

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт металлургии, машиностроения и транспорта  
Кафедра «Технологические процессы и оборудование автоматизированных  
машиностроительных производств»

Допускаю к защите

И.о.зав.кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В.Приемышев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

### **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема: Автоматизированные системы технического зрения для считывания  
информационных полей с цифровыми камерами высокого разрешения

Направление: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»

Профиль: 15.03.04\_01 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»

Выполнил студент  
группы в43329/1

С.А. Торопыгин

Руководитель  
к.т.н., доцент

В.Е. Махов

Рецензент  
доцент кафедры Приборостроения  
«Национального минерально-сырьевого  
университета «Горный»

И.В. Павлов

Санкт-Петербург  
2015г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	4
Определения и сокращения	5
Введение	7
1. Аналитический обзор	9
1.1. Технические средства обследования труднодоступных мест	9
1.2. Техническая эндоскопия	10
1.3. Эндоскопы	10
1.4. Полугибкий управляемый технический эндоскоп АРТ2-4	12
1.5. Полная оптическая элементная база	15
1.6. Осветители для технических эндоскопов	17
1.7. Гибкие и полугибкие эндоскопы	18
1.8. Видеобороскопы	20
1.9. Видеоэндоскопы	21
1.10. Оборудование для ТВ- и фото-документирования	23
1.11. Фотоаппараты и адапторы	24
1.12. Цифровое фото	25
1.13. Программное обеспечение	25
2. Экспериментальные исследования	28
2.1. Объекты контроля	28
2.2. Выбор оптической схемы	31
2.3. Выбор цифрового аппарата	32
2.4. Расчет оптической схемы	34
2.5. Осветитель и источник питания осветителя	35
2.6. Виртуальный прибор захвата изображения	38
2.7. Экспериментальные исследования	41

2.8.	Конструкция прибора	42
3.	Технологическая часть	46
3.1.	Технология создания виртуального прибора	46
3.2.	Технология отладки виртуального прибора	48
3.3.	Технология построения ВП обработки изображения	53
6.	Заключение	57
7.	Библиография	58

## АННОТАЦИЯ

*Автоматизированные системы технического зрения для считывания информационных полей с цифровыми камерами высокого разрешения*

**The automated vision system for reading information in fields with high-resolution digital cameras**

В данном проекте рассмотрен вопрос автоматизированной системы технического зрения для считывания информационных полей с цифровыми камерами высокого разрешения. Для повышения производительности и расширения возможностей производства предлагается использовать систему регистрации цифровыми камерами высокого разрешения.

В специальной части проекта оптическое устройство для цифровой камеры позволяющее подключить эндоскоп. Дополнительно в системе контроля используется виртуальный прибор (ВП), позволяющий производить и обработку данных.

Проект содержит пояснительную записку объемом 58 стр., 11 табл., 61 , библиографический список из 19 наименований.

## Определения и сокращения

**LabVIEW** – (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) — это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments (США)

ВП — виртуальный прибор

ВПП — виртуальный подприбор

Basic — семейство высокоуровневых языков программирования (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*)

BMP — формат хранения растровых изображений, разработанный компанией Microsoft. Файлы формата BMP могут иметь расширения .bmp, .dib и .rle (*Bitmap Picture*)

C (*Cu*) — компилируемый статически типизированный язык программирования общего назначения, разработанный в 1969—1973 годах развитие языка Би

CS MOUNT — стандарт резьбового крепления объективов

DCF — спецификация JEITA (CP-3461) по правилам проектирования файловой системы, которая определяет файловую систему для цифровых камер, в том числе структуру каталогов, метод присвоения имен файлов, набор символов, формат файла и формат метаданных (*Design rule for Camera File system*)

DIN — Немецкий институт по стандартизации (*Deutsches Institut für Normung e.V.*)

DPOF — цифровой формат управления печатью. Это де-факто стандартная технология для управления печатью изображений, а также управления их передачей по сети и факсу непосредственно со сделавшей снимки цифровой камеры (*Digital Print Order Format*)

G — визуальный язык программирования, доступный посредством его родной среды разработки LabView

GIF — популярный формат графических изображений. Способен хранить сжатые данные без потери качества в формате не более 256 цветов (*Graphics Interchange Format*)

ISO — характеристика фотографического материала, отражающая его способность изменять свою оптическую плотность под воздействием света. Раздел метрологии, изучающий светочувствительность фотоматериалов, называется сенситометрией. Единицы ISO, использующиеся для обозначения светочувствительности в настоящее время, являются международными, и стандартизированы одноименной организацией

Java — объектно-ориентированный язык программирования, разработанный компанией Sun Microsystems

JPG, JPEG — один из популярных графических форматов, применяемый для хранения фотоизображений и подобных им изображений (*Joint Photographic Experts Group*)

MS SQL — система управления реляционными базами данных (СУРБД), разработанная корпорацией Microsoft. Основным используемым языком запросов — Transact-SQL, создан совместно Microsoft и Sybase

NI — американская компания (*National Instruments*)

OES — является методом химического анализа, который использует интенсивность света, излучаемого из пламени, плазмы, дуги или искры при определенной длине волны, чтобы определить количество элемента в образце

TV — комплекс устройств для передачи движущегося изображения и звука на расстояние

TIF — формат хранения растровых графических изображений. TIFF стал популярным форматом для хранения изображений с большой глубиной цвета (*Tagged Image File Format*)

RAW — формат цифровой фотографии, содержащий необработанные данные, полученные с фотоматрицы. В таких файлах содержится полная

информация о хранимом сигнале, не имеющая четкой спецификации (стандарта).

USB — универсальная последовательная шина

## **ВВЕДЕНИЕ**

К современным средствам видеонаблюдения относят оптико-электронные системы, которые условно можно разбить на две группы:

- >• эндоскопическое оборудование;
- >• портативные телевизионные или видеоустановки.

Ассортимент эндоскопической продукции включает в себя целую гамму волоконно-оптических фиброскопов, жесткие бароскопов, а также видеоскопов, позволяющих осуществлять осмотр труднодоступных мест. Отличительной особенностью этих устройств является миниатюрный объектив, помещенный на конце тонкого гибкого рукава или жесткой трубки, которые служат и направляющим элементом, и защитной оболочкой для оптоволоконного жгута (реже многокомпонентной линзовой системы), предназначенного для передачи изображения с выхода объектива на окуляр либо ПЗС-матрицу. В некоторых типах видеоскопов ПЗС-матрица расположена непосредственно на зондирующем конце рукава или трубки. С выхода матрицы сигнал по кабелю или радиоканалу передается в блок преобразования и далее на монитор.

Гибкие фиброскопы предназначены для проникновения сквозь сложные изгибы различных каналов. Бароскопы используются для осмотра узлов, к которым может быть осуществлен доступ через узкие прямолинейные каналы. В отличие от фиброскопов, вместо гибкого рукава они оборудованы жесткой штангой. Особенностью видеоскопов является то, что они позволяют в реальном масштабе времени осуществлять вывод изображения на телевизионный монитор, с одновременным фото- и (или) видеодокументированием, как, например, устройство РК 1700. Кроме того, видеоскопы позволяют вести наблюдение за объектами, находящимися на удалении до 22 м.

