС может подключаться до трех датчиков температуры станка.

Датчики температуры воздуха и температуры станка поставляются с кабелями длиной 5 м (рис.19). Эти кабели могут быть соединены так, чтобы обеспечить общую длину кабеля до 60 м; это позволяет устанавливать датчики на тестируемом станке в нужных точках.

Чтобы облегчить идентификацию кабелей (т.е. к какому датчику он должен быть подсоединен), на них предусмотрены снимающиеся метки с указанием датчика. При хранении кабели должны быть подсоединены к датчикам.

В датчиках температуры имеются магниты, позволяющие крепить датчики на стальные или чугунные поверхности; в магнитах сделано сквозное отверстие для привинчивания датчика, если это необходимо.



Рисунок 19 - Кабели с метками

Датчики температуры воздуха и температуры станка будут работать только при условии их подключения к нужным разъемам на блоке компенсации ХС. Каждый разъем для датчика на боковой стороне блока компенсации ХС снабжен символом соответствующего датчика (рис. 20). Датчик температуры воздуха должен подключаться только к разъему с символом температуры воздуха, показанным ниже. Датчики температуры станка могут подключаться к любому из разъемов, помеченному символом температуры станка.

Датчик для измерения температуры воздуха следует располагать как можно ближе к траектории распространения измерительного луча и середине оси перемещения станка. Избегайте располагать датчики вблизи локальных тепловых источников, например, вблизи двигателей или на сквозняках.



Рисунок 20 - Символы датчиков

Символы датчика температуры воздуха и датчика температуры станка нанесены также сбоку на самих датчиках.

Примечание: разъемы для датчиков давления воздуха и относительной влажности отсутствуют, так как эти датчики встроены в корпус блока компенсации ХС

2.3.5 Оптические элементы для линейных измерений

В набор оптических элементов для линейных измерений входят (рис. 21):

- делитель луча
- два линейных рефлектора
- две мишени для оптической юстировки

Комбинация делителя луча и линейного рефлектора называется линейный интерферометр.



- Рисунок 21 - Набор принадлежностей для линейных измерений

Для выполнения линейных измерений также необходимо иметь набор для монтажа оптических элементов и подходящие фиксаторы для крепления элементов лазерного интерферометра к узлам тестируемого станка (рис. 22).

В этот набор входят:

- 3 монтажные стойки, на конце которых нарезана резьба М8 для того, чтобы их можно было вкручивать в опорные плиты, стандартные магнитные опоры и т. п.)
- переходник М8 (для присоединения к стандартным магнитным опорам или измерительным головкам Renishaw для КИМ)
- 2 опорные плиты

- 2 зажима с зажимными винтами (для крепления оптических элементов к монтажным стойкам)

Монтажные стойки и опоры, входящие в монтажный набор, сделаны из магнитной нержавеющей стали, поэтому их можно устанавливать с помощью магнитных зажимов (рис. 23).



Рисунок 22 - Набор для монтажа оптических элементов



Рисунок 23 –Магнитные опоры

2.4 Линейные измерения: настройка системы

Типичный способ установки лазерного интерферометра для измерения линейных перемещений показан на рис. 24.



Рисунок 24 - Стандартная конфигурация лазерной интерферометрической измерительной системы в режиме измерения линейных перемещений

2.4.1 Оптические схемы для линейных измерений

С помощью оптических элементов для линейных измерений можно реализовать несколько различных оптических схем. Выбор конкретной схемы будет зависеть от типа станка и оси, вдоль которой производятся измерения.

Для нашего станка возможно использование двух вариантов:

- горизонтальные оси: подвижный интерферометр или подвижный рефлектор (рис. 25);
- вертикальные оси: измерительный рефлектор подвижен (рис. 26).



Рисунок 25 - Горизонтальные оси: подвижный интерферометр или подвижный рефлектор

ВИД С БОКУ

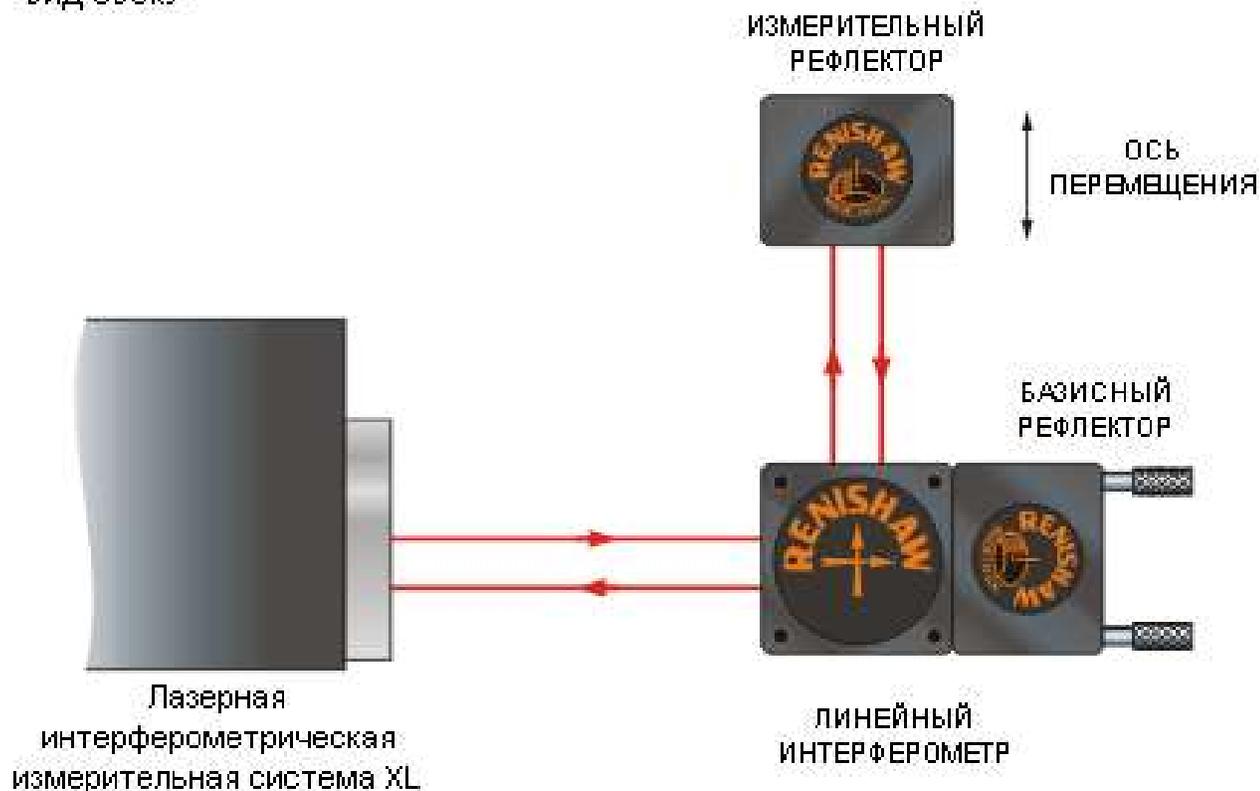


Рисунок 26 - Вертикальные оси: измерительный рефлектор подвижен

2.4.2 Монтаж оптических элементов системы при линейных измерениях

Установите на станке оптические элементы для линейных измерений.

Для монтажа оптических элементов на станке потребуется набор для установки оптики и подходящие фиксаторы для крепления элементов к узлам станка. На рис. 27 показан стандартный способ монтажа оптических элементов на станке с использованием магнитных опор и специальных зажимов.



