



степень смешивания воздуха, поступающего из воздухопроводов 1 и 2, обеспечивая необходимую температуру воздуха.

В зависимости от того, какой из закрывов нуждается в регулировании, происходит управление заслонками ИМ- 1, ..., ИМ -8. На основании сравнения температур наружного и рециркуляционного воздуха с заданной происходит управление заслонками ИМ -9 и ИМ -10. Заслонка ИМ -9 управляет подачей воздуха в главную магистраль. При вертикальном положении заслонки открывается доступ рециркуляционного воздуха и перекрывается доступ наружного, в горизонтальном положении – наоборот. Выбор режима вентиляции определяется в зависимости от  $\tau_3$  и технологии хранения овощей. Наружный воздух больше насыщен кислородом, а рециркуляционный – углекислым газом.

Заслонка ИМ- 10 всегда ставится в положение, при котором соединяется с тем из воздухопроводов, в котором воздух имеет меньшую температуру, и наоборот. То есть охлаждается более холодный воздух, а нагревается более теплый. Это существенно повышает экономические показатели системы управления.

На описанном принципе реализована система управления в научной лаборатории Каршинского государственного университета и в условиях фермерских хозяйств Кашкадарьинской области, которая прошла хозяйственные испытания, показав при этом надежную работу.

А.А. Ростов, О.А. Заякин

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО КРУГЛОМЕРА

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева)

### **Постановка задачи**

Требуется провести верификацию программы обработки данных экспериментального лазерного кругломера. Для этого нужно сравнить результаты обработки данных двух разных программ, одна из которых (А) представляет собой часть автоматизированной системы, а другая (Б) предназначена для исследования погрешностей ее измерений путем статистического анализа [1].

### **Введение**

В настоящее время в данной области техники для контроля поверхности используют в основном устройства на основе интерференционных методов [2]. Контролируемая поверхность сложной формы вносит искажения во входной сигнал. Исправление данных искажений на уровне контролирующей аппаратуры является дорогостоящей задачей. Применяемый в настоящей работе метод дефлектометрической триангуляции позволяет обойтись без дорогостоящей оптики и как следствие - сделать оборудование более доступным.



### **Способ измерений**

Способ контроля [3] основан на сканировании контролируемой поверхности сфокусированным пучком света и регистрации координат зеркально отраженного пучка позиционно-чувствительным фотоприемником (Пат. России 2109250).

### **Исследуемый прибор**

Назначение – автоматизированный контроль качества жёлобов внутренних колец шарикоподшипников, имеющих наружный диаметр от 8 до 50 мм с измерением количественных параметров, их обработка с выдачей результатов в графическом и текстовом виде. Контролируется отклонение от номинальной формы, в данном случае – от круглости, включая такие ее составляющие, как гранность и волнистость.

Входным сигналом первичного оптического преобразователя является зависимость распределения мощности пучка света, отраженного от контролируемой поверхности, на фотоприемнике от времени.

Выходными сигналами в кругломере является величина отклонения от круглости, а также волнистость радиального профиля. Выходной сигнал представлен в виде кода — графиками и текстовыми символами на экране дисплея и на бумажном носителе, в пригодном для восприятия человеком оператором виде. Выходной сигнал также представлен в виде компьютерного файла в кодировке ASCII.

### **Задачи исследований**

Во-первых, нужно сравнить между собой полученные статистические оценки результатов измерений, числовые оценки этих результатов и погрешности результатов единичных измерений по серии выполненных повторных измерений одной и той же детали по одному и тому же профилю – по дну желоба дорожки качения внутреннего кольца шарикоподшипника типа 201.

Во-вторых, нужно сравнить между собой результаты единичного измерения, обработанные этими двумя программами.

Это позволяют сделать имеющиеся у нас данные, полученные при одинаковом начальном положении одной и той же контролируемой детали в сканере.

Результаты также нужно сравнить с допусками на контролируемые параметры [4] и требованиями к погрешности измерений [5] в данной задаче.