Общим недостатком эндоскопических устройств является то обстоятельство, что они, скорее, рассчитаны на статическое скрупулезное обследо-



вание, чем на быстрый оперативный осмотр. Кроме того, зачастую эти системы имеют многомодульную конфигурацию с кабельными соединениями, их функциональные блоки не минимизированы по весу и габаритам (РК 1765, РК 1700). Очевидны и проблемы с быстрой подготовкой к работе, переносом системы и сохранением ее целостности. Еще одна существенная особенность заключается в не всегда приемлемом качестве наблюдаемого через окуляр изображения.

Сравнительная оценка эндоскопических устройств различного типа показывает, что наилучшее качество изображения позволяют получать видеоскопы, кроме того, по телевизионному монитору следить за осмотром может практически неограниченное число наблюдателей. В то же время, подобное оборудование не может использоваться одним оператором и не приспособлено для быстрой смены места осмотра и обхода объектов. Для этих целей больше подходят портативные эндоскопические устройства типа фиброскопов МР-660В, ММ-013С или РК 1760.

Портативные телевизионные системы позволяют соединить достоинства высокого качества изображения с максимальным удобством пользования оборудованием при осмотре. Это достигается путем конструктивного объединения в едином устройстве миниатюрной телевизионной камеры, регулируемой штанги и телевизионного монитора.

Использование камер высокого разрешения при обследовании труднодоступных мест является весьма актуальным.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

### **1.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБСЛЕДОВАНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТ**

Для обследования труднодоступных мест различных технических объектов необходимо применение таких технических средств как: наборы досмотровых зеркал, наборы досмотровых оптических приборов - эндоскопов, наборы досмотровых щупов, специальные осветительные приборы - досмотровые фонари.

Наибольшее распространение в досмотровой работе технических служб на участках контроля: транспортных средств - автомашин, железнодорожных вагонов, речных и морских судов, самолетов и вертолетов - получили наборы досмотровых зеркал, применяемые в сочетании с электро фонарями. Наборы содержат удлинительные штанги, на которых с помощью подвижных шарнирных соединений крепятся сменные досмотровые зеркала. Досмотровые зеркала, входящие в разные комплекты, имеют, как правило, круглую форму и размеры от 20 до 80 мм в диаметре, а также прямоугольную форму с размерами в пределах 80х50мм или 100х60мм.

На представлены применяемые нашими службами досмотровые зеркала импортного производства.

Телевизионный досмотровый комплект зеркал ПОИСК-2ТВ. Досмотр при помощи телевизионной камеры с ИК осветителем, закрепляемой на телескопической штанге.

### **1.2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНДОСКОПИЯ**

Техническая эндоскопия - это современная методика неразрушающего контроля материалов и оборудования путем визуального осмотра поверхностей и узлов технических средств в случае затрудненности доступа к этим поверхностям при помощи обычных средств измерений. В зависимости от степени доступности для проведения осмотров применяются различные виды эндоскопов:

1. Жесткие эндоскопы технические предназначены для визуального контроля узлов и объектов, к которым возможен прямолинейный доступ.
2. Видеобороскоп - жесткий технический эндоскоп собственной разработки компании Интек, с расширенным набором дополнительных возможностей.

Жесткие видеобороскопы марки Эксперт PRO позволяют проводить наблюдения поверхностей, объектов на расстояниях, удаленных от места ввода.

3. Переносные гибкие видеоэндоскопы марки Эксперт PRO предназначены для оптико-визуального обследования деталей и объектов в труднодоступных местах механизмов, машин и оборудования, которые не могут быть осмотрены снаружи.

### **1.3. ЭНДОСКОПЫ**

Жесткие эндоскопы предназначены для визуального контроля узлов и объектов, к которым возможен прямолинейный доступ.

Жесткие эндоскопы марки Эксперт PRO могут быть использованы в различных областях науки и техники. Модельный ряд эндоскопов, обладающих высокими техническими параметрами, позволяет выбрать прибор, наиболее пригодный для конкретных условий использования. Для работы с эндоскопом может быть использован любой счетовод и осветитель, присоединительные размеры которых соответствуют стандартам эндоскопов фирмы

Интек и других фирм-производителей. Совершенная волоконная осветительная система позволяет обеспечить оптимальную освещенность объекта. Уровень освещенности, создаваемый эндоскопами, в значительной мере определяется мощностью лампы осветителя.

Присоединительные размеры окулярной воронки эндоскопов соответствуют стандарту DIN, что позволяет использовать фото- и видео- адаптеры со стандартными присоединительными размерами и в том числе фирмы АО Интек.

Жесткие эндоскопы технические линзовые серии КЛ предназначены для осмотра внутреннего или труднодоступного пространства объектов различного назначения.

Эндоскопы серии КЛ могут быть оснащены фокусируемым окуляром. Технические эндоскопы серии КЛ имеют две конструктивные модификации: прямого ( $0^\circ$ ) и бокового ( $90^\circ$ ) направления наблюдения. При использовании зеркальной насадки бокового наблюдения рассматриваемое изображение оказывается зеркальным.

Модельный ряд эндоскопов, обладающих высокими техническими параметрами, позволяет выбрать прибор, наиболее пригодный для конкретных условий использования. Для работы с эндоскопом может быть использован любой световод и осветитель, присоединительные размеры которых соответствуют стандартам эндоскопов и других фирм-производителей. Совершенная волоконная осветительная система позволяет обеспечить оптимальную освещенность объекта. Уровень освещенности, создаваемый эндоскопами, в значительной мере определяется мощностью лампы осветителя.

#### **1.4. ПОЛУГИБКИЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭНДСКОП АРТ2-4**

### Технические характеристики

Наименование	<p>АРТ2-3-100 комплект переменного тока комплект волоконного эндоскопа АРТ2-4-150</p> <p>Готовый к использованию комплект включает в себя:</p> <p>Волоконный эндоскоп номер: АРТ4.00.00-02</p> <p>Диаметр: 4.0мм</p> <p>Рабочая длина: 1.5м</p> <p>Артикуляция: 2-направления 120°</p> <p>Направление обзора: 0° вперед</p> <p>Поле зрения: 50°</p> <p>Глубина поля зрения: 5мм - 100мм</p> <p>Насадка бокового наблюдения: Поставляется отдельно - номер: АРТ4.14.00</p> <p>Оптическая система: Волоконная оптика</p> <p>Увеличение окуляра: 25X</p> <p>Обшивка тубуса: вольфрамовая оплетка</p> <p>Радиус изгиба тубуса: 35мм</p> <p>Флекстрон: 1.5м</p>
Краткая информация	<p>Разъем кабеля подсветки: ИНТЕК. Olympus (110-0040) и Machida (110-0045) адаптеры разъемов кабеля подсветки поставляются отдельно.</p> <p>Рукоятка (Handpiece): алюминий с черной порошковой обработкой</p> <p>Рабочие температуры:</p> <p>Рабочий конец от -10° до 80° С</p> <p>Корпус и кабель подсветки от -10° до 50° С</p> <p>Стойкость к жидкостям: рабочая часть устойчива к погружению в воду, минеральные и синтетические масла и гидравлические жидкости, авиатопливу, керосину, бензину и дизельному топливу.</p> <p>Адаптер насадки бокового наблюдения: номер: АРТ4.14.00</p> <p>Направление обзора: 90° в сторону</p> <p>Поле зрения: 50°</p> <p>Металл-галогенный источник света номер: ОМГП-IT</p> <p>Запасная лампа для металл-галогенного источников света номер: 401-0036</p>