Рисунок 27 - Монтаж оптических элементов для линейных измерений с помощью зажимов и монтажных стоек.

Монтажные стойки устанавливаются на станке с помощью магнитных опор и/или стальных оснований.

Линейный интерферометр и линейный рефлектор следует разместить поблизости от держателя инструмента или контактного датчика и, соответственно, вблизи точки установки детали на станке.

В этом случае результаты измерений дадут точную информацию об ошибках, возникающих при перемещениях между обрабатываемой деталью и инструментом или датчиком, и не будут подвержены влиянию других ошибок. Всегда нужно стараться жестко закрепить интерферометр и ретро-рефлектор на станке, даже в том случае, если этому мешают защитные устройства станка. Постарайтесь также разместить лазер и оптические элементы таким образом, чтобы вся система была устойчива. Это позволяет избежать ошибок, которые могут возникнуть в том случае, если движение лазерного интерферометра приведет к отклонению хотя бы одного из лучей, распространяющихся внутри интерферометрической системы.

Варианты размещения линейного интерферометра и рефлектора на вертикально-фрезерном станке на рис. 28.

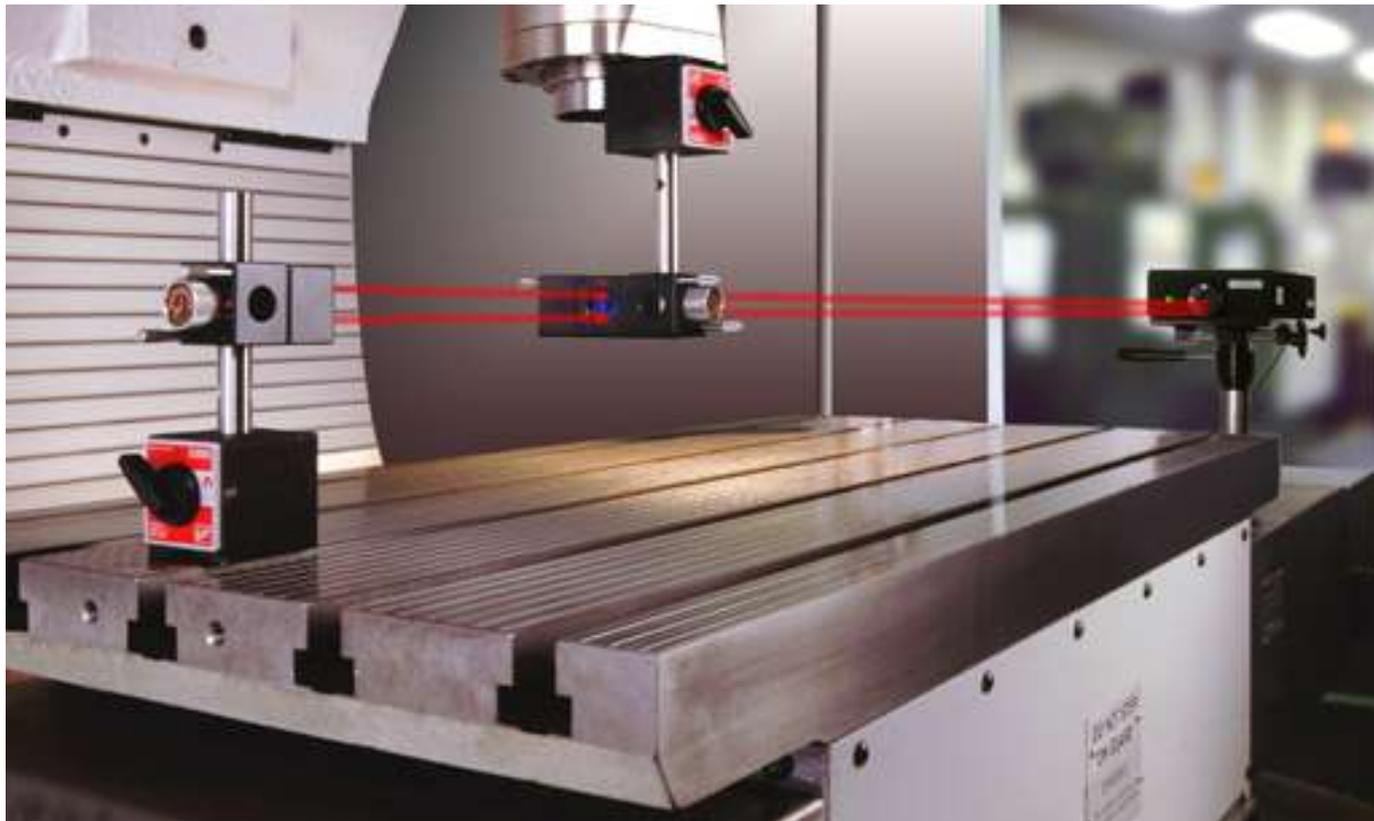


Рисунок 28 - Измерение линейных перемещений вдоль оси X на вертикально-фрезерном станке.

Правильная ориентация линейных рефлекторов

Оптический элемент внутри корпуса рефлектора не обладает ортогональной симметрией: если заглянуть внутрь корпуса, то можно увидеть шестигранный оптический элемент, показанный на рис.29.

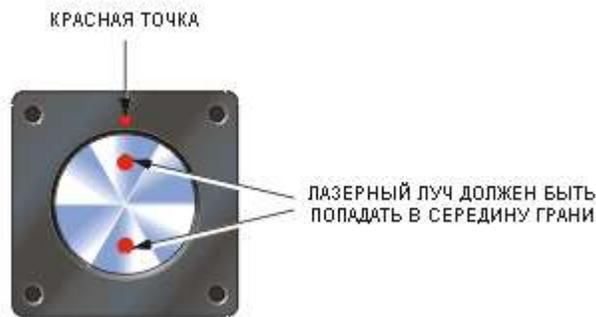


Рисунок 29 - Правильная ориентация рефлекторов

Для получения наилучших результатов каждый рефлектор следует установить таким образом, чтобы лазерный луч попадал в середину одной из граней оптического элемента и ни в коем случае не попадал на границу раздела между ними.

Возле входных отверстий линейных рефлекторов и делителя лазерного луча нанесены красные точки, которые помогают определить правильное расположение рефлекторов.

2.4.3 Юстировка линейного интерферометра и рефлектора

1. Расположите штатив и лазер таким образом, чтобы лазерный луч попадал в оптические элементы системы под прямым углом. Примерно выставьте луч лазера параллельно оси перемещения станка, ориентируясь по корпусу лазера.

Примечание: На этом этапе располагать линейный интерферометр между лазером и линейным рефлектором не нужно.

2. Вращайте оптический затвор лазера до тех пор, пока диаметр выходного луча не достигнет минимального значения. При помощи луча малого диаметра проще обнаружить неточности юстировки.



3. Перемещайтесь по оси станка таким образом, чтобы подвести рефлектор как можно ближе к выходному отверстию лазера, и установите во входное отверстие рефлектора юстировочную мишень. Мишень должна быть установлена таким образом, чтобы нанесенная на нее белая метка была в верхнем положении. Перемещайте лазер или двигайтесь по оси станка до тех пор, пока лазерный луч не попадет в центр белой метки мишени.



4. Уберите мишень и убедитесь в том, что луч, отраженный от рефлектора, попадает в центр мишени оптического затвора лазера XL. Если это не так, перемещайте лазер или станок до тех пор, пока луч не окажется в центре мишени.