Также сравним полученные статистические результаты с расчётами, полученными на известной программе MatStat.

### **Результаты исследований**

В исследованиях статистических характеристик измерений (см. рис. 1 и табл. 1) были использованы результаты серии измерений с кольца, имевшего типичный дефект формы (по измерениям на Talyrond 53, выполненным на Самарском подшипниковом заводе СПЗ-4, волнистость от 0,3 до 0,35 мкм).

Радиус желоба 8,34 мм, дискретность 600 шагов на профиль, длина волны лазера 0,78 мкм, расстояние от оси вращения кольца до фоточувствительной поверхности 35 мм, угол падения сканирующего луча света 55°.



Зона неопределенности (доверительный интервал) статистических результатов для программы А больше на 3%, а для программы Б меньше 8% в сравнении с программой MatStat. Различие средних значений составляло одну десятую от С. К. О

По измерению единичного радиального профиля (см. рис. 2 и табл. 2): были использованы результаты измерений радиального профиля той же детали.

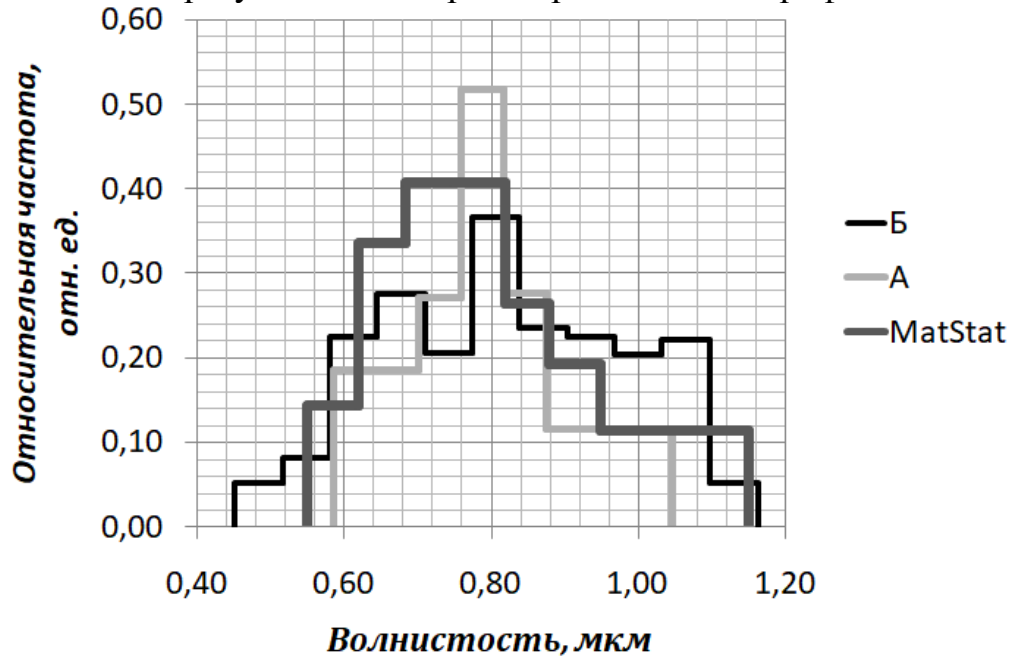


Рисунок 1 – Интервальный статистический ряд

Таблица 1 – Результаты измерений

Программа обработки измерений	Среднее значение, мкм	С. К. О., мкм	Доверительный интервал, мкм
А	0,79	0,11	0,38
Б	0,80	0,15	0,34
MatStat	0,79	0,11	0,37