Сверхпрочный кейс для транспортировки номер:  
500-0026

Рабочая часть эндоскопа выполнена гибкой, а управляемая часть — подвижной. Внешняя оболочка с целью обеспечения прочности и герметичности выполнена из двух слоев. Наружный слой — оплетка из коррозионно\_стойкой стальной проволоки, что повышает прочность и износостойкость рабочей части. Второй слой — водостойкая пластиковая трубка, обеспечивающая герметичность рабочей части.

Управляемая часть рабочей части может быть повернута (загнута) рычагом управления корпуса в плоскости изгиба на угол  $\pm 120^\circ$ . При этом минимальный размер полости, необходимый для беспрепятственного загиба головки в одну сторону, равен 35 мм.

Управляемая часть заканчивается головкой с резьбой, предназначенной для навинчивания боковой насадки или колпачка.

Головка управляемой части может заканчиваться сменными боковой насадкой или колпачком. Боковая насадка обеспечивает отклонение угла направления наблюдения на  $90^\circ$ . Колпачок необходимо использовать для защиты головки от механических повреждений во время работы во всех случаях применения эндоскопа без боковой насадки. Боковую насадку или колпачок навинчивают на ответную резьбовую часть головки до упора.

Рычаг управления, расположенный на корпусе эндоскопа, может находиться в одном из двух основных положений:

положение «УПРАВЛЕНИЕ» — крайнее левое положение;

положение «ФИКСИРОВАНИЕ» — крайнее правое положение.

Положение «УПРАВЛЕНИЕ» предназначено для перемещения (загиба) управляемой части с головкой. С этой целью рычаг управления плавно

перемещают в направлении продольной геометрической оси корпуса. Положение «ФИКСИРОВАНИЕ» позволяет зафиксировать (заморозить) управляемую часть в выбранном положении.

В поле зрения окуляра виден ИНДЕКС, который указывает на направление «верх» для управляемой части. ИНДЕКС расположен в плоскости изгиба, управляемой части.

Фокусированное кольцо используется для индивидуальной настройки окуляра под глаз оператора. Настройка обеспечивается поворотом фокусировочного кольца.

Наглазник окуляра изолирует наблюдателя от соприкосновения с металлическими деталями. Он также служит для присоединения к эндоскопу эластичного наглазника или видеоадаптера. Присоединительные размеры наглазника соответствуют стандарту DIN.

Эластичный наглазник одевается на наглазник окуляра для защиты лица. Его целесообразно использовать при частой или длительной работе с эндоскопом, а также при работе в сильно освещенном пространстве. В комплект эндоскопа включается по желанию потребителя.

Видеоадаптер, одеваемый на наглазник окуляра, используется в том случае, если изображение рассматриваемого пространства предполагается выводить на экран телевизионного монитора. При этом эндоскоп дополнительно следует укомплектовать телевизионной камерой, имеющей присоединительный элемент с C\_MOUNT резьбой, и монитором. Видеоадаптер необходимо выбирать с учетом размеров матрицы (1/4", 1/3" или 1/2") используемой телевизионной камеры.

Световод эндоскопа состоит из кабеля и штекера. Кабель световода защищен от механических повреждений наружной коррозионно\_стойкой витой оболочкой. Не следует допускать чрезмерных (по радиусу менее 35 мм) перегибов и скручиваний кабеля.

Ручка штекера выполнена пластмассовой, что обеспечивает его тепло-изоляцию и защиту оператора от ожога. Вставлять штекер в гнездо осветителя и вынимать штекер следует только за ручку штекера. Это позволит избежать травм из-за ожога и предохранит кабель от повреждений.

Насадка штекера (съемная) позволяет подсоединить штекер к осветителям различных типов, см. раздел 6.

### 1.5. ПОЛНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

Полная оптическая схема представлена.

Угол поля зрения 70°, Увеличение 1,1(крат), Предел разрешения 12мм-

1.

1. Объектив 30°, 5.910.060

75° 5.910.061

Объектив

0°

5.910.062

Оптический элемент

Линза-стержень  
10шт.

5.920.056

Оптический элемент

3 Окуляр

5.920.052

4 Трубка

8.626.045-24  
5шт.  
L=9,25мм.

5 Трубка

8.626.045-25  
4шт.  
L=9,5мм.



	8.626.045-26
6 Трубка	1шт.
	L=3,7мм.

## 1.6. ОСВЕТИТЕЛИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЭНДОСКОПОВ

По источнику света осветители делятся на галогенные и металлогалогенные. Металлогалогенные осветители отличаются низким энергопотреблением при световом потоке, сравнимом с 200 Вт галогенной лампой. Срок службы лампы – в среднем 500 часов. Спектр лампы приближен к естественному белому свету.

По возможности использования осветители могут быть портативными или стационарными.

Портативный осветитель ТОС оснащен галогенной лампой мощностью 100 Вт. Время работы лампы – 50 часов. Осветитель можно носить на плече с помощью ремня.

### 1.10. Осветитель фирмы «IT Concepts/Интек»

Осветитель, 1.10, включает: 1 – выключатель питания осветителя (перед началом работы выключатель должен находиться в положении «ВЫКЛЮЧЕНО»); 2 – гнездо для подключения световода; 3 – замок для фиксации штекера (коннектора) световода (для установки и фиксации штекера замок 3 смещают в осевом направлении относительно гнезда 2); 4 – ручка регулировки яркости (поворотом ручки производят плавное изменение величины светового потока); 5 – направляющая планка; 6 – вилка разъема

питания осветителя; 7 – винты фиксирования крышки; 8 – крышка с вентиляционными отверстиями; 9 – решетка вентилятора; 10 – резьбовые отверстия для винтов крепления сетевого адаптера; 11 – проушины для крепления ремня.

## **1.7. ГИБКИЕ И ПОЛУГИБКИЕ ЭНДОСКОПЫ**

Гибкие оптоволоконные эндоскопы марки Эксперт PRO предназначены для визуального контроля объектов, имеющих сложную геометрию и объектов, к которым не возможен прямой доступ.