5. Установите на станке линейный интерферометр.

Перемещайте станок вдоль его оси перемещения таким образом, чтобы расстояние между рефлектором и интерферометром увеличивалось. Это перемещение нужно осуществлять до тех пор, пока не увидите, что лазерный луч уходит из центра мишени оптического затвора лазера XL. Как только лазерное пятно достигнет края мишени, остановите станок.



6. Юстировка системы в вертикальной плоскости

А. С помощью регулирующего винта, расположенного с обратной стороны лазера, добейтесь, чтобы лазерные пятна от обоих лучей, приходящих на оптический затвор лазера, совпали по высоте.



В. Теперь при помощи регулятора высоты, расположенного на оси штатива, отрегулируйте высоту расположения лазера так, чтобы оба луча были на одном уровне с центром мишени.



7. Юстировка системы в горизонтальной плоскости

А. С помощью маленькой рукоятки, расположенной слева от стола штатива, поворачивайте лазер в горизонтальной плоскости (отрегулируйте лазер по углу рысканья) чтобы приходящие лучи наложились друг на друга.



В. Теперь с помощью рукоятки больших размеров, которая находится по центру левого края столика штатива, перемещайте лазер в горизонтальной плоскости с тем, чтобы оба луча попали в центр мишени.



С. Возобновите движение станка вдоль оси перемещения и продолжайте до тех пор, пока лазерный луч опять не начнет уходить из центра мишени оптического затвора лазера. Повторяйте этапы А-С до тех пор, пока Вы не достигнете границы перемещения вдоль оси.

Д. После этого задайте перемещение станка в обратном направлении так, чтобы ретро-рефлектор и линейный интерферометр снова оказались в непосредственной близости друг от друга.

Примечание: Если один из лучей при этом отклонится от мишени на оптическом затворе лазера, это означает, что произошло отклонение ретро-рефлектора вбок. Подвигайте ретро-рефлектор вверх/вниз и влево/вправо до тех пор, пока луч, отраженный от ретро-рефлектора, не наложится на луч, идущий от интерферометра и попадающий на мишень оптического затвора лазера.

Повторяйте этапы 6-7 до тех пор, пока оба луча не будут оставаться в центре мишени на всем протяжении оси перемещения станка.

Это будет означать, что лазерный луч параллелен интересующей нас оси станка. Поверните затвор в положение, соответствующее режиму измерений, (см. рис. 30) и проверьте, как изменяется мощность сигнала, которую показывает программа для ли-

нейных измерений, по мере того, как ретро-рефлектор движется вдоль оси перемещений станка.



Рисунок 30 – Положение затвора, соответствующее режиму измерения

2.5 Программное обеспечение

2.5.1 Окно сбора данных

Запустить программу линейных измерений (располагается на рабочем столе):



Произойдет запуск программы и на экране появится основное окно программы сбора данных (рис. 31).

Примечание: Если появляется сообщение 'Не подключена система XL', необходимо проверить, подсоединена ли лазерная измерительная система XL80 к компьютеру через USB-кабель. Кроме того, проверьте, отображен ли индикатор состояния 'XC - автоматический'. В противном случае, обеспечьте подключение блока компенсации XC к ПК через USB-кабель и поставьте флажок 'Автоматическая компенсация'.

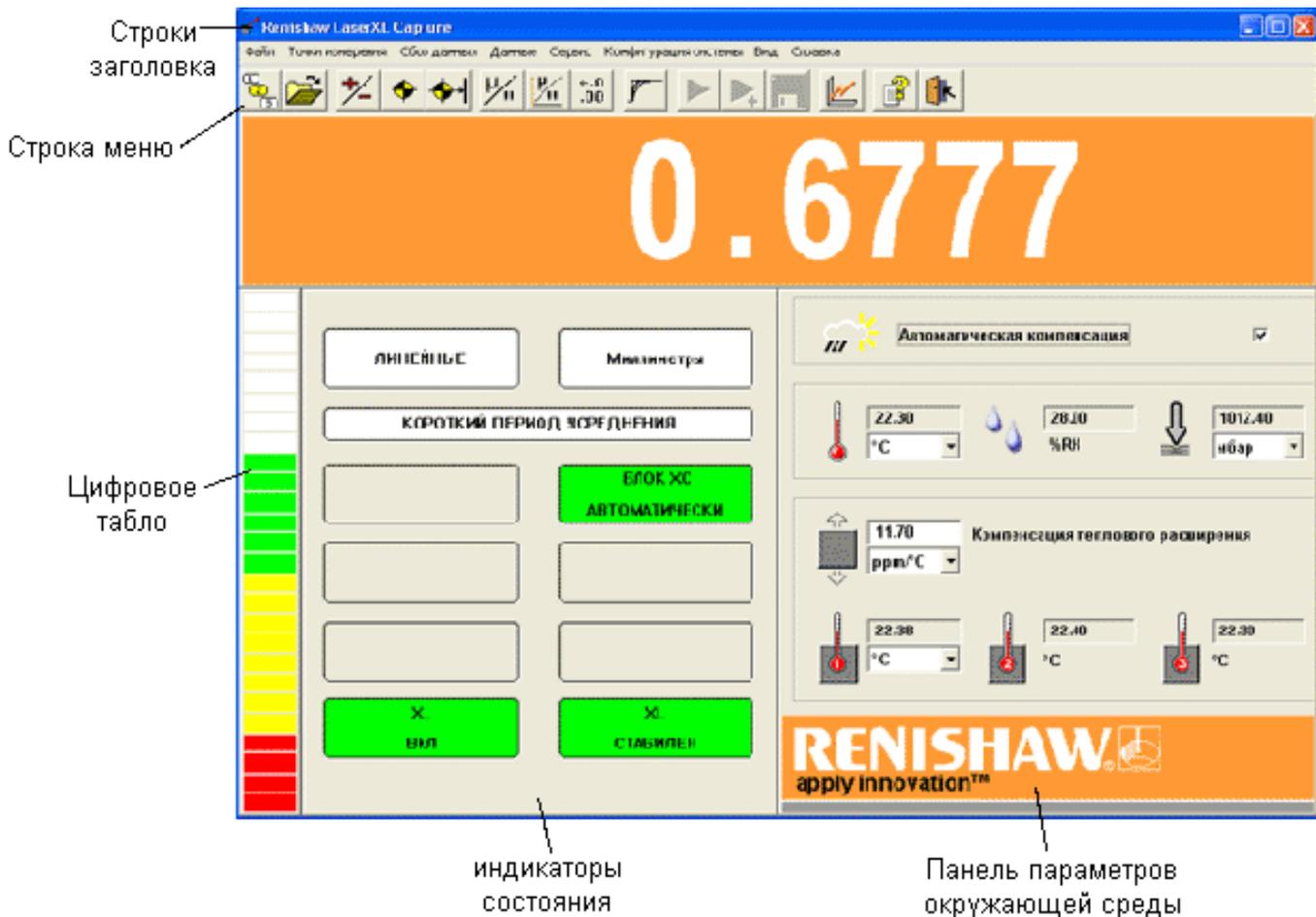


Рисунок 31 - Основное окно сбора данных

Цифровое табло

Цифровое табло отображает в реальном времени показание лазерного измерительного блока. Единицы измерения, соответствующие его показаниям, указаны в поле Единицы измерения, расположенном в верхнем правом углу окна состояния.