Рисунок 2 – Круглограммы, полученные программой А и Б



Таблица 2 – Результаты измерений

Программа обработки измерений	Волнистость, мкм
А	0,94
Б	0,85

### Обсуждение

Результаты измерений удовлетворительно совпадают друг с другом. Имеющиеся различия удовлетворительно объясняются разностью в количестве интервалов статистического ряда, выбранные авторами программы и нижним и верхним пределами статистического ряда, также рекомендуемые выбирать с некоторым произвольным отступом от минимального и максимального числа в статистической выборке. Погрешность измерений оказалась значительно больше требований к предельной погрешности измерений, предъявляемым к кругломерам второго класса точности (радиальное биение 0,12 мкм). В то же время оно находится вблизи верхнего предела допуска волнистости для части квалитетов контролируемых деталей (от 0,05 до 0,6 мкм). Следует учесть, что компоненты исследуемого прибора могут быть выбраны со значительно лучшими техническими характеристиками, что может значительно уменьшить погрешность измерений, и достичь пределов кругломеров 1 класса точности (предел допустимых радиальных биений 0,05 мкм), что удовлетворительно согласуется с результатами, полученными авторами ранее [6], когда данные получали с неподвижной детали, оценка погрешности измерения волнистости тогда была 0,05 мкм. При этом радиальный профиль получался виртуально.

Различие в величине волнистости, полученной с одного радиального профиля, при одних и тех же данных, но с помощью разных исследуемых программ, было 9%, что можно объяснить различием в точности вычислений в указанных программах. Форма профиля обеими программами получилась практически совпадающей.

### Заключение

Исследованы две экспериментальные программы, обрабатывающие данные сканера экспериментального лазерного кругломера. Проведены статистические измерения волнистости из серии повторных измерений, а также сравнены результаты, полученные с одного радиального профиля с типичным дефектом.

Статистические расчёты, выполненные по двум исследуемым программам, а так же отдельные круглограммы показали удовлетворительно качественное и количественное сходство, с учетом допусков на контролируемые параметры и требования к погрешности измерений, учитывая имеющиеся на сегодня уровень разработки прибора и его дальнейшие перспективы.



### Литература

1. СТО СГАУ 02068410-009-2007. Обработка и оформление результатов измерений [Текст]. - Взамен СТП КуАИ 144-5-88; введ. 2007-11-01. - Самара : СГАУ, 2007. - IV; 33 с. - (Комплексная система управления качеством деятельности вуза).
2. Осипович, И. Р. Интерферометрический метод контроля формы асферических поверхностей качения прецизионных подшипников [Текст] / И. Р. Осипович, Д. Т. Пуряев // Вестник Московского государственного технического университета. Сер. Приборостроение. 1999. Вып. 3. С. 65 – 75, 128.
3. Заякин, О. А. Получение профилей и контурных картин поверхностей вращения способом триангуляции с использованием зеркально отраженного излучения. [Текст] / О.А.Заякин // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. - 2007. - №2 (15). - С. 95 - 101.
4. Методика измерения отклонений от круглости и шероховатости поверхности деталей подшипников качения [Текст]. Руководящий документ РД 37.006.106.90 Согласован. - М.: НПО ВНИПП, 1990. - 40 листов.
5. ГОСТ 17353-89. Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Типы. Общие технические требования [Текст]. - Введ. 1991 01 01; ИУС2-96, утв. в декабре 1995 г. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. - 9 с.
6. Белопухов, В. Н. Комплекс программных средств для исследования погрешности измерений экспериментального лазерного кругломера [Текст] / В. Н. Белопухов, О. А. Заякин, А. В. Манухин, А. А. Ростов // Программные продукты и системы. - 2018. - Т. 31, №1. - С. 561 - 566.

И.А. Рыбакова , В.Ю. Лабыскин

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

### Введение

В современном мире активно ведется автоматизация различных видов деятельности. Для выполнения ряда задач автоматизации широко применяются технологии машинного зрения и алгоритмы распознавания образов. Область применения таких программных средств достаточно широка: анализ изображения с камер видеонаблюдения, обработка данных с камер летательных аппаратов, автоматическое выделение приоритетных областей на разного рода снимках, разработка ПО автопилотирования беспилотных летательных аппаратов.

Для получения быстрого и точного результата анализа обрабатываемого изображения целесообразно использовать методы и принципы, решающие задачи распознавания изображения по выстроенному оптимальному алгоритму [5].