Примерами таких объектов могут быть газотурбинные, электрические двигатели, турбогенераторы, котлы, теплообменники, трубы водоснабжения, канализации, промышленные коммуникации. Для облегчения ввода рабочей части эндоскопа в обследуемое пространство она выполнена гибкой. Возможность управления изгибом головной части существенно упрощает прохождение обследуемых полостей. При разработке эндоскопов использованы последние достижения волоконно-оптической технологии.

Полугибкие оптоволоконные эндоскопы марки Эксперт PRO являются разновидностью гибких эндоскопов.

Управляемая часть может быть повернута (загнута) в одной плоскости изгиба (в 2-х направлениях) и зафиксирована в требуемом положении, что дает возможность выполнить панорамный обзор обследуемых полостей.

## Технические характеристики

Диаметр рабочей части прибора	2,4 мм
Угол изгиба рабочей части	$\pm 120^\circ$
Угол направления наблюдения	$0^\circ$
Длина опытного образца прибора	1 м

### 1.11. Полугибкие оптоволоконные эндоскопы марки Эксперт PRO

Полугибкие эндоскопы технические позволяют применять «эффект запоминания формы» за счет гибкой металлической оболочки рабочей части.

Рабочая часть полугибких эндоскопов находится внутри полугибкой металлической трубки из нержавеющей стали – флекстрона. Внешней металлической оболочке рабочей части предварительно может быть задана необходимая геометрическая форма (эффект запоминания заданной формы), что позволяет обследовать «теневые» полости, недоступные для эндоскопов других типов (жестких, гибких). Приборы не применяются для работы в жидких средах.

Полугибкие технические эндоскопы отличает высокая надежность и простота работы.

## Технические характеристики

Угол направления наблюдения,	0°
при использовании съемной боковой насадки	90°
Диаметр рабочей части	8,1 мм
Стандартные длины рабочей части	650 и 1500 мм
Угол поля в пространстве предметов	60°

По желанию заказчика эндоскопы могут иметь любую длину от 650 до 1500 мм.

### 1.12. Полугибкие оптоволоконные эндоскоп

## 1.8. ВИДЕОБОРОСКОПЫ

Жесткие видеобороскопы марки Эксперт PRO позволяют проводить наблюдения поверхностей, объектов на расстояниях удаленных от места ввода.

Видеобороскопы совместимы с любыми осветителями, имеющими стандартные разъемы. В комплект прибора входит осветитель, прикрепляемый к ручке прибора. Имеют функцию "замораживания" картинки, фиксирования изображения.

Рабочая часть прибора выполнена из стойкой нержавеющей стали. Видеобороскопы марки Эксперт PRO отличает удобный, эргономичный дизайн.

Управление на ручке прибора: фокусировка, фиксация изображения, панорамирование.

Конструкция прибора обеспечивает вращение тубуса вокруг своей оси на 370°.

Приборы обеспечивают возможность плавной фокусировки от 3 мм до ∞ с высоким качеством изображения.

Имеет функцию «замораживания» картинки, фиксирования изображения. Совместимы с любым монитором. Работают от осветителя, созданного на основе осветителя ВЭЛ. Могут работать с любым осветителем, имеющим стандартные разъединительные размеры. Питание эндоскопа осуществляется от сети или от аккумулятора.

Рис. 1.12. Видеобороскоп

## **1.9. ВИДЕОЭНДОСКОПЫ**

Переносные гибкие видеоэндоскопы марки Эксперт PRO предназначены для оптико-визуального обследования деталей и объектов в труднодоступных местах механизмов, машин и оборудования, которые не могут быть осмотрены снаружи.

Видеоэндоскопы серии ВД строятся на базе гибких технических эндоскопов с цветной видеокамерой высокого разрешения с ПЗС-матрицей. В зависимости от модификации изгибаются в двух и четырех направлениях. Обеспечивают передачу видеоизображения на видеомонитор, видеопринтер, видеомagneитофон, компьютер.

Дистальный конец эндоскопов оснащен цветной ПЗС матрицей с высокой разрешающей способностью. Видеоэндоскопы обеспечивают вывод изображения на экран видеомонитора, на цветной видеопринтер, позволяют записывать процедуру обследования на видеомagneитофон, а так же дают возможность формировать базы данных.

Видеоэндоскопы серии ВД имеют управляемую часть, изгибающуюся в 2-плоскостях (в 4-х направлениях). Оснащены цветной видео камерой высокого разрешения.

При необходимости сделать подвижной только управляемую часть эндоскопа, может быть использована штанга жесткости, входящая в комплект к видеоэндоскопам серии ВД. Эндоскопы серии ВД выполнены в следующих конструктивных модификациях – ВД 2-6, ВД 2-8, ВД 4-6 и ВД 4-8

Видеоэндоскопы ВД 2-6 и ВД 2-8 имеют управляемую часть, изгибающуюся в 1-й плоскости (2-х направлениях). На рукоятке эндоскопов размещен световой коннектор для подключения осветителя ВЭЛ1.

Видеоэндоскопы ВД 4-6 и ВД 4-8 имеют управляемую часть, которая может быть повернута (загнута) в 2-х плоскостях изгиба (в 4-х направлениях) и зафиксирована в требуемом положении, что дает возможность выполнить панорамный обзор обследуемых полостей.

#### Видеоэндоскоп ВД 4-6

Видеоэндоскопы обеспечивают вывод изображения на экран видеомонитора, на цветной видеопринтер, позволяют записывать процедуру обследования на видеомагнитофон, а так же дают возможность формировать базы данных.

Эндоскопы ВЧБ оснащены сверхчувствительными черно-белыми камерами. Позволяют проводить наблюдение в слабо освещенных помещениях. Имеют управление в 2-х плоскостях, 4-х направлениях. Эндоскопы оснащены антибликовыми объективами, что позволяет проводить скрытое наблюдение. Разработаны по заказу спецслужб.

Видеоэндоскопы серии ВЧБ выполнены в двух модификациях: ВЧБ1 и ВЧБ2. Видеоэндоскопы ВЧБ1 не имеет осветительного канала, диаметр рабочей части - 8мм. На рукоятке эндоскопа ВЧБ2 размещен световой коннектор для подключения осветителя ВЭЛ1 или любого осветительного устройства через осветительный кабель. В комплект входят штанги жесткости, расширяющие функциональные возможности использования прибора за счет

придания жесткости гибкой рабочей части эндоскопа. Диаметр рабочей части - 10 мм.

#### 1.14. Видеозэндоскопы ВЧБ1

### **1.10. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТВ- И ФОТО-ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ**

Оборудование для ТВ- и фотодокументирования все более широко используется совместно с эндоскопами, позволяет осуществлять запись изображений в реальном времени (аналоговое и цифровое видео), или в виде цифровых фотографий, передавать записанные кадры на компьютер для создания баз данных, распечатывать иллюстрированные акты и отчеты. Возможен многократный просмотр отдельных снимков и групп снимков, их обработка, архивирование и распечатка, передача по электронной почте.