Индикатор мощности пучка

Индикатор мощности отображает мощность лазерного излучения после возвращения пучка в лазерную измерительную систему XL. Таким образом, он позволяет проверить качество юстировки оптической системы (точности выставления лазерной системы XL80 по отношению к оптическим элементам): чем большую мощность показывает индикатор, тем выше качество юстировки.

Индикаторы состояния

Панель индикаторов состояния содержит индикаторы, которые информируют пользователя о состоянии лазерной интерферометрической измерительной системы XL, блока компенсации ХС и настройках программного обеспечения.

Условия окружающей среды

В окне параметров окружающей среды отображаются соответствующие показания блока компенсации изменения параметров окружающей среды ХС. В частности, выводятся величины атмосферного давления, температуры и относительной влажности окружающего воздуха, а также температуры станка. В этом же окне выводится заданное значение коэффициента теплового расширения. Убедитесь в том, что установленное значение коэффициента расширения соответствует коэффициенту расширения материала, из которого изготовлен станок, на котором выполняются измерения.

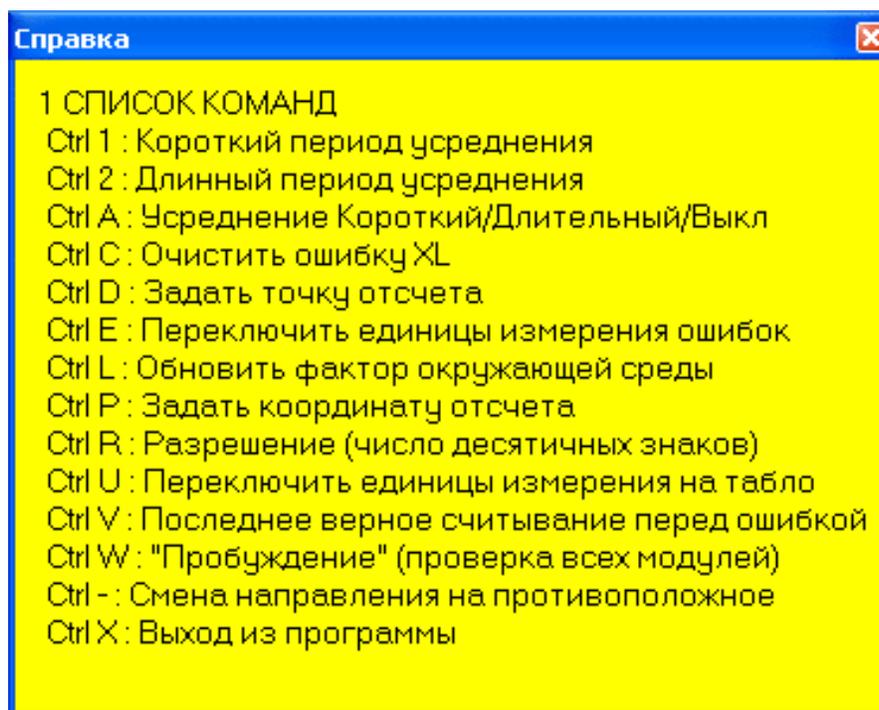
Материал	Применение	Коэффициент теплового расширения	
		ppm/°F	ppm/°C
Железо/сталь	Конструктивные элементы станков, реечные приводы, ШВП	6.5	11.7
Сплавы на основе алюминия	Облегченные элементы КИМ	12	22
Стекло	Линейные энкодеры со стеклянными линейками	4.5	8
Гранит	Элементы станков и столы КИМ	4.5	8
Бетон	Станины	6	11
Инвар	Элементы/энкодеры с низким коэффициентом теплового расширения	<1	<2
Стекло Zerodur	Элементы/энкодеры с "нулевым" коэффициентом теплового расширения	<0.1	<0.2

Меню и панели инструментов

В общем случае, кнопки панели инструментов дублируют опции строки меню, позволяя всего в одно нажатие выполнить нужную операцию.

Выполнение команд с клавиатуры можно осуществлять в любой момент времени, когда программа сбора данных находится в режиме ожидания выбора пункта из меню или ввода значения какого-либо параметра.

В случае возникновения сомнений нажмите [Ctrl]+[H]. На экране появится справочное окно, в котором будет приведен список команд и дано описание иницилируемых ими действий



Команды и их описание

Клавиша/ Комбинация клавиш	Экранная кнопка	Описание
		<p>Процесс автоматической настройки; поочередное прохождение диалоговых окон Автоматическая установка точек измерения, Инициализация сбора данных и Настройка автоматического сбора данных с последующим автоматическим запуском процесса измерений.</p>
		<p>Вывод диалогового окна Открыть, позволяющего загрузить параметры, которые использовались во время предыдущего сеанса сбора данных.</p>
		<p>Вывод диалогового окна Сохранить как, позволяющего сохранить собранные данные.</p>
[F1]		<p>Вызов электронного справочного руководства.</p>
[F8]		<p>Запись ошибки, соответствующей текущей точке измерения. Предполагается, что подвижный элемент станка/КИМ с установленным на нем оптическим элементом находится не в самой точке измерения, а в некоторой ее окрестности, пользователь должен вручную ввести координату, которую показывает цифровой отсчет станка/КИМ. Это особенно удобно при проверке универсальных станков или КИМ с ручным управлением, которые невозможно привести непосредственно в точку измерения.</p>
[F9]		<p>Те же действия, что и при нажатии клавиши [F9], однако предполагается, что станок находится непосредственно в точке измерения.</p>
[Ctrl]+[1]		<p>Усреднение по короткому промежутку времени</p>
[Ctrl]+[2]		<p>Усреднение по длительному промежутку времени</p>

Клавиша/ Комбинация клавиш	Экранная кнопка	Описание
[Ctrl]+[A]		Переключение между режимами усреднения по короткому промежутку времени, усреднения по длительному промежутку времени и режимом усреднения ВЫКЛ.
[Ctrl]+[-]		<p>Определение положительного направления для лазерного интерферометра.</p> <p>Используется в режиме линейных измерений в том случае, если показания лазерного интерферометра на экране компьютера возрастают, в то время как координата проверяемого станка, согласно показаниям его системы ЧПУ, уменьшается и наоборот.</p>
[Ctrl]+[C]		<p>Обнуление ошибки лазерной измерительной системы XL.</p> <p>Эта команда используется в том случае, если система XL80 выдает сообщение об ошибке, например, ЛУЧ ПЕРЕКРЫТ или ПРЕВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ, которая делает невозможным продолжение сбора данных. Сообщение об ошибке может появиться в поле индикатора состояния системы или в виде отдельного сообщения.</p>
[Ctrl]+[D]		Установка точки отсчета лазерного интерферометра.
[Ctrl]+[E]		<p>Переключение единиц измерения для значений ошибок, выводимых в окне сбора данных.</p> <p>В случае линейных измерений, а также измерений отклонения от плоскостности и прямолинейности единицы переключаются между британскими (дюйм) и метрическими (мм); при выполнении угловых измерений единицы переключаются между угл сек, мкм/мм и градусами.</p>
[Ctrl]+[H]		Вывод на экран списка команд, выполняемых с клавиатуры.