#### 1.15. Цифровая камера с эндоскопом

### **1.11. ФОТОАППАРАТЫ И АДАПТОРЫ**

Фирма Olympus является мировым лидером в производстве профессиональных и бытовых фото камер. Для документирования изображений через бороскопы и фиброскопы Olympus предлагает различные модели фотокамер и переходных адаптеров (как для цифрового фото, так и для съемки на 35 мм пленку).

#### Рис. 1.16. Присоединение цифровой камеры

С вышеупомянутыми адаптерами допускается использование следующих моделей цифровых фото камер: Olympus «Camedia»: C-2000ZOOM, C-

2020ZOOM, C-3020ZOOM, C-3030ZOOM, C-3100ZOOM, C-4000ZOOM, C-4040ZOOM, C-5050ZOOM.

#### 1.17. Цифровая камера с эндоскопом

### **1.12. ЦИФРОВОЕ ФОТО**

Цифровые фото камеры получили широкое признание в силу простоты их эксплуатации, наглядности результатов, быстроты записи и копирования изображений. Указанные преимущества особенно важны при документировании результатов эндоскопического контроля, при написании актов и отчетов, иллюстрированных высококачественными снимками, для быстрой передачи результатов контроля по электронной почте.

Для соединения эндоскопов и цифровых фотокамер производятся две разновидности адаптеров-переходников, для бороскопов (круглый окуляр DIN 32 мм) – адаптер модели АК-DC3, и для фиброскопов с окуляром типа OES - адаптер AI-DC3.

### **1.13. ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Программа Imagebase PRO позволяет напечатать информацию о каждой записи в базе данных, включая изображение, имя записи, дату ее создания, текстовый комментарий, а также список выполненных измерений.

Эта же информация может быть отправлена любому адресату через электронную почту в виде файла с изображением, звукового файла в формате .wav, и текста, включающего имя записи, текстовой комментарий, дату создания записи и список произведенных на изображении измерений.



В базе данных хранятся записи, содержащие изображение, текстовый комментарий к изображению, дату создания записи, ее имя, звуковой комментарий, а также список измерений, выполненных на изображении.

Программа позволяет осуществить захват изображений с различных USB видеоустройств, подключенных к вашему компьютеру. Это может быть видео камера, TV тюнер или подключенный через одно из USB видео устройств, видеоманитон. Источником изображений для сохранения в базе данных могут быть также файлы изображений в форматах BMP, JPG, GIF, TIF.

### 1.18. Программа Imagebase PRO

Полученное изображение при сохранении в базе данных может быть дополнено текстовым комментарием и звуковым комментарием.

Программа Imagebase PRO позволяет записывать звуковой комментарий либо с микрофона, либо с любого другого источника звука, подключенному к вашему компьютеру, например, видеоманитона. Звуковой комментарий может быть также взят из любого звукового файла в формате .wav. В качестве сервера баз данных программа использует персональную версию MS SQL сервера.

Программа позволяет производить измерения линейных размеров объектов на изображении и площадей выделенных фигур. Для выполнения измерений программа предоставляет интерфейс первоначальной калибровки изображения.

Перед выполнением измерений программа дает возможность установить желаемую яркость и контрастность изображения, а также изменить цветовую гамму изображения.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. ОБЪЕКТЫ КОНТРОЛЯ**

В качестве объектов контроля использовались шильдики ВИН номеров на кузове автомобиля, номера на двигателе.

Была проведена высококачественная фото регистрация указанных номеров при помощи цифровой камеры высокого разрешения. В качестве фотокамеры была использована фотокамера Canon EOS 40D с объективом Canon Lens EF 50 1.4. Результаты регистрации представлены на рис. 2.1 и рис. 2.2.

#### 2.1. Фоторегистрация ВИН номера

#### 2.2. Фоторегистрация ВИН номера

Регистрация была проведена при естественном освещении. Как видно из представленных рисунков ВИН номера плохо читаются визуально. Была проведена обработка снимков с целью повышения контраста. Результаты обработки представлены на рис. 2.3 и рис. 2.4. Параметры дополнительной обработки представлены на рис. 2.5 и рис. 2.6.

#### 2.3. Фоторегистрация ВИН номера

#### 2.4. Фоторегистрация ВИН номера

#### 2.5. Параметры обработки изображения

#### 2.6. Параметры обработки изображения

Вторая серия образцов – номера на металле (кузова) представлены на

#### 2.7. Номера на кузове

## 2.8. Параметры обработки изображения

Увеличенные фрагменты этих изображений представлены на рис. 2.9.

## 2.9. Параметры обработки изображения

## 2.2. ВЫБОР ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Для проведения регистрации предлагается следующая оптическая схема

Рис. 2.10. Оптическая схема регистрации

Представленная схема содержит следующие элементы:

1. Объект контроля
2. Объективная насадка
3. Волоконный кабель
4. Насадка с объективом
5. Фотокамера

Наряду с этим предполагается, что может быть использована оптическая схема эндоскопа с проектирующим окуляром гамаль.

## 2.3. ВЫБОР ЦИФРОВОГО АППАРАТА

Основным элементом для разрабатываемого прибора является цифровая фотокамера. Камера должна обеспечивать возможность регистрации элементов автотранспортных средств, при различных условиях освещения в широком диапазоне оптического увеличения. Камера должна иметь также достаточно высокое оптическое разрешения и высокоразрешающий сенсор. Ука-

занным требованиям удовлетворяет большое количество серийно выпускаемых фотокамер.

При выборе цифровой камеры мы руководствовались также соотношением цены качество, весовыми и габаритными соображениями, которые позволяют создать высокоэффективную систему контроля. Зеркальные камеры имеют большую цену.

После анализа был сделан выбор в пользу цифровой фотокамеры Canon 40D, имеющей возможность потокового видео и сетевой коммуникации. Внешний вид выбранной цифровой камеры представлен на рис. 2.11.

## 2.11. Внешний вид цифровой камеры Canon 40D

Основные технические характеристики выбранной цифровой камеры представлены в таблице 2.1.

*Таблица 2.1*

### **Технические характеристики Canon 40D**

Модель	Canon 40D
Эффективные пиксели	10,5 мегапикселя, эффективное - 10,1 Мпикселей
Матрица CCD	22.5мм x 14.8мм CMOS типа
Формат файлов	JPEG, RAW, DCF, DPOF
Разрешение	(LF) 3888x2592, (LN) 3888x2592, (MF) 2816x1880, (MN) 2816x1880,

	(SF) 1936x1288, (SN) 1936x1288, (RAW) 3888x2592
Объектив	светосила: F 4.0 – F 5.6
Фокусное расстояние	F = от 70 до 300 мм (эквивалент от 28 мм до 300 мм на 35-мм камеру)
Диафрагма	от F 32 до F 45
Расстояние фокусировки	от 1.5 м до бесконечности
Чувствительность	AUTO/ эквивалент ISO 100/ 200/ 400/ 800/ 1600

Для упрощения реализации конструкции было выбрано также переходное кольцо Kenko

Внешний вид переходного кольца Kenko

## 2.4. РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Собственное увеличение объектива микроскопа как одной простой линзы можно определить обычным путем по формулам геометрической оптики:

$$\beta_{об} = \Delta / f'_{об}$$

$$\beta_{об} = 20 \text{ мм}$$

Оптическая схема проектирующего объектива представлена на рис. 2. 13.