Клавиша/ Комбинация клавиш	Экранная кнопка	Описание
[Ctrl]+[L]		Обновление фактора компенсации изменения параметров окружающей среды при условии, что блок компенсации параметров окружающей среды ХС подключен и используется в ручном режиме.
[Ctrl]+[O]		Временный выход из режима линейных измерений и переход в режим измерения скорости.
[Ctrl]+[P]		Установка отсчета показаний лазерного интерферометра от точки с предварительно заданной координатой.
[Ctrl]+[R]		<p>Установка разрешения на табло для вывода результатов измерения.</p> <p>Эта команда позволяет задавать количество десятичных знаков после запятой на цифровом табло. При выполнении этой команды на экране появляется диалоговое окно с кнопками, позволяющими задать требуемое число десятичных знаков:</p> <div data-bbox="776 1167 1360 1339" style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Разрешение (1-6, [D]) По умолчанию</p> <p> <input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="5"/> <input type="button" value="6"/> <input type="button" value="D"/> </p> </div>
[Ctrl]+[U]		<p>Переключение единиц измерения величин на табло для вывода результатов измерения.</p> <p>По этой комбинации клавиш осуществляется переключение между британскими (дюймы) и метрическими (мм) единицами. Выбранные единицы отображаются в поле правого верхнего индикатора состояния системы. В случае угловых измерений переключение осуществляется между миллирадианами, угловыми секундами и градусами.</p> <p>Примечание: использование этой команды отменяет пред-</p>

Клавиша/ Комбинация клавиш	Экранная кнопка	Описание
		установленную точку отсчета для показаний интерферометра.
[Ctrl]+[V]		При выдаче сообщения ЛУЧ ПЕРЕКРЫТ лазерный интерферометр сохраняет показание, соответствующее моменту возникновения этой ошибки. По данной команде это сохраненное значение выводится на экран. Если необходимо, это значение можно использовать в качестве координаты для точки отсчета показаний, что позволяет продолжить сбор данных несмотря на возникший сбой.
[Ctrl]+[X]		Выход из программы. Эта комбинация клавиш используется в том случае, если нужно немедленно закрыть работающую программу. При этом выводится запрос на подтверждение необходимости выхода из приложения.

Вызов справки

Меню Справка опция Справка или нажав экранную кнопку  на панели инструментов.

2.5.2 Сбор данных

В процессе сбора данных подвижный узел станка совершает подход к заданным точкам измерения, расположенным вдоль проверяемой оси, в каждой из которых лазерным интерферометром выполняется измерение ошибки станка. Непосредственные измерения (считывание показаний лазерного интерферометра) в каждой точке осуществляются во время остановки. Для того чтобы выполнить сбор данных, необходимо выполнить действия, которые описаны ниже.

1. Задайте единицы измерения и число десятичных знаков (разрешение) для цифрового табло, показывающего результаты измерений, а также для величин ошибок.

2. С помощью кнопки , расположенной на панели инструментов, или комбинации клавиш [Ctrl] + [-] установите направление отсчета лазерного интерферометра таким образом, чтобы оно совпадало с направлением осей перемещения проверяемого станка. В случае линейных измерений знак показаний цифрового табло должен соответствовать знаку координаты станка в системе ЧПУ.

3. В случае линейных измерений переместите линейный интерферометр и линейных рефлектор так, чтобы они оказались расположенными вплотную друг к другу, а затем установите точку отсчета лазерного интерферометра с помощью кнопки



, которая расположена на панели инструментов, или комбинации клавиш [Ctrl] + [D]. Установка исходной точки при размещении оптических элементов вплотную друг к другу позволяет свести к минимуму статическую ошибку.

4. Установите координату отсчета так, чтобы показание цифрового табло соответствовало координате, которую показывает цифровой отсчет/система ЧПУ станка. Это делается путем нажатия комбинации клавиш [Ctrl] + [P] или кнопки , расположенной на панели инструментов. Эта операция нужна для того, сдвинуть показания цифрового табло с тем, чтобы они соответствовали показаниям цифрового отсчета/системы ЧПУ станка. При этом появляется диалоговое окно, спрашивающее о необходимости производить отсчет показаний интерферометра от результата последнего успешного замера (считывания данных). Выберите Нет. В появившемся после этого диалоговом окне введите значение, совпадающее с координатой станка (см. рис. 32) и нажмите 'Да'.

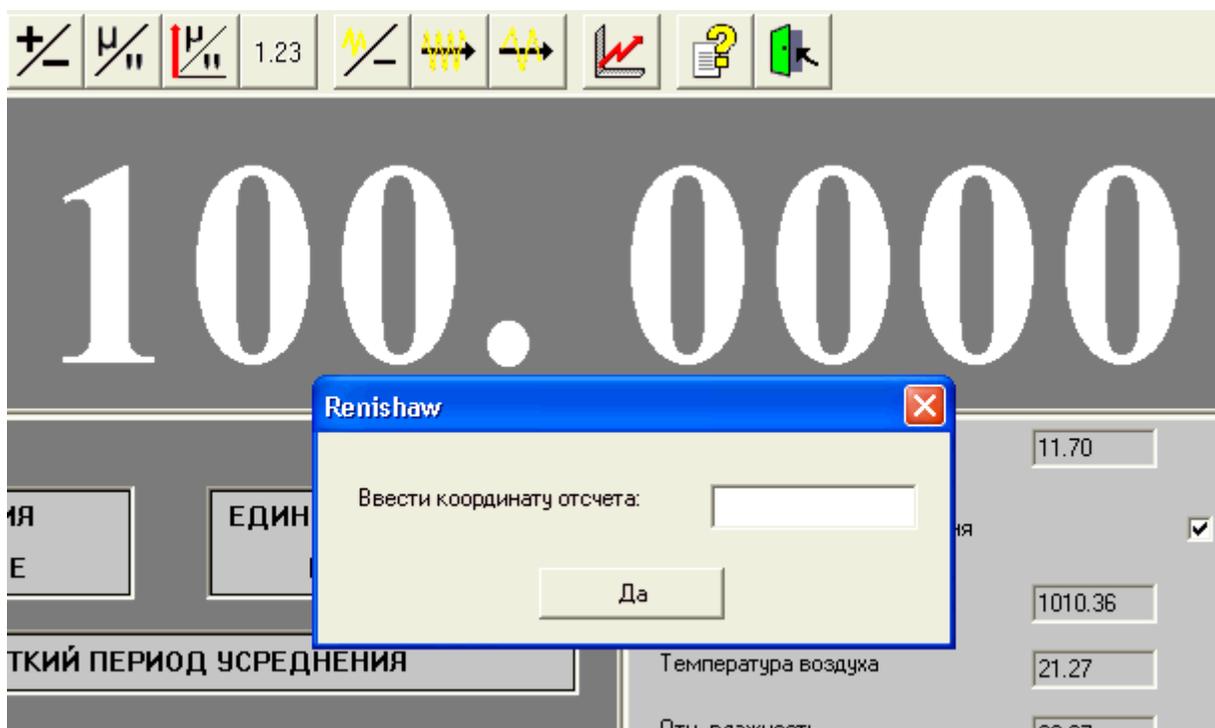


Рисунок 32 - Установка координаты отсчета

5. Задайте положения точек измерения и последовательность считывания данных. В программном обеспечении предусмотрена 3-этапная процедура настройки сеанса сбора данных, в процессе которой на экране компьютера последовательно появляются диалоговые окна автоматического задания точек измерения, инициализации сбора данных и автоматического сбора данных. Запуск сбора данных произойдет только после того, как в этих окнах будут заданы нужные параметры. Чтобы воспользоваться этой опцией, выберите из меню пункт Файл/Создать/Автоматическая настройка

или нажмите кнопку  на панели инструментов.

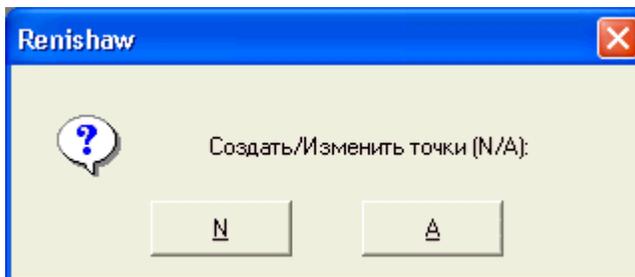
Точки измерения могут быть заданы в программном обеспечении тремя способами (см. ниже):

- Автоматическая установка точек измерения
- Установка точек измерения методом случайных чисел
- Ручной ввод точек измерения

Автоматическая установка точек измерения

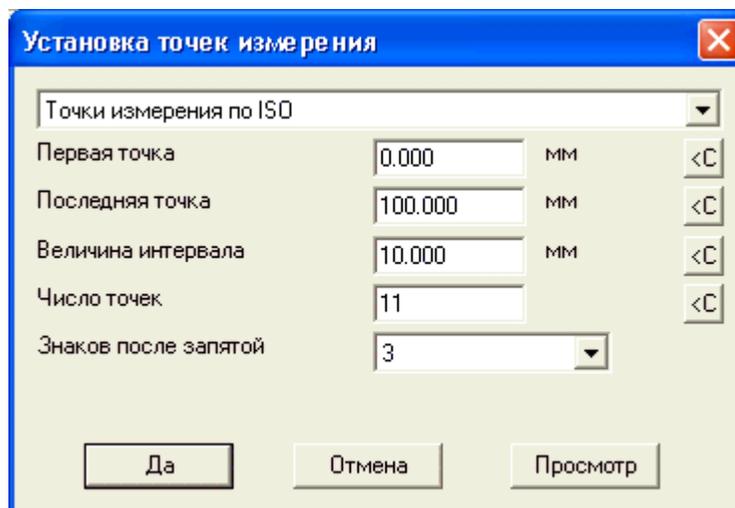
Чтобы задать координаты точек измерения в программном обеспечении, нужно выбрать в меню пункт Точки измерения/Автоматическая настройка.

Если точки измерения уже установлены, появится следующее сообщение:



При нажатии на кнопку 'И' появится диалоговое окно установки точек измерения с первоначально введенными значениями параметров. При нажатии на кнопку 'С' это диалоговое окно появится с пустыми полями.

Появится диалоговое окно Установка точек измерения.

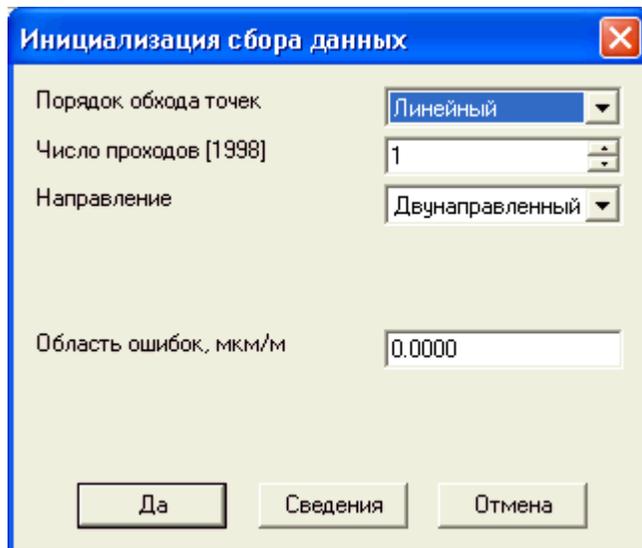


Введите координату первой и последней точек измерения и интервал между ними (см. пример диалогового окна выше). Программа автоматически рассчитает число точек измерения и покажет его в соответствующем поле ввода. Разрешение, с которым задаются точки измерения, вводится в поле Десятичные знаки.

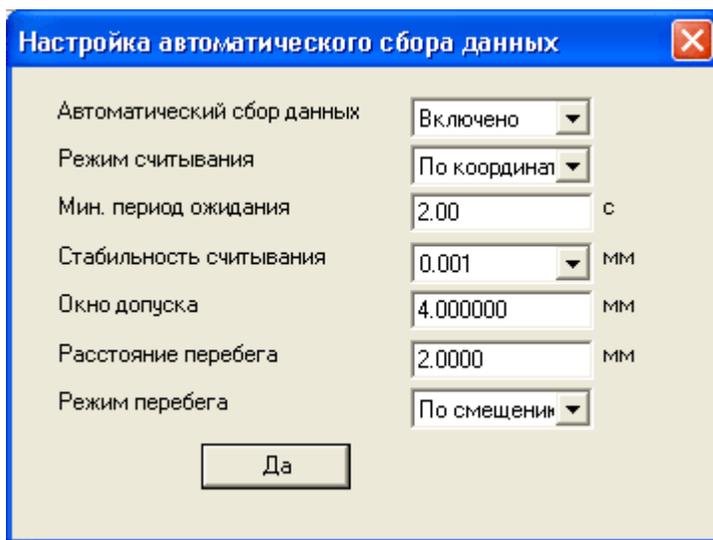
Если нужно просмотреть координаты точек измерения и их количество, нажмите кнопку Просмотр, чтобы открыть диалоговое окно Просмотр координат точек измерения.

Чтобы подтвердить выбранные значения и закрыть диалоговое окно Установка точек измерения, нажмите кнопку 'Да'.

Примечание: если диалоговое окно установки точек измерения было выбрано с помощью опции автоматической настройки, то после него появится окно Инициализация сбора данных:



Определив значения параметров, нажмите 'Да', чтобы применить их и закрыть диалоговое окно Инициализация сбора данных. Произойдет переход к диалоговому окну Настройка автоматического сбора данных.



Минимальный период ожидания

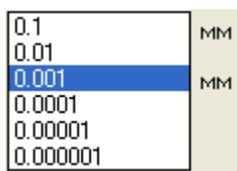
Как только программа обнаруживает, что показания лазерного интерферометра перестали изменяться (т.е. показания стабильны в пределах заданного промежутка

времени) и установившееся показание находится вблизи точки измерения в пределах заданного допуска (величина которого задана в поле Окно допуска), происходит переход на некоторое время в режим ожидания, и лишь затем осуществляется считывание данных. Это время называется Минимальный период ожидания. Оно может принимать любые значения между 0,10 и 9999999,00 с. В нашем случае целесообразно оставить 2с.

Стабильность считывания

То, что станок находится в покое, еще не означает, что показания лазерного интерферометра остаются неизменными. Показания могут меняться по разным причинам, которые зависят от станка и окружающей среды. Таким образом, для того, чтобы в программе было зафиксировано распознавание фактического останова станка, нужно задать величину, называемую Стабильность считывания.

Для этого нажмите  и выберите из ниспадающего списка величину отклонения показаний лазерной интерферометрической системы, которая не должна быть превышена в промежутке между последовательными считываниями.



Окно допуска

В следующем поле задается Окно допуска. Считывание данных будет происходить в том случае, если несовпадение показаний лазерного интерферометра с фактической координатой точки измерения не превышает величину, заданную в этом поле. Показание лазера, разумеется, должно оставаться постоянным в пределах значений, заданных в полях Минимальное время ожидания и Стабильность считывания. Задать 1,0 мм.