### Оптическая проектирующая система

На рисунке оптическая система проектирующего объектива представлена его главными плоскостями  $HH'$  положение объекта контроля относительно передней главной плоскости задано отрезком  $s$ , а расстояние изображения относительно задней главной плоскости – отрезком  $s'$ . Для получения сфокусированного изображения контролируемый объект должен находиться перед передним фокусом объектива, а его изображение будет находиться за задним фокусом объектива. При этом параметры оптической схемы связаны формулой отрезков:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

при нахождении оптической системы в однородной оптической среде ( $f = -f'$ ).

Оптическое (линейное) увеличение такой оптической системы в свою очередь будет определяться следующим выражением:

$$\beta_{os} = -\frac{f}{z} = -\frac{z'}{f'} = -\frac{f}{f'} \cdot \frac{s'}{s}$$

Откуда видно, что чем ближе контролируемое изделие находится к переднему фокусу объектива, тем больше оптическое увеличение с одной стороны, с другой, тем дальше от заднего фокуса объектива будет находиться его изображение (рис.2.12).

$$\beta_{об}=0.2$$

## 2.5. ОСВТИТЕЛЬ И ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЯ

В качестве осветителя был выбран стробоскоп, который выполнен на импульсной ксеноновой лампе, имеет небольшие размеры, обладает высокой надежностью и прост в изготовлении (рис. 2.14).

Технические характеристики

Напряжение питания, В =12.

Ток потребления, не более, мА 200.

Частота вспышек, Гц 1...2.

Размеры печатной платы, мм 56x44.

На транзисторе TR1, резисторах R1...R3, диоде D1 и трансформаторе выполнен генератор. С повышающей обмотки трансформатора высокое напряжение поступает на выпрямительный диод D2 и фильтр на конденсаторе C1. Через резистор R4 происходит заряд C2. Когда заряд достигнет примерно 80 вольт и напряжение катоду D3 соответственно станет равным около 12 вольт, то откроется тиристор SCR и произойдет закачка тока из конденсатора через трансформатор (coil) на лампу – в результате она вспыхивает. После этого тиристор закрывается и процесс повторяется.

Рис. 2.14. Электрическая схема

## Конструкция

Конструктивно стробоскоп выполнен на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита с размерами 56x44 мм

Для удобства установки устройства в корпус по краям платы предусмотрены монтажные отверстия Ø3 мм.

## Конструкция

Надежный импульсный источник питания, обладающий малыми габаритами, минимальным числом внешних пассивных элементов обвязки, широким диапазоном питающих напряжений. Электрическая схема представлена на рис. 2.16.

## Электрическая схема

Технические характеристики:

Входное напряжение, переменное: 85-264 В.

Выходное напряжение: 12 В.

Выходной ток: 0.85 А.

КПД: 73 %.

Размеры печатной платы: 65x45x21 мм.

## Конструкция.

Конструктивно источник питания выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита с размерами 65x45 мм.

Произведем расчет делителя напряжения по каналу измерения напряжения.



Примем  $R_{17} = 1$  кОм,  $U_{вхmax} = 40$  В,  $U_{выхmax} = 5$ В. Тогда  $R_{18}$  , Ом определим по формуле

$$R_{18} = \frac{R_{17} \cdot (1 - K_{дел})}{K_{дел}} = \frac{1000 \cdot (1 - 0.125)}{0.125} = 7000 \text{ Ом}$$

где  $K_{дел} = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{5}{40} = 0.125$

Для нахождения параметров время задающей цепи (R4C6) примем:  $f = 60$  кГц (частота преобразований),  $R_4 = 20$  кОм. Тогда  $C_6$ , в нФ выразим из формулы:

$$f = \frac{1.8}{R_4 \cdot C_6}$$

$$C_6 = \frac{1.8}{20000 \cdot 60000} = 1 \text{ нФ}$$

Произведем расчет выходной мощности  $P_{ср}$  , Вт преобразователя собранного на микросхеме UC3843.

$$P_{ср} = \frac{C_n \cdot U_n^2}{2} \cdot f_p$$

где  $f_p$  – частота импульсов идущих на лампу вспышку, Гц.

$$P_{ср} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2} \cdot 3 \text{ Вт}$$

## 2.6. ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ЗАХВАТА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Среда разработки LabVIEW (начиная с версии 8.6) поддерживает одновременную работу в ВП двух цифровых камер USB. Проведено исследование

характеристик работы двух камер в одном ВП. Блок диаграмма исследовательского прибора представлена на 2.17.

### 2.17. Блок диаграмма ВП с двумя цифровыми камерами

Использование технологий ВП позволяет создать независимые процессы захвата, выделения и обработки кадров изображения. Алгоритм работы ВП представлен на рис. 2.18.

### Рис. 2.18. Алгоритм блок- диаграммы ВП

Данный алгоритм может быть реализован как в виде одного ВП, так и в виде нескольких ВП. Обмен изображениями в первом случае реализуется локальной переменной (рис. 2.19, рис. 2.20), во втором случае через глобальную переменную (рис. 2.21).

### Блок диаграмма ВП контроля

### 2.20. Блок диаграмма ВП контроля

### 2.21. Блок диаграмма ВП контроля

Лицевая панель ВП контроля в данных случаях реализованная в виде одного ВП контроля с двумя видеоэкранами.

Для захвата кадра изображения используется установленный порог средней освещенности («Порог»), который индицируется световым индикатором «Захват кадра».

Рис. 2.22. Лицевая панель ВП контроля – минимальное увеличение

## **2.7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Были проведены тестовые снимки микротекста с выбранными аппаратными средствами, которые представлены на рис.2.23 и рис. 2.24.

2.23. Образец текста 1

2.24. Образец текста 2

Размер шрифта на образце 1 был 1.4 мм, размер шрифта на образце 2 – 1.2 мм.

Экспериментальные исследования согласуются с расчетными данными и апертурными параметрами волоконного кабеля.

## **2.8. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА**

Полученные экспериментальные исследования позволили разработать узел системы контроля для цифровой регистрации.

2.25. Узел системы цифровой регистрации

2.26. Узел системы цифровой регистрации

Рис. 2.27. Переходной узел

Основные элементы конструкции представлены на рис. 2.28.

Рис. 2.28. Детали переходного узла

Узел устройства фото регистрации содержит следующие элементы:

1. Кольцо переходное KENKO – 12 мм,
2. Тубус;
3. Вставка;
4. Микрообъектив;
5. Стопорный винт;
6. Крышка тубуса;
7. Переходник.

Конструкция прибора представлена на конструкторском чертеже рис. 2.29.

2. 29. Конструкция прибора

Трехмерная модель разработанного устройства представлена на рис. 2.30.