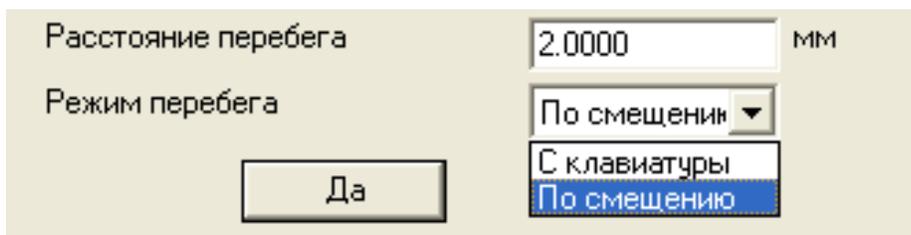
Перебег

Термин 'перебег' используется для обозначения действий программного обеспечения при достижении станком границы оси перемещения. Программа осуществляет считывание данных при движении в одном направлении, положительном или отрица-

тельном. Режим работы программы изменяется только в момент достижения станком границы оси перемещения.

В режиме считывания по времени перебеги определяются как промежуток времени, затрачиваемый станком для смены направления перемещения при достижении границы оси перемещения. Программа будет ждать в течение заданного промежутка времени, прежде чем начать следующий проход со сбором данных в режиме считывания по времени.

В поле Режим перебега нажмите кнопку , чтобы вызвать ниспадающее меню



Режим По смещению означает, что программа будет ждать, пока станок пройдет конец оси на расстояние перебега и придет в координату первой точки измерения прохода в обратном направлении. В режиме С клавиатуры программа начнет проход в обратном направлении после нажатия любой клавиши.

Задайте значение 1,5 мм.

6. Запустить режим снятия данных

Окно сбора данных появляется в самом конце настройки сеанса сбора данных. При нажатии кнопки 'Да' в диалоговом окне Настройка автоматического сбора данных оно появляется вместо окна параметров окружающей среды или оптической схемы лазерного интерферометра (рис. 33).

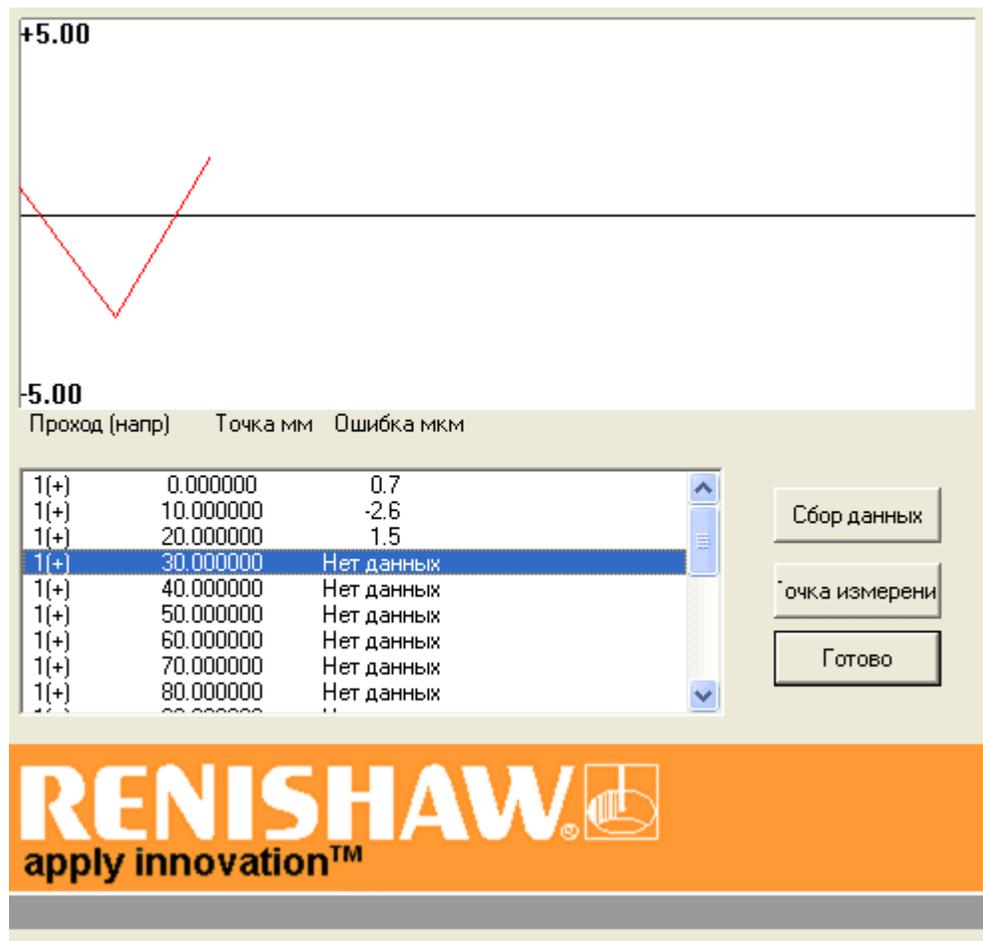
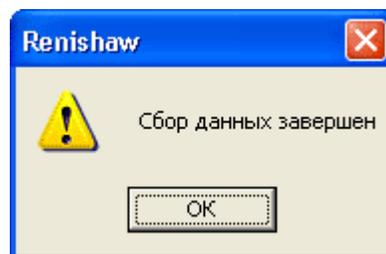


Рисунок 33 - Окно сбора данных

После окончания сеанса сбора данных на экране компьютера появляется следующее сообщение:



Нажмите 'Да', чтобы закрыть это окно.

Для того чтобы закрыть окно сбора данных, нажмите кнопку Готово.

2.5.3 Анализ данных

Примечание: Прежде чем проводить анализ вновь полученных данных, эти данные необходимо сохранить.

Чтобы вывести на экран график анализа в соответствии с типом графика, выбранным в меню Анализ, нажмите кнопку  панели инструментов. График анализа также можно вывести на экран, выбирая из панели меню опцию График/График или нажимая [Ctrl]+[P].

Окно анализа данных

Стандартное окно анализа данных показано на рис. 34.

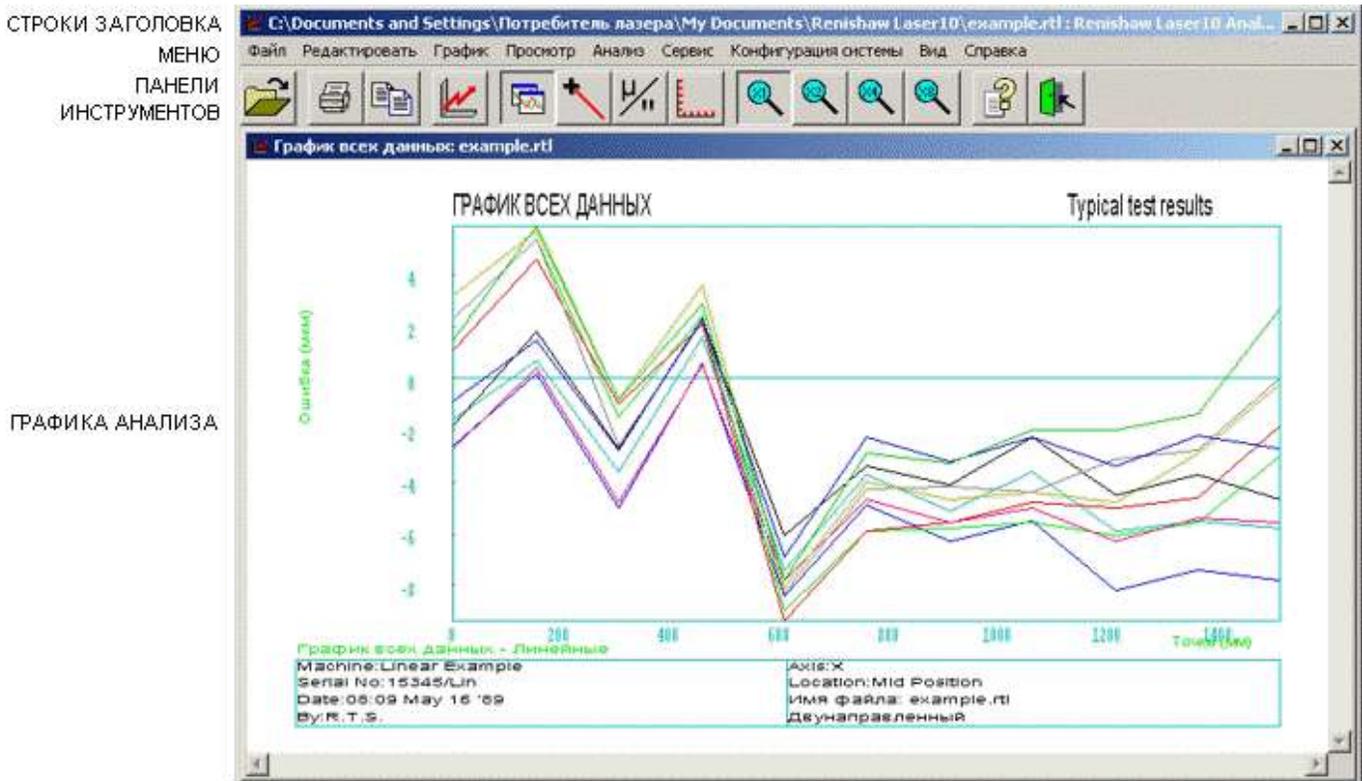


Рисунок 34 – Окно анализа данных

Оно состоит из

- Строки заголовка
- Панели инструментов

- Меню
- Графика анализа

Назначение кнопок на панели инструментов



Открытие файла данных для анализа результатов измерений.



Вывод на печать выбранного графика анализа.



Копирование выбранного графика анализа или таблицы с данными, чтобы затем их можно было вставить в другой файл, например, отчет, набранный в программе Microsoft Word.



Вывод на экран графика анализа.



В нажатом состоянии позволяет выводить на экран сразу несколько графиков анализа, например, одновременно одинарный и тройной графики в формате ISO 230-2 1997.



В нажатом состоянии активирует указатель 'привязки к ближайшей точке' для мыши.



Позволяет выбрать единицы измерения для осей X и Y.



Позволяет настроить параметров осей X и Y.



Позволяют получить увеличенное изображение выбранного графика.

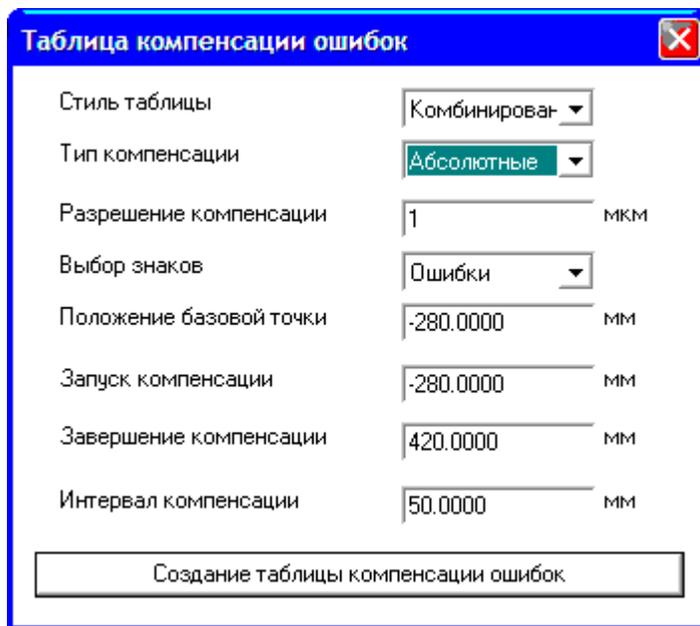


Вызов окна справочного руководства, содержащего подборку инструкций по эксплуатации лазерной интерферометрической системы Renishaw LaserXL™.



Выход из программы анализа данных.

В нашем случае необходимо получить таблицу компенсации ошибок: Анализ/Таблица компенсации ошибок. Появляется окно настройки компенсации ошибок (рис. 35).



Параметр	Значение	Единица измерения
Стиль таблицы	Комбинированная	
Тип компенсации	Абсолютные	
Разрешение компенсации	1	мкм
Выбор знаков	Ошибки	
Положение базовой точки	-280.0000	мм
Запуск компенсации	-280.0000	мм
Завершение компенсации	420.0000	мм
Интервал компенсации	50.0000	мм

Создание таблицы компенсации ошибок

Рисунок 35 – Окно настройки компенсации ошибок

Необходимо установить: Стиль таблицы – Комбинированная, Тип компенсации – абсолютная и нажать Создание таблицы компенсации ошибок. В результате получаем таблицу компенсации ошибок (рис. 36). Полученные значения компенсации вводятся в соответствующую область системы ЧПУ. В результате чего, система ЧПУ при обработке заданных перемещений программно компенсирует механические погрешности станка, что приводит к повышению точности обработки.

С:\Documents and Settings\cnc\My Documents\Renishaw LaserXL\620411.rtl - Renishaw LaserXL Analysis [Линейные] [Таблица компенсации ошибок: 620411.rtl]

Файл Редактировать График Проанализировать Анализ Сервис Конфигурация Всп. Средства

ЛАЗЕРНАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА RENISHAW
ТАБЛИЦА КОМПЕНСАЦИИ ОШИБОК

Станок/КИМ: Серийный номер:
Дата:2014-10-08 11:02:37 Оператор:
Ось: Расположение:
НАЗВАНИЕ: Имя файла: 620411.rtl

Стиль таблицы Комбинированная таблица со значениями
Тип компенсации Абсолютные
Разрешение компенсации 1 мкм
Выбор знаков Ошибки
Положение базовой точки -280.0000 мм
Запуск компенсации -280.0000 мм
Завершение компенсации 420.0000 мм
Интервал компенсации 50.0000 мм

Значение люфта -0 мкм

Значения компенсации

№.	Положение оси (мм)	Комбинированный (1 мкм)
1	-280.0000	0
2	-230.0000	-1
3	-180.0000	-2
4	-130.0000	-1
5	-80.0000	-1
6	-30.0000	-5
7	20.0000	-7
8	70.0000	-8
9	120.0000	-8
10	170.0000	-8
11	220.0000	-8
12	270.0000	-8
13	320.0000	-8
14	370.0000	-8
15	420.0000	-8

Рисунок 36 – Таблица компенсации ошибок.

3. ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ И ПОРЯДОК ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ

Работа выполняется бригадами. Первое занятие – ознакомление с системой. Последующие проверка точности линейных перемещений станка Torreg 720AD. Каждая бригада проводит исследование одной из программно управляемых осей.

4. ЗАЩИТА ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

К защите практической работы допускаются студенты, выполнившие задание на практическую работу и оформившие отчет. В отчете должны быть:

- график всех данных (рис. 34);
- таблица компенсации ошибок (рис.36).