### 2.30. Трехмерная модель устройства

Основным элементом конструкции является переходник под байонет Canon EF. Разработанная конструкция переходника под байонет Canon EF представлена на чертеже (рис. 2.31).

### 2.31. Чертеж переходника

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **3.1. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА**

В данной дипломной работе для обработки получаемого видеоизображения используется виртуальный прибор (ВП), созданный в среде разработки LabVIEW, которая входит в состав технологических решений автоматизации и измерений фирмы National Instruments.

Разработка виртуальных приборов в среде LabVIEW, принципиально отличается от разработки аналогичных компьютерных систем основанных на языках программирования C, Basic или Java. В традиционных алгоритмических языках программирования, создается последовательность текстовых команд, образующих алгоритм обработки данных. В то же время в LabVIEW используется графический язык программирования, именуемый «Джей» (G), где алгоритм создается в графической иконной форме, и образующий так называемую блок-диаграмму, которая скрывает синтаксические детали алгоритма обработки данных.

Разрабатываемый виртуальный прибор состоит из двух частей: лицевой панели (панель управления) прибора и функциональной панели прибора (блок-диаграммы).

### 3.1. Структурная схема виртуального прибора

Лицевая панель виртуального прибора представляет собой интерактивный интерфейс для пользователя, которая эмитирует лицевую панель традиционного лабораторного прибора. На этой панели располагают элементы управления, которые являются средствами ввода данных в программу, и элементы индикации - вывода данных из программы.

#### Рис. 3.1. Лицевая панель виртуального прибора

Второй частью виртуального прибора всегда является функциональная панель или блок диаграмма, которая собственно и является исходным программным кодом виртуального прибора, созданным на языке графического программирования. Компонентами блок-диаграммы являются: виртуальные приборы более низкого уровня, встроенные функции среды разработки LabVIEW, константы и структуры управления выполнением алгоритмом программы. Чтобы задать потоки данных между определенными объектами функциональной панели, они соединены посредством проводов (wires). Вводимые и выводимые данные с панели управления передаются в программу и обратно посредством своих выводов на функциональной панели.

### 3.2. Функциональная панель виртуального прибора

Система программирования в LabVIEW отвечает концепции модульного программирования. Каждый ВП можно использовать как самостоятельное

приложение, так и в качестве виртуального подприбора (ВПП). Таким образом исходная прикладная задача сначала разбивается на ряд подзадач, для выполнения которых создаются ВПП. После этого на блок диаграмме из созданных ВПП создается прибор ВП более высокого уровня, который выполняет поставленную задачу в целом.

### **3.2. ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛАДКИ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА**

Как и для создаваемых аппаратных средств важным вопросом является работоспособность ВП, правильность получения данных. В случае виртуальных приборов эти вопросы связаны не только с корректно заданным режимом работы аппаратной части (осуществляющей сбор данных с внешних датчиков), но и с правильностью работы функциональной схемы, которая реализуется программой обработки данных. Работа программы и ее отладка осуществляется по законам программирования на других алгоритмических языках, однако в LabVIEW она имеет свою специфику. Поэтому при создании виртуальных приборов необходимо рассматривать не только технологию создания виртуальных приборов, но и технологию отладки, которая в свою очередь будет определять достоверность функционирования ВП (передачу и обработку данных).

В среде создания виртуальных приборов LabVIEW существуют свои средства, позволяющие определить правильность передачи и обработки данных. Эти средства позволяют определить правильность построения и функционирования виртуального прибора.

Все имеющиеся средства отладки виртуальных приборов, а также средства калибровки аппаратных средств фирмы National Instruments определяют метрологические характеристики создаваемых средств контроля.














Режим подсветки при выполнении программы позволяет визуально наблюдать, где находятся данные и что с ними происходит (рис.3.3). Для включения анимации выполнения блок-диаграммы следует нажать кнопку на линейке инструментов - подсветка выполнения (  ->  ). После этого при прохождении данных из одного узла в другой их движении отмечается перемещением вдоль проводников шариков. Для возобновления нормального выполнения программы следует повторно щелкнуть на кнопке - подсветка выполнения .


Рис. 3.3. Работа ВП в режиме подсветки выполнения.


Подсветка используется в режиме пошаговых действий, чтобы видеть, как данные проходят узлы. Если эти режимы использовать совместно, то рельефные изображения выполнения на иконках подпрограмм будут показывать, какие ВП находятся в работе, а какие ждут своей очереди.

Во время выполнения программы иногда возникает необходимость контролировать выполнение блок-диаграммы ВП узел за узлом. Узлы данных включают в себя подприборы, функции, структуры, узлы взаимодействия с программным кодом, формульные узлы и узлы свойств. Чтобы начать пошаговое выполнение, следует запустить ВП одной из кнопок пошагового выполнения  или  (вместо кнопки запуска , ), затем остановить ВП путем ввода точки остановки или кнопкой «Пауза» . Для возобновление выполнения программы следует повторно нажать кнопку «Пауза» . Можно использовать режим подсветки во время пошагового выполнения ВП , и таким образом проследить за данными во время их перехода из одного узла в другой.




Находясь в режиме пошагового выполнения, можно нажать одну из трех кнопок, находящихся в активном состоянии   , для перехода к следующему шагу. Каждая из этих кнопок определяет способ выполнения следующего шага.

После нажатия кнопки «Шаг внутрь»  произойдет выполнение первого шага ВПП или структуры, а затем – «Пауза».



После нажатия кнопки «Шаг через»  произойдет выполнение ВПП или структуры (последовательности, цикла и т.п.), а затем – «Пауза».


После нажатия кнопки «Шаг из» происходит окончание выполнения текущей блок-диаграммы, структуры или ВПП. После этого действия произойдет пауза.

Пробник используется для проверки промежуточных значений в ВП, в точках которые могут выдавать сомнительные результаты. Чтобы контролировать промежуточный результат выполнения ВП, создается элемент отображения в проводнике, либо, остановив ВП в режиме выполнения можно воспользоваться пробником. Чтобы использовать пробник в схеме ВП, следует выбрать инструмент установки отладочных индикаторов  и щелкнуть его курсором на проводнике в месте установки.

### 3.4. Установка пробников в схеме ВП

Точки останова останавливают выполнение ВП, чтобы можно произвести его отладку. Остановки нужны для того, чтобы можно было проверить данные, поступающие в узел или проводник во время выполнения программы. Когда выполнение ВП достигает точки останова, активизируется кнопка «Пауза». Это дает возможность провести пошаговое выполнение программы, прозондировать данные в проводниках, изменить величины объектов на ли-

цевой панели или просто продолжить выполнение программы путем нажатия кнопки «Пауза»  или кнопки «Запуск» .

Чтобы установить точку останова, нужно щелкнуть на объекте блок диаграммы инструментом ввода контрольной точки  из палитры инструментов.

При этом в зависимости от своего местоположения, точки останова на блок-диаграмме могут вести себя по-разному (рис.3.5).

- Если точка останова установлена на самой блок диаграмме, то вокруг диаграммы появляется рамка красного цвета и пауза наступает при завершении блок диаграммы.
- Если точка установлена в узле данных, то она окружается рамой красного цвета и пауза наступает перед выполнением узла данных.
- Если точка останова установлена на проводнике, то на нем появляется кружок красного цвета, а любой пробник для этого проводника будет окружен красной каймой. Пауза наступает после прохождения данных через проводник.

### 3.5. Установка точек останова

Точка установка в структурах может быть установлена как с внешней, так и с внутренней стороны структуры (рис.3.6).

Рис. 3.6. Точки останова на «Структуре»

Можно устанавливать или удалять точки останова с помощью опции контекстного меню иконки ВП на лицевой панели «Останавливать при вызове», находящейся в меню (рис.3.7) «Выполнение» опции «Свойства ВП».

Рис. 3.7. Установка опции «Остановка при вызове»

Установка опции «Останавливать при вызове» заставляет останавливать ВП при всех вызовах, которые используют этот ВП. Для ВПП, который вызывается из двух мест на блок диаграмме, то точки останова сработают при обоих вызовах этого ВПП. Если нужно, чтобы точка останова приостанавливала выполнение программы только при определенном вызове ВПП, то необходимо установить точку путем использования опции «Настройка узла ВПП».

### 3.3. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ВП ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для автоматизированного построения виртуального подприбора (ВПП), реализующего заданный алгоритм обработки изображения и проведения измерения его геометрических параметров фирма NI представляет специальную программу – NI Vision Assistant. Внешний вид интерфейса этой программы представлен на рис.3.8.

Рис. 3.8. Интерфейс программы NI Vision Assistant:

1- Окно отображающее оригинальное изображение; 2- Строка показывающая размер изображения и увеличение; 3- Окно записи скрипта (функций ВП); 4- Окно обработки изображения.

Программа NI Vision Assistant позволяет полностью проконтролировать весь процесс работы ВПП, производить запись результатов измерения его геометрических параметров.

Во время создания ВП программа NI Vision Assistant производит запись всех действий (функций), которые в дальнейшем будут являться функциями

создаваемого ВПП. Впоследствии, построенный в программе NI Vision Assistant алгоритм (ВПП) может работать с другими изображениями, или, с изображением, вводимого с фотокамеры.

Первоначально на стадии исследования создавался скрипт алгоритма в программе Vision Assistant версии 8.2.1.

Создание прибора позволяет унифицировать процесс контроля, и, полностью автоматизировать процесс обработки и измерения.


Для выработки технологии обработки изображения сначала следует произвести его анализ. Под воздействием некоторых факторов и разфокусировки, полученное изображение образца может быть размыто и зашумлено. Визуально оценить качество достаточно сложно. Для точной оценки качества следует воспользоваться функцией «Профильная линия» (Line Profile) , которая расположена в первой палитре инструментов: «Функции обработки: Изображение». Данная функция возвращает черно-белое распределение градаций вдоль выбранной (нарисованной) линии в изображении. Нарисованную линию можно перемещать мышью в окне обработки целиком или за один из ее концов. Информация в выбранном сечении в изображении отображается в виде гистограммы градаций серого вдоль выбранной линии.

Рис. 3.9. Интерфейс программы NI Vision Assistant

Границы изображения имеют наклон. Чем более пологий наклон имеют границы изображения, тем больше вариантов имеется в обнаружении границы изображения. Поэтому нашей первой задачей является применение фильтра, который позволит увеличить наклон граней изображения. Фильтры могут сгладить, обострить, преобразовать, и удалить шум изображения так, чтобы вы могли извлечь информацию, в которой мы нуждаемся. Обострение

граней, включают грани любых граней в образце, и создают контраст между частицами и фоном.

Удобным способом является трехмерная визуализация фотоизображений, которая представлена на рис.3.10 и рис. 3.11.

Рис. 3.10. Трехмерная визуализация фотоизображения

Рис. 3.11. Трехмерная визуализация фотоизображения

## **6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработанный в настоящей дипломной работе узел прибора позволяет автоматизировать процедуру досмотра труднодоступных мест.

Разработанное устройство позволяет получать изображение с высоким разрешением, что позволяет проводить такие виды автоматизированного контроля, как номера агрегатов автотранспорта, обследование конструкций и механизмов что повышает производительность и надежность контроля.

Проведенные расчеты и исследования показали достаточную точность и надежность рассматриваемой системы для проведения контроля.

Поставленная в дипломной работе цель достигнута.

## Список литературы

1. Методы и средства выявления закладных устройств, информационный ресурс: <http://www.pitbot.ru/27.shtml>.
2. *Скворцов Г.Е.* Микроскопы. Л.: Изд-во Машиностроение. 1969. – 512 с.
3. Семин М.С. Обзор решения прикладных задач с помощью систем технического зрения. - Научно производственная компания «ВИДЕОСКАН», 2005 г.
4. Ткаченко А.П., Кириллов В.И. Техника телевизионных измерений. - Минск, Высшая школа, 1976. - 262 с.
5. *Визильтер Ю.В.* Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007. - 464 с.
6. Желтов С.Ю., Визильтер Ю.В. Машинное зрение: задачи и возможности, в сборнике «Технология машинного зрения. Регистрация и анализ цифровых изображений», Видеоскан, Москва, 2001.
7. Визильтер Ю.В., Князь В.А., Ортюков С.И., Лагутенков А.В., Выголов О.В., Моржин А.В. Опыт реализации технологий машинного зрения в среде LabVIEW. Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: Сборник трудов// Международная научно-практическая конференция. Москва 14-15 ноября 2003 г. – М.: Изд-во РУДН, 2003. С.110-113.
8. NI Vision Assistant Tutorial, National Instruments Corporation, 2005.
9. Загидуллин Р.Ш. LabVIEW в исследованиях и разработках. - М. Горячая линия Телеком. 2005. - 352 с.
10. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20. Справочник по функциям. - М.: ДМК Пресс, 2007. 536 с.
11. *Кругер М.Я.* и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов. – Л.: Машиностроение, 1988. – 760 с.

12. *Кулагин В.В.* Основы конструирования оптических приборов: Учеб пособие для приборостроительных вузов. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. - 312 с.
13. ГОСТ 2.412-81 (СТ СЭВ 139-74) Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий.
14. *Дружинин Н.С.* Выполнение чертежей по ЕСКД. М.: Издательство стандартов, 1975. - 544 с.
15. *Доронин А.М.* КОМПАС - 3D V11. Эффективный самоучитель. СПб.: Наука и техника. 2010. - 688 с.
16. *Тамаркин М.А.* Технология сборочного производства/ М.А.Тамаркин, И.В.Давыдова, Э.Э.Тищенко. - Ростов и /Д.: Феникс, 2007. 270 с.
17. *Сумеркин Е.А.* Расчет заземления. Сайт: <http://rzd2001.narod.ru>.
18. *Долин П.А.* Справочник по техники безопасности. Энерго Атом Издат. - 823с.
19. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах» – Л.: СЗПИ, 1986. – 52 